

ALLEGATO N° 13 (TREDICI)



FRIULI VENEZIA GIULIA  
**STRADE** SPA  
LA NOSTRA RETE

Divisione esercizio  
centro di manutenzione di udine

Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A.  
Sede Legale: Scala dei Cappuccini, 1 - 34131 Trieste  
Tel. +39 040 5604200 - Fax +39 040 5604281 - [www.fvgstrade.it](http://www.fvgstrade.it)

Società soggetta alla attività di direzione e coordinamento  
Dell'unico socio Regione Autonoma FVG  
Cod. Fisc. e p. I.V.A. 01133800324 - Cap. Soc. € 10.300.000,00 i.v.  
Reg. Imp. di TS n. 01133800324 - REA 127257

### Centro di Manutenzione di Udine

OGGETTO: S.R. n°355 "della Val Degano". Lavori di somma urgenza per il ripristino funzionale della viabilità lungo la Strada Regionale n°355 "della Val Degano" tra il km 13+800 ed il km 14+500 in comune di Comeglians (UD).

**LAVORI DI SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO FUNZIONALE DELLA VIABILITÀ  
LUNGO LA STRADA REGIONALE N°355 "DELLA VAL DEGANO" TRA IL KM 13+800 ED IL  
KM 14+500 IN COMUNE DI COMEGLIANS (UD).**

**C.M. di Udine - CODICE LAVORO S.U.01-2023-01**

**IMPORTO PRESUNTO Euro 100.000,00**

### PIANI DELLE MANUTENZIONI (ALL.13)

Redatto da:

IL CAPO CENTRO  
(geom. Alessio Vidoni)





## Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

### Comune di Comeglians (UD)

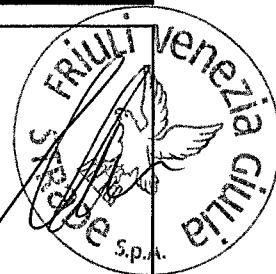
# Lavori di messa in sicurezza del versante in località San Giorgio di Comeglians lungo la SR 355 alla progr. km 13+800

## Progetto esecutivo

### Piano di manutenzione

**PM.01**

il progettista	il committente
dott. ing. Dario Fedrigo	Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A.



file: 0207\_03\_pm\_0100000\_r00\_d00\_20231222\_piano man cop.docx

Riproduzione vietata. Tutti i diritti riservati

0	22/12/2023	emissione	DF	DF	DF
revisione	data	motivazioni	redatto	approvato	autorizzato

**Comune di Comeglians**  
Provincia di Udine

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE D'USO**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN LOCALITA' SAN  
GIORGIO DI COMEGLIANS LUNGO LA SR 355 ALLA PROGR. KM 13+800  
**COMMITTENTE:** COMUNE DI COMEGLIANS

**IL TECNICO**

---

# PIANO DI MANUTENZIONE

## Scopo e struttura del Piano di Manutenzione

Il presente Piano di Manutenzione è stato redatto secondo le disposizioni dell'Art. 10.1 D.M. 17/01/2018 e s.m.i. a compendio del Progetto Esecutivo per i "lavori di messa in sicurezza del versante in località San Giorgio di Comeglians lungo la SR 355 alla progr. Km 13+800".

Lo scopo di questo documento è prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione dell'opera al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza e il valore economico.

Esso si compone delle seguenti parti:

- Manuale d'Uso;
- Manuale di Manutenzione;
- Programma di Manutenzione.

Il **Manuale d'Uso** viene inteso come un manuale di istruzioni indirizzato agli utenti finali allo scopo di:

- evitare-limitare modi d'uso impropri;
- far conoscere le corrette modalità di funzionamento;
- istruire a svolgere correttamente le operazioni di manutenzione che non richiedono competenze tecnico specialistiche;
- favorire una corretta gestione che eviti un degrado anticipato;
- permettere di riconoscere tempestivamente i fenomeni di deterioramento anomalo da segnalare ai tecnici responsabili.

I fini sono principalmente di prevenire e limitare gli eventi di guasto, che comportano l'interruzione del funzionamento, e di evitare un invecchiamento precoce degli elementi e dei componenti.

Il **Manuale di Manutenzione** viene inteso come documento che fornisce agli operatori tecnici le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione, facendo uso di un linguaggio tecnico adeguato. Il manuale può avere come oggetto un'unità tecnologica o specifici componenti che costituiscono un sistema tecnologico e deve porre particolare attenzione agli impianti tecnologici.

Il **Programma di Manutenzione** viene inteso come uno strumento che indica un sistema di controlli e di interventi da eseguire a cadenze temporali prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso è articolato secondo tre distinti sottoprogrammi:

- il sottoprogramma delle prestazioni;
- il sottoprogramma dei controlli;
- il sottoprogramma degli interventi.

Pertanto il presente Piano di Manutenzione costituisce il principale strumento di gestione delle attività manutentive pianificabili per le opere descritte negli elaborati del Progetto Definitivo; tale documento deve essere completato ed integrato dall'Appaltatore in corso di esecuzione dei lavori dalle più specifiche indicazioni tecniche e tipologiche sulle caratteristiche dei materiali e delle forniture utilizzate, per consentire laplù agevole manutenzione dell'opera.

### 1.1 Tipologia degli interventi principali

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito indicato, salvo più precise indicazioni che potranno essere desunte dalle allegare relazioni e disegni di tipo specialistico:

- opere edili/strutturali.

Si sottolinea che il presente documento è **specifico per gli elementi strutturali** che costituiscono l'opera in oggetto.

Un piano di manutenzione completo è invece parte integrante del Progetto Definitivo-Esecutivo.

## **1.2 Documenti di riferimento**

Gli interventi oggetto del presente piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti sono descritti nella relazione di calcolo e negli elaborati grafici di progetto.

## **Conformità ai criteri ambientali minimi**

Il piano di manutenzione è conforme ai “**Criteri Ambientali Minimi**” (CAM), contenuti nell'Allegato del D.M. Ambiente dell'11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell'opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell'efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità).

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l'utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e per la mitigazione degli impatti climateranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria interna dell'opera.

### **Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna**

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell'impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l'inquinamento dell'aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell'impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell'aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

## **CORPI D'OPERA:**

---

° 01 OPERE STRUTTURALI

## OPERE STRUTTURALI

### UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Opere di fondazioni profonde
- ° 01.02 Opere di sostegno e contenimento
- ° 01.03 Opere di protezione caduta massi

## **Opere di fondazioni profonde**

Insieme degli elementi del sistema di protezione avente funzione di trasmetterne al terreno il peso della struttura e/o delle forze esterne agenti sulla struttura stessa.

In particolare si definiscono fondazioni profonde o fondazioni indirette quella classe di fondazioni realizzate con il raggiungimento di profondità considerevoli rispetto al piano campagna. Prima di realizzare opere di fondazioni profonde provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.01.01 Micropali

## Micropali

Unità Tecnologica: 01.01

### Opere di fondazioni profonde

I micropali sono pali di fondazione avente generalmente dimensioni comprese tra 90 ed 300 mm di diametro e lunghezze variabili da 2 fino a 50 metri. In particolare poiché il diametro dei micropali rispetto alle fondazioni profonde di medio e grande diametro siano inferiore, vengono utilizzati in maniera diffusa poiché svolge le analoghe funzioni ed hanno un comportamento meccanico simile. Le numerose applicazioni di questa fondazione indiretta, trovano impiego in situazioni diverse:

- per il consolidamento di fondazioni dirette insufficienti per capacità portante a sostenere la sovrastruttura;
- per il ripristino e/o riparazione di fondazioni danneggiate da agenti fisico-chimici esterni (cedimenti differenziali, erosione al piede di pile di ponti);
- per il consolidamento di terreni prima dell'esecuzione delle fondazioni dirette;
- per la realizzazione di ancoraggi / tiranti (applicazioni su barriere paramassi, tiranti per il contrasto al ribaltamento di paratie).

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali.

#### ANOMALIE RICONTRABILI

##### 01.01.01.A01 Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

##### 01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

##### 01.01.01.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

##### 01.01.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

##### 01.01.01.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

##### 01.01.01.A11 Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

##### 01.01.01.A12 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

## **Opere di sostegno o di contenimento**

Sono così definite le unità tecnologiche e/o l'insieme degli elementi tecnici aventi la funzione di sostenere i carichi derivanti dal terreno e/o da eventuali movimenti franosi.

Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno interagente con le opere (GEO) e al raggiungimento della resistenza degli elementi che compongono le opere stesse (STR).

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.02.01 Tiranti

## Tiranti

### Unità Tecnologica: 01.02

#### Opere di sostegno e contenimento

Tiranti: sono elementi strutturali in acciaio che trasferiscono l'azione di trazione in profondità nel terreno grazie al bulbo di fondazione nel quale sono annegati (bulbo realizzato in miscela cementizia). Sono utilizzati per garantire in modo temporaneo (ancoraggi temporanei) o in modo permanente (ancoraggi permanenti) la stabilità della struttura che devono sostenere, quali opere di sostegno, barriere paramassi, ecc..

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Controllare la stabilità delle strutture e l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni di dissesti evidenti (fratturazioni, lesioni, principio di ribaltamento, spostamenti ecc.). In fase di progettazione definire con precisione l'azione agente sulle strutture di sostegno. Verificare le condizioni di stabilità.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.02.01.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

##### 01.02.01.A02 Fenomeni di schiacciamento

Fenomeni di schiacciamento della struttura di sostegno in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A03 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

##### 01.02.01.A04 Principi di ribaltamento

Fenomeni di ribaltamento della struttura di sostegno in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A05 Principi di scorrimento

Fenomeni di scorrimento della struttura di sostegno (scorrimento terra-muro; scorrimento tra sezioni contigue orizzontali interne) in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A06 Rottura

Rottura dei tiranti con perdita delle funzioni di precompressione degli stessi (sfilatura, sovraccarichi, ecc.).

##### 01.02.01.A07 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

## **Opere di protezione caduta massi**

Consistono in interventi di protezione dalla caduta di massi con lo scopo di intercettare i blocchi rocciosi in distacco da monte del versante prima che gli stessi possano danneggiare le strutture e/o le zone da proteggere. Tali sistemi sono dei pannelli in reti di acciaio dotati di adeguata resistenza, sostenuti da montanti in acciaio, e di apposite tecnologie di dissipazione dell'energia cinetica del masso intercettato.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.03.01 Barriere paramassi elastiche

## Barriere paramassi elastiche

### Unità Tecnologica: 01.03 Opere di protezione caduta massi

Le opere di difesa dalla caduta massi sono comunemente distinte in due principali categorie:

- opere di difesa attiva;
- opere di difesa passiva.

Si definiscono "opere di difesa attive" le opere che hanno la funzione di prevenire, impedire o ridurre il distacco, la caduta e il rotolamento delle masse rocciose.

Sono chiamate "opere di difesa passive" le opere che agiscono rallentando, deviando, ostacolando la caduta, il rotolamento e il movimento di masse detritiche.

Le opere di difesa attiva comprendono:

- interventi che migliorano la resistenza meccanica dell'ammasso roccioso mediante l'applicazione di tiranti, chiodi, bulloni, legature, iniezioni di consolidamento, travi o muri, rivestimenti con rete metallica e calcestruzzo proiettato;
- interventi che riducono i processi di degradazione fisica e di erosione superficiale sull'ammasso roccioso reti metalliche addossate, reticolo di funi metalliche, rivestimenti con reti metalliche e tasche vegetative e/o con geosintetici;
- interventi che modificano la circolazione idrica superficiale e sotterranea quali opere di regimazione ed intercettazione delle acque meteoriche e correnti superficiali, sigillature ed intasature delle fratture esistenti con iniezioni di malta cementizia o di resine, drenaggi dell'ammasso roccioso con dreni suborizzontali o con opere di drenaggio di grande diametro come le gallerie drenanti.

Le barriere paramassi elastiche sono strutture deformabili realizzate con elementi altamente resistenti in grado di intercettare, rallentare o arrestare la caduta di massi isolati o di detrito. Spesso queste barriere sono associate ad altri sistemi di difesa passiva, quali ad esempio muri in c.a., valli e rilevati paramassi.

Le barriere elastiche possono essere realizzate in varie configurazioni in funzione delle tipologie costruttive e dei materiali impiegati in:

- barriere costituite da reti flessibili installate su strutture di sostegno quali muri in c.a., contrafforti, ecc.;
- barriere formate da pannelli di reti flessibili d'acciaio montati su sostegni (ritti) ed elementi di rinforzo (tiranti d'ancoraggio); i pannelli vengono infissi direttamente nel terreno o sulla sommità di terrapieni o di strutture di sostegno di vario tipo realizzando il tradizionale schema "a sacco".

Le barriere paramassi elastiche sono essenzialmente formate da singoli pannelli in rete estensibile ad alto assorbimento d'energia in funi d'acciaio galvanizzato ad alta resistenza, disposte in maniera da formare maglie di varia forma.

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

I pannelli di rete opportunamente collegati tra loro mediante funi di cucitura d'acciaio devono essere posti in opera perpendicolarmente al pendio; gli elementi di sostegno e di rinforzo (piedritti, cerniere dei piedritti, tiranti) devono essere ancorati e fissati nella roccia mediante barre d'acciaio ad aderenza migliorata cementate o in micropali di lunghezza adeguata. Le barriere elastiche devono essere utilizzate nelle zone interessate da caduta di massi o movimenti di detrito di piccole proporzioni per intercettare e bloccare il materiale mobilitato in modo che le eventuali altre strutture difensive, poste più a valle, possano resistere meglio all'impatto dei massi che riescono a superare la barriera.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.03.01.A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione delle parti metalliche per effetto delle sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

##### 01.03.01.A02 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta delle reti dovuti ad erronella posa in opera delle stesse e/o alla rottura dei chiodi di ancoraggio.

##### 01.03.01.A03 Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa.

**01.03.01.A04 Mancanza**

Caduta e perdita di parti della barriera di difesa.

**01.03.01.A05 Perdita di materiale**

Perdita dei conci di pietra attraverso fori praticati nella rete.

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE.....	pag.	<u>2</u>
2) Conformità ai criteri ambientali minimi .....	pag.	<u>4</u>
3) OPERE STRUTTURALI .....	pag.	<u>6</u>
" 1) Opere di fondazioni profonde .....	pag.	<u>7</u>
" 1) Micropali .....	pag.	<u>8</u>
" 2) Opere di sostegno e contenimento .....	pag.	<u>10</u>
" 1) Tiranti .....	pag.	<u>11</u>
" 3) Opere di protezione caduta massi .....	pag.	<u>12</u>
" 1) Barriere paramassi elastiche .....	pag.	<u>13</u>

**Comune di Comeglians**  
Provincia di Udine

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE DI  
MANUTENZIONE**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN LOCALITA' SAN  
**COMMITTENTE:** GIORGIO DI COMEGLIANS LUNGO LA SR 355 ALLA PROGR. KM 13+800  
COMUNE DI COMEGLIANS

**IL TECNICO**

---

# PIANO DI MANUTENZIONE

## Scopo e struttura del Piano di Manutenzione

Il presente Piano di Manutenzione è stato redatto secondo le disposizioni dell'Art. 10.1 D.M. 17/01/2018 e s.m.i. a compendio del Progetto Esecutivo per i "lavori di messa in sicurezza del versante in località San Giorgio di Comeglians lungo la SR 355 alla progr. Km 13+800".

Lo scopo di questo documento è prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione dell'opera al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza e il valore economico.

Esso si compone delle seguenti parti:

- Manuale d'Uso;
- Manuale di Manutenzione;
- Programma di Manutenzione.

Il **Manuale d'Uso** viene inteso come un manuale di istruzioni indirizzato agli utenti finali allo scopo di:

- evitare-limitare modi d'uso impropri;
- far conoscere le corrette modalità di funzionamento;
- istruire a svolgere correttamente le operazioni di manutenzione che non richiedono competenze tecnico specialistiche;
- favorire una corretta gestione che eviti un degrado anticipato;
- permettere di riconoscere tempestivamente i fenomeni di deterioramento anomalo da segnalare ai tecnici responsabili.

I fini sono principalmente di prevenire e limitare gli eventi di guasto, che comportano l'interruzione del funzionamento, e di evitare un invecchiamento precoce degli elementi e dei componenti.

Il **Manuale di Manutenzione** viene inteso come documento che fornisce agli operatori tecnici le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione, facendo uso di un linguaggio tecnico adeguato. Il manuale può avere come oggetto un'unità tecnologica o specifici componenti che costituiscono un sistema tecnologico e deve porre particolare attenzione agli impianti tecnologici.

Il **Programma di Manutenzione** viene inteso come uno strumento che indica un sistema di controlli e di interventi da eseguire a cadenze temporali prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso è articolato secondo tre distinti sottoprogrammi:

- il sottoprogramma delle prestazioni;
- il sottoprogramma dei controlli;
- il sottoprogramma degli interventi.

Pertanto il presente Piano di Manutenzione costituisce il principale strumento di gestione delle attività manutentive pianificabili per le opere descritte negli elaborati del Progetto Definitivo; tale documento deve essere completato ed integrato dall'Appaltatore in corso di esecuzione dei lavori dalle più specifiche indicazioni tecniche e tipologiche sulle caratteristiche dei materiali e delle forniture utilizzate, per consentire lapiù agevole manutenzione dell'opera.

## 1.3 Tipologia degli interventi principali

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito indicato, salvo più precise indicazioni che potranno essere desunte dalle allegare relazioni e disegni di tipo specialistico:

- opere edili/strutturali.

Si sottolinea che il presente documento è **specifico per gli elementi strutturali** che costituiscono l'opera in oggetto.

Un piano di manutenzione completo è invece parte integrante del Progetto Definitivo-Esecutivo.

#### **1.4 Documenti di riferimento**

Gli interventi oggetto del presente piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti sono descritti nella relazione di calcolo e negli elaborati grafici di progetto.

## **Conformità ai criteri ambientali minimi**

Il piano di manutenzione è conforme ai “**Criteri Ambientali Minimi**” (CAM), contenuti nell'Allegato del D.M. Ambiente dell'11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell'opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell'efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità).

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l'utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e per la mitigazione degli impatti climateranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria interna dell'opera.

### **Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna**

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell'impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l'inquinamento dell'aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell'impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell'aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

## **CORPI D'OPERA:**

---

° 01 OPERE STRUTTURALI

## OPERE STRUTTURALI

### UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Opere di fondazioni profonde
- ° 01.02 Opere di sostegno e contenimento
- ° 01.03 Opere di protezione caduta massi

## Opere di fondazioni profonde

Insieme degli elementi del sistema di protezione avente funzione di trasmetterne al terreno il peso della struttura e/o delle forze esterne agenti sulla struttura stessa.

In particolare si definiscono fondazioni profonde o fondazioni indirette quella classe di fondazioni realizzate con il raggiungimento di profondità considerevoli rispetto al piano campagna. Prima di realizzare opere di fondazioni profonde provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

---

#### 01.01.R01 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di fondazioni profonde dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

**Prestazioni:**

Le opere di fondazioni profonde, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

**Livello minimo della prestazione:**

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

#### 01.01. R02 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse* *Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

**Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

**Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

---

- ° 01.01.01 Micropali

## Micropali

Unità Tecnologica: 01.01

Opere di fondazioni profonde

I micropali sono pali di fondazione avente generalmente dimensioni comprese tra 90 ed 300 mm di diametro e lunghezze variabili da 2 fino a 50 metri. In particolare poiché il diametro dei micropali rispetto alle fondazioni profonde di medio e grande diametro siano inferiore, vengono utilizzati in maniera diffusa poiché svolge le analoghe funzioni ed hanno un comportamento meccanico simile. Le numerose applicazioni di questa fondazione indiretta, trovano impiego in situazioni diverse:

- per il consolidamento di fondazioni dirette insufficienti per capacità portante a sostenere la sovrastruttura;

per il ripristino e/o riparazione di fondazioni danneggiate da agenti fisico-chimici esterni (cedimenti differenziali, erosione al piede di pile di ponti);

- per il consolidamento di terreni prima dell'esecuzione delle fondazioni dirette;

- per la realizzazione di ancoraggi / tiranti (applicazioni su barriere paramassi, tiranti per il contrasto al ribaltamento di paratie).

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01. A01 Cedimenti

Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

#### 01.01.01.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

#### 01.01.01.A04 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

#### 01.01.01.A05 Esposizione dei ferri di armatura

Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.

#### 01.01.01.A06 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

#### 01.01.01.A07 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### 01.01.01.A11 Umidità

Presenza di umidità dovuta spesso per risalita capillare.

#### 01.01.01.A12 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

### **01.01.01.C01 Controllo struttura**

*Cadenza: ogni 12 mesi Tipologia: Controllo a vista*

Controllare l'integrità delle strutture di fondazione a vista verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Verificare spostamenti e/o rotazione della sovrastruttura che sono indicatori di spostamenti e/o di cedimenti del terreno e/o di smottamenti del versante in atto. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*

• Anomalie riscontrabili: 1) *Cedimenti*; 2) *Deformazioni e spostamenti*; 3) *Distacchi murari*; 4) *Fessurazioni*; 5) *Lesioni*; 6) *Spostamenti/rotazione della sovrastruttura*.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.01.01.C02 Controllo impiego di materiali durevoli (CAM)**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

• Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli*.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.01.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la funzionalità della sovrastruttura e delle fondazioni. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## Opere di sostegno o di contenimento

Sono così definite le unità tecnologiche e/o l'insieme degli elementi tecnici aventi la funzione di sostenere i carichi derivanti dal terreno e/o da eventuali movimenti franosi.

Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno interagente con le opere (GEO) e al raggiungimento della resistenza degli elementi che compongono le opere stesse (STR).

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

---

#### 01.02. R01 Stabilità

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le opere di sostegno o di contenimento in fase d'opera dovranno garantire la stabilità in relazione al principio statico di funzionamento.

##### **Prestazioni:**

Le prestazioni variano in funzione dei calcoli derivanti dall'analisi di caduta massi e dalle verifiche di resistenza.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Essi variano in funzione delle verifiche di stabilità:

- al ribaltamento;
- allo scorrimento;
- allo schiacciamento;
- allo slittamento del complesso terra-muro.

#### 01.02. R02 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle*

*risorse* *Classe di Esigenza: Salvaguardia*

*ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

##### **Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

---

- ° 01.02.01 Tiranti

## Tiranti

### Unità Tecnologica: 01.02

#### Opere di sostegno e contenimento

Tiranti: sono elementi strutturali in acciaio che trasferiscono l'azione di trazione in profondità nel terreno grazie al bulbo di fondazione nel quale sono annegati (bulbo realizzato in miscela cementizia). Sono utilizzati per garantire in modo temporaneo (ancoraggi temporanei) o in modo permanente (ancoraggi permanenti) la stabilità della struttura che devono sostenere, quali opere di sostegno, barriere paramassi, ecc..

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.02.01. A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione dell'elemento.

##### 01.02.01.A02 Fenomeni di schiacciamento

Fenomeni di schiacciamento della struttura di sostegno in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A03 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

##### 01.02.01.A04 Principi di ribaltamento

Fenomeni di ribaltamento della struttura di sostegno in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A05 Principi di scorrimento

Fenomeni di scorrimento della struttura di sostegno (scorrimento terra-muro; scorrimento tra sezioni contigue orizzontali interne) in seguito ad eventi straordinari (frane, smottamenti, ecc.) e/o in conseguenza di errori di progettazione strutturale.

##### 01.02.01.A06 Rottura

Rottura dei tiranti con perdita delle funzioni di precompressione degli stessi (sfilatura, sovraccarichi, ecc.).

##### 01.02.01.A07 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

##### 01.02.01.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi Tipologia: Controllo a vista*

Controllare la stabilità delle strutture e l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni di dissesti evidenti (lesioni, principio di ribaltamento, ecc.) Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o di eventuali processi di carbonatazione e/o corrosione.

Nel caso di installazione di celle di carico verificare con cadenza mensile i valori di carico.

- Requisiti da verificare: 1) *Stabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Fenomeni di schiacciamento;* 3) *Lesioni;* 4) *Principi di ribaltamento;* 5) *Principi di scorrimento.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

##### 01.02.01.C02 Controllo impiego di materiali durevoli (CAM)

*Cadenza: quando occorre Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*

- Anomalie riscontrabili: *1) Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

---

##### **01.02.01.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Opere di protezione caduta massi

Consistono in interventi di protezione dalla caduta di massi con lo scopo di intercettare i blocchi rocciosi in distacco da monte del versante prima che gli stessi possano danneggiare le strutture e/o le zone da proteggere. Tali sistemi sono dei pannelli in reti di acciaio dotati di adeguata resistenza, sostenuti da montanti in acciaio, e di apposite tecnologie di dissipazione dell'energia cinetica del masso intercettato.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

---

#### 01.03. R01 Adeguato inserimento paesaggistico

*Classe di Requisiti: Salvaguardia dei sistemi naturalistici e paesaggistici*  
*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Adeguato inserimento paesaggistico e rispetto delle visuali e della compatibilità morfologica del terreno

##### **Prestazioni:**

La proposta progettuale, in relazione alla salvaguardia dei sistemi naturalistici e paesaggistici, dovrà tener conto dell'impatto dell'opera da realizzare, in riferimento alla morfologia del terreno e delle visuali al contorno.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Dovranno essere rispettati i criteri dettati dalla normativa di settore.

#### 01.03.R02 Riconoscibilità dei caratteri ambientali del luogo

*Classe di Requisiti: Integrazione Paesaggistica*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Garantire che gli interventi siano in armonia con le caratteristiche dell'ambiente sia costruito che naturale in cui si inseriscono.

##### **Prestazioni:**

In fase progettuale la scelta degli elementi, componenti e materiali deve tener conto dei caratteri tipologici dei luoghi in cui gli interventi vanno ad attuarsi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Per interventi sul costruito e sul naturale, bisogna assicurare in particolare:

- la riconoscibilità dei caratteri morfologico strutturali del contesto;
- la riconoscibilità della qualità percettiva dell'ambiente.

#### 01.03.R03 Riduzione degli effetti di disturbo visivi

*Classe di Requisiti: Benessere visivo degli spazi esterni*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Benessere visivo degli spazi esterni mediante la riduzione degli effetti di disturbo ottici.

##### **Prestazioni:**

Nelle scelte progettuali inerenti la sistemazione degli spazi esterni con il contesto, bisogna evitare l'introduzione di elementi che mediante interazioni tra di essi possano creare agli utenti disturbi visivi (abbagliamento e/o altri effetti negativi).

##### **Livello minimo della prestazione:**

L'introduzione di elementi negli spazi esterni dovranno essere contenuti entro parametri tali da non provocare disturbi visivi agli utenti.

## **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- ° 01.03.01 Barriere paramassi elastiche

## Barriere paramassi elastiche

Unità Tecnologica: 01.03

Opere di protezione caduta massi

Le opere di difesa dalla caduta massi sono comunemente distinte in due principali categorie:

- opere di difesa attiva;
- opere di difesa passiva.

Si definiscono "opere di difesa attive" le opere che hanno la funzione di prevenire, impedire o ridurre il distacco, la caduta e il rotolamento delle masse rocciose.

Sono chiamate "opere di difesa passive" le opere che agiscono rallentando, deviando, ostacolando la caduta, il rotolamento e il movimento di masse detritiche.

Le opere di difesa attiva comprendono:

- interventi che migliorano la resistenza meccanica dell'ammasso roccioso mediante l'applicazione di tiranti, chiodi, bulloni, legature, iniezioni di consolidamento, travi o muri, rivestimenti con rete metallica e calcestruzzo proiettato;
- interventi che riducono i processi di degradazione fisica e di erosione superficiale sull'ammasso roccioso reti metalliche addossate, reticolo di funi metalliche, rivestimenti con reti metalliche e tasche vegetative e/o con geosintetici;
- interventi che modificano la circolazione idrica superficiale e sotterranea quali opere di regimazione ed intercettazione delle acque meteoriche e correnti superficiali, sigillature ed intasature delle fratture beanti con iniezioni di malta cementizia o di resine, drenaggi dell'ammasso roccioso con dreni suborizzontali o con opere di drenaggio di grande diametro come le gallerie drenanti.

Le barriere paramassi elastiche sono strutture deformabili realizzate con elementi altamente resistenti in grado di intercettare, rallentare o arrestare la caduta di massi isolati o di detrito. Spesso queste barriere sono associate ad altri sistemi di difesa passiva, quali ad esempio muri in c.a., valli e rilevati paramassi.

Le barriere elastiche possono essere realizzate in varie configurazioni in funzione delle tipologie costruttive e dei materiali impiegati in:

- barriere costituite da reti flessibili installate su strutture di sostegno quali muri in c.a., contrafforti, ecc.;
- barriere formate da pannelli di reti flessibili d'acciaio montati su sostegni (ritti) ed elementi di rinforzo (tiranti d'ancoraggio); i pannelli vengono infissi direttamente nel terreno o sulla sommità di terrapieni o di strutture di sostegno di vario tipo realizzando il tradizionale schema "a sacco".

Le barriere paramassi elastiche sono essenzialmente formate da singoli pannelli in rete estensibile ad alto assorbimento d'energia in funi d'acciaio galvanizzato ad alta resistenza, disposte in maniera da formare maglie di varia forma.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.03.01. A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione delle parti metalliche per effetto delle sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.03.01.A02 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta delle reti dovuti ad erranea posa in opera delle stesse e/o alla rottura dei chiodi di ancoraggio.

#### 01.03.01.A03 Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa.

#### 01.03.01.A04 Mancanza

Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.

#### 01.03.01.A05 Perdita di materiale

Perdita dei conci di pietra attraverso fori praticati nella rete.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.03.01.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese Tipologia: Ispezione*

Verificare che le reti siano efficienti e che non causino la fuoriuscita dei conci di pietra. Verificare lo stato dei sistemi di connessione e di dissipazione.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di tenuta*; 2) *Perdita di materiale*.
- Ditte specializzate: *Giardiniere, Specializzati vari*.

#### **01.03.01.C02 Controllo stabilizzazione parete (CAM)**

*Cadenza: ogni mese Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilizzazione dei versanti e/o della parete e che il materiale utilizzato sia ben ancorato; verificare che il sistemarealizzato non abbia notevole impatto ambientale.

- Requisiti da verificare: 1) *Adeguate inserimento paesaggistico*; 2) *Riconoscibilità dei caratteri ambientali del luogo*; 3) *Riduzione degli effetti di disturbo visivi*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di tenuta*; 2) *Erosione superficiale*.
- Ditte specializzate: *Giardiniere, Specializzati vari*.

---

#### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

##### **01.03.01.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

##### **01.03.01.I02 Sistemazione reti**

*Cadenza: quando occorre*

Sistemare le reti in seguito ad eventi meteorici eccezionali e in ogni caso quando occorre.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE.....	pag.	<u>2</u>
2) Conformità ai criteri ambientali minimi .....	pag.	<u>4</u>
3) OPERE STRUTTURALI .....	pag.	<u>6</u>
" 1) Opere di fondazioni profonde .....	pag.	<u>7</u>
" 1) Micropali .....	pag.	<u>8</u>
" 2) Opere di sostegno e contenimento .....	pag.	<u>11</u>
" 1) Tiranti .....	pag.	<u>13</u>
" 3) Opere di protezione caduta massi .....	pag.	<u>15</u>
" 1) Barriere paramassi elastiche .....	pag.	<u>17</u>

**Comune di Comeglians**  
Provincia di Udine

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN LOCALITA' SAN  
**COMMITTENTE:** GIORGIO DI COMEGLIANS LUNGO LA SR 355 ALLA PROGR. KM 13+800  
COMUNE DI COMEGLIANS

**IL TECNICO**

---

## **Conformità ai criteri ambientali minimi**

Il piano di manutenzione è conforme ai “**Criteri Ambientali Minimi**” (CAM), contenuti nell’Allegato del D.M. Ambiente dell’11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell’opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell’efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità).

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l’utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell’ambiente e per la mitigazione degli impatti climateranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell’aria interna dell’opera.

### **Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell’aria interna**

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell’impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l’inquinamento dell’aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell’impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell’aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

## Benessere visivo degli spazi esterni

### 01 - OPERE STRUTTURALI

#### 01.03 - Opere di protezione caduta massi

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.03</b>	<b>Opere di protezione caduta massi</b>		
01.03.R03	<p>Requisito: Riduzione degli effetti di disturbo visivi</p> <p>Benessere visivo degli spazi esterni mediante la riduzione degli effetti di disturbo ottici.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: L'introduzione di elementi negli spazi esterni dovranno essere contenuti entro parametri tali da non provocare disturbi visivi agli utenti.</li> <li>• Riferimenti normativi: C.M. Lavori Pubblici 22.5.67, n. 3151; C.M. Lavori Pubblici 22.11.74, n. 13011; D.M. 5.7.75; D.M. 18.12.75; UNI 10840; UNI EN 12464-1/2; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo stabilizzazione parete</p> <p>Controllare la stabilizzazione dei versanti e/o della parete e che il materiale utilizzato sia ben ancorato; verificare che il sistema realizzato non abbia notevole impatto ambientale.</p>	Ispezione a vista	ogni mese

## Di stabilità

### 01 - OPERE STRUTTURALI

#### 01.01 - Opere di fondazioni profonde

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Opere di fondazioni profonde</b>		
01.01.R01	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p>Le opere di fondazioni profonde dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</li> <li>• Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 196-1; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1994 1/2; UNI EN 1995; UNI EN 384; UNI EN 1504-8; UNI/TR 11634.</li> </ul>		
01.01.01.C01	<p>Controllo: Controllo struttura</p> <p>Controllare l'integrità della struttura verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni e/o spostamenti. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).</p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

#### 01.02 - Opere di sostegno e contenimento

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Opere di sostegno e contenimento</b>		
01.02.R01	<p>Requisito: Stabilità</p> <p>Le opere di sostegno e contenimento in fase d'opera dovranno garantire la stabilità in relazione al principio statico di funzionamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Essi variano in funzione delle verifiche di stabilità: <ul style="list-style-type: none"> <li>- al ribaltamento; - allo scorrimento; - allo schiacciamento; - allo slittamento del complesso terra-muro.</li> </ul> </li> <li>• Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN 12767; UNI EN 1993; UNI EN 1998; UNI-EN 10223-3.</li> </ul>		
01.02.01.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllare la stabilità delle strutture e l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni di dissesti evidenti (lesioni, principio di ribaltamento, ecc.) Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o di eventuali processi di carbonatazione e/o corrosione. Controllare l'efficacia dei sistemi di drenaggio.</p> <p>Nel caso di installazione di celle di carico verificare con cadenzamensile i valori di carico.</p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

## Integrazione Paesaggistica

### 01 - OPERE STRUTTURALI

#### 01.03 - Opere di protezione caduta massi

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.03</b>	<b>Opere di protezione caduta massi</b>		
01.03.R02	<p>Requisito: Riconoscibilità dei caratteri ambientali del luogo</p> <p>Garantire che gli interventi siano in armonia con le caratteristiche dell'ambiente sia costruito che naturale in cui si inseriscono.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Per interventi sul costruito e sul naturale, bisogna assicurare in particolare: <ul style="list-style-type: none"> <li>- la riconoscibilità dei caratteri morfologico strutturali del contesto;</li> <li>- la riconoscibilità della qualità percettiva dell'ambiente.</li> </ul> </li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 26.3.2008, n. 63; D.Lgs. 22.1.2004, n. 42; D.Lgs. 24.3.2006, n. 157; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo stabilizzazione parete</p> <p>Controllare la stabilizzazione dei versanti e/o della parete e che il materiale utilizzato sia ben ancorato; verificare che il sistema realizzato non abbia notevole impatto ambientale.</p>	Ispezione a vista	ogni mese

## Salvaguardia dei sistemi naturalistici e paesaggistici

### 01 - OPERE STRUTTURALI

#### 01.03 - Opere di protezione caduta massi

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.03</b>	<b>Opere di protezione caduta massi</b>		
01.03.R01	<p>Requisito: Adeguato inserimento paesaggistico</p> <p>Adeguato inserimento paesaggistico e rispetto delle visuali e dell'compatibilità morfologica del terreno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Dovranno essere rispettati i criteri dettati dalla normativa di settore.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 26.3.2008, n. 63; D.Lgs. 22.1.2004, n. 42; D.Lgs. 24.3.2006, n. 157; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo stabilizzazione parete</p> <p>Controllare la stabilizzazione dei versanti e/o della parete e che il materiale utilizzato sia ben ancorato; verificare che il sistema realizzato non abbia notevole impatto ambientale.</p>	Ispezione a vista	ogni mese

## Utilizzo razionale delle risorse

### 01 - OPERE STRUTTURALI

#### 01.01 - Opere di fondazioni profonde

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Opere di fondazioni profonde</b>		
01.01.R02	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</li> </ul>		
01.01.01.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</p>	Verifica	quando occorre

#### 01.02 - Opere di sostegno e contenimento

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Opere di sostegno e contenimento</b>		
01.02.R02	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.02.01.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</p>	Verifica	quando occorre

## INDICE

1) Conformità ai criteri ambientali minimi.....	pag.	<u>2</u>
2) Benessere visivo degli spazi esterni .....	pag.	<u>3</u>
3) Di stabilità .....	pag.	<u>4</u>
4) Integrazione Paesaggistica .....	pag.	<u>5</u>
5) Salvaguardia dei sistemi naturalistici e paesaggistici .....	pag.	<u>6</u>
6) Utilizzo razionale delle risorse .....	pag.	<u>7</u>

**Comune di Comeglians**  
Provincia di Udine

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN LOCALITA' SAN  
**COMMITTENTE:** GIORGIO DI COMEGLIANS LUNGO LA SR 355 ALLA PROGR. KM 13+800  
COMUNE DI COMEGLIANS

**IL TECNICO**

---

## **Conformità ai criteri ambientali minimi**

Il piano di manutenzione è conforme ai “**Criteri Ambientali Minimi**” (CAM), contenuti nell’Allegato del D.M. Ambiente dell’11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell’opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell’efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità).

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l’utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell’ambiente e per la mitigazione degli impatti climateranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell’aria interna dell’opera.

### **Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell’aria interna**

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell’impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l’inquinamento dell’aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell’impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell’aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

## 01 - OPERE STRUTTURALI

### 01.01 - Opere di fondazioni profonde

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.01</b> 01.01.01.C02	<b>Micropali</b> Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata. <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.01.C01	Controllo: Controllo struttura Controllare l'integrità della struttura verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni e/o spostamenti. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimentistrutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.). <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Cedimenti; 2) Deformazioni e spostamenti; 3) Distacchi murari; 4) Fessurazioni; 5) Lesioni; 6) Spostamenti/rotazioni; 7) Sostituzione degli elementi di assorbimento elastico</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

### 01.02 - Opere di sostegno e contenimento

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02.01</b> 01.02.01.C02	<b>Tiranti</b> Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata. <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale Controllare la stabilità delle strutture e l'assenza di eventuali anomalie. In particolare la comparsa di segni di dissesti evidenti (lesioni, principio di ribaltamento, ecc.) Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o di eventuali processi di carbonatazione e/o corrosione. Controllare l'efficacia dei sistemi di drenaggio. Nel caso di installazione di celle di carico verificare con cadenza mensile i valori di carico. <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Stabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Fenomeni di schiacciamento; 3) Lesioni; 4) Principi di ribaltamento; 5) Principi di scorrimento.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

### 01.03 - Opere di protezione caduta massi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.03.01</b>	<b>Barriere paramassi elastiche</b>		

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03.01.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che le reti siano efficienti e che non causino la fuoriuscita dei concii di pietra. Verifica il sistema deformativo per l'assorbimento dell'energia cinetica del masso impattante e, nel caso, provvedere alla sua sostituzione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di tenuta; 2) Perdita di materiale.</li> <li>Ditte specializzate: Giardiniere, Specializzati vari.</li> </ul>	Ispezione	ogni mese
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo stabilizzazione parete</p> <p>Controllare la stabilizzazione dei versanti e/o della parete e che il materiale utilizzato sia ben ancorato; verificare che il sistema realizzato non abbia notevole impatto ambientale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Adeguato inserimento paesaggistico; 2) Riconoscibilità dei caratteri ambientali del luogo; 3) Riduzione degli effetti di disturbo visivi.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di tenuta; 2) Erosione superficiale.</li> <li>Ditte specializzate: Giardiniere, Specializzati vari.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni mese

## INDICE

1) Conformità ai criteri ambientali minimi.....	pag.	2
2) 01 - OPERE STRUTTURALI .....	pag.	3
" 1) 01.01 - Opere di fondazioni profonde .....	pag.	3
" 1) Micropali .....	pag.	3
" 2) 01.02 - Opere di sostegno e contenimento .....	pag.	3
" 1) Tiranti .....	pag.	3
" 3) 01.03 - Opere di protezione caduta massi .....	pag.	3
" 1) Barriere paramassi elastiche .....	pag.	3

**Comune di Comeglians**  
Provincia di Udine

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN LOCALITA' SAN  
**COMMITTENTE:** GIORGIO DI COMEGLIANS LUNGO LA SR 355 ALLA PROGR. KM 13+800  
COMUNE DI COMEGLIANS

**IL TECNICO**

---

## **Conformità ai criteri ambientali minimi**

Il piano di manutenzione è conforme ai “**Criteri Ambientali Minimi**” (CAM), contenuti nell’Allegato del D.M. Ambiente dell’11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell’opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell’efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità). I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l’utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell’ambiente e per la mitigazione degli impatti climalteranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell’aria interna dell’opera.

### **Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell’aria interna**

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell’impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l’inquinamento dell’aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell’impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell’aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

## 01 - OPERE STRUTTURALI

### 01.01 - Opere di fondazioni profonde

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.01.01</b>	<b>Micropali</b>	
01.01.01.101	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p>In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.</p> <p>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</p>	quando occorre

### 01.02 - Opere di sostegno e contenimento

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.02.01</b>	<b>Tiranti</b>	
01.02.01.101	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previadiagnosi delle cause del difetto accertato.</p> <p>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</p>	quando occorre

### 01.03 - Opere di protezione caduta massi

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.03.01</b>	<b>Barriere paramassi elastiche</b>	
01.03.01.101	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previadiagnosi delle cause del difetto accertato.</p> <p>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</p>	quando occorre
01.03.01.102	<p>Intervento: Sistemazione reti</p> <p>Sistemare le reti in seguito ad eventi meteorici eccezionali e in ogni caso quando occorre.</p> <p>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</p>	quando occorre

# INDICE

1) Conformità ai criteri ambientali minimi .....	pag.	2
2) 01 - OPERE STRUTTURALI .....	pag.	3
" 1) 01.01 - Opere di fondazioni profonde .....	pag.	3
" 1) Micropali .....	pag.	3
" 2) 01.02 - Opere di sostegno e contenimento .....	pag.	3
" 1) Tiranti .....	pag.	3
" 3) 01.03 - Opere di protezione caduta massi .....	pag.	3
" 1) Barriere paramassi elastiche .....	pag.	3

## Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia


### Comune di Comeglians (UD)

# Lavori di messa in sicurezza del versante in località San Giorgio di Comeglians lungo la SR 355 alla progr. km 13+800

## Progetto esecutivo

- Relazione di calcolo
- Relazione illustrativa sui materiali
- Relazione geotecnica e delle fondazioni
- Relazione sismica

**ZS.01**

il progettista	il committente
dott. ing. Dario Fedrigo	Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A. 

file: 0207\_03\_zs\_0100000\_r00\_d00\_20231229\_rel calcolo.docx

Riproduzione vietata. Tutti i diritti riservati

0	29/12/2023	emissione	EM	DF	DF
revisione	data	motivazioni	redatto	approvato	autorizzato

## INDICE

<b>1. GENERALITÀ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
<b>4. RELAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>8</b>
4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	8
4.1.1. IDROGEOLOGICA .....	10
4.1.2. SISMICITÀ.....	10
4.1.3. ANALISI DI CADUTA MASSI.....	10
4.2. PARAMETRI DI PROGETTO .....	11
<b>5. ANALISI E VERIFICA DELLE FONDAZIONI.....</b>	<b>12</b>

## 1. GENERALITÀ

Il presente documento definisce l'intervento di messa in sicurezza del versante afferente alla SR 355 in località San Giorgio di Comeglians, alla progressiva km 13+800, in seguito al fenomeno di caduta massi avvenuto nel mese di ottobre 2023.



Figura 1: Localizzazione della zona di intervento rispetto all'abitato di Comeglians (fonte: Google Maps).

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una barriera paramassi ad elevato assorbimento di energia posizionata lungo la strada regionale al km 13+800 e avente lunghezza di 38 m.

Nello specifico delle analisi di caduta massi, è prevista una barriera paramassi di altezza non inferiore a 6 m e con energia di assorbimento caratteristica non inferiore a 3000 kJ, che è prevista posizionata opportunamente distante dalla strada al fine di evitare l'invasione della sede stradale della rete deformata a seguito dell'impatto con il masso in caduta. La rete ha lunghezza complessiva di 44 m definiti in n.4 campate da 8, 12, 12 e 12 m. La rete di progetto è la RMC 300/A di RISP S.r.l..

Per le fondazioni del montante è previsto un sistema a cavalletto composto da un micropalo di valle (in compressione) e da due micropali di monte (in trazione). Quello di valle è un tubolare Ø88.9 mm e spessore 10 mm in acciaio S355 J0H+N in foro da 152 mm con lunghezza minima in roccia di 6m e con lunghezza minima complessiva del palo di 10 m. I due pali di monte sono formati da una barra tipo Dywidag palo GEWI B500B Ø28 mm in foro da 114 mm con lunghezza in roccia minima di 4 m e con lunghezza minima complessiva di 7 m.

Per gli ancoraggi, sia per quelli di monte che per quelli laterali, sono previsti ancoraggi flessibili in doppia fune spiroidale Ø18 mm in fune da 37 fili da 1770 MPa di resistenza a rottura in foro Ø114 mm con lunghezza minima di 5 m in roccia e con lunghezza minima complessiva di 9 m.

L'intervento si colloca nel comune di Comeglians, appartenente alla zona 2 ai sensi della vigente classificazione sismica.

Il progetto delle strutture è condotto ai sensi delle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" introdotte dal D.M. 17/01/2018.

La vita nominale dell'opera è di 50 anni, con classe d'uso IV.

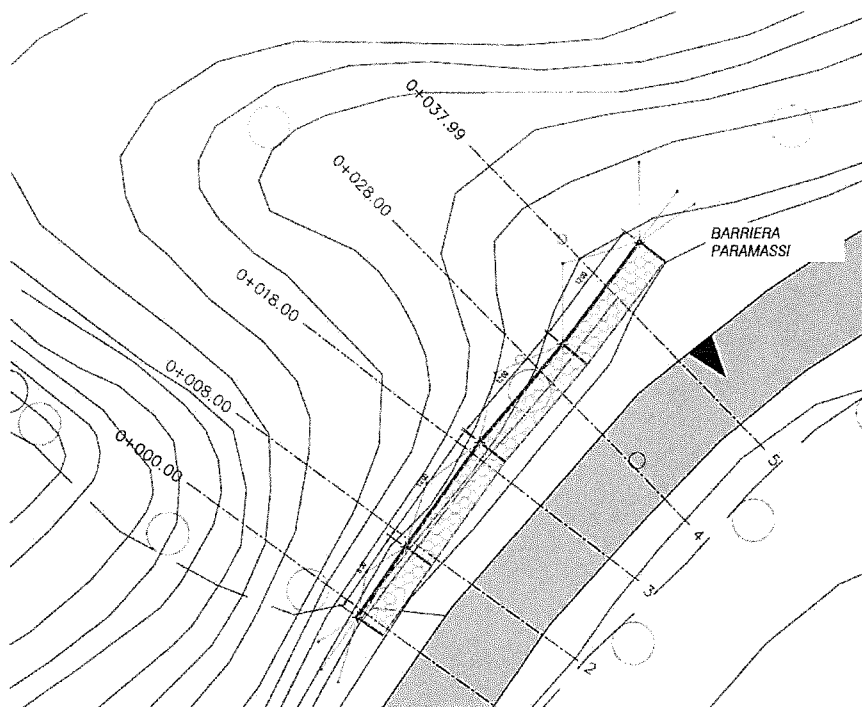


Figura 2: Planimetria con il posizionamento della barriera paramassi indicata in blu (in grigio la S.R.355).

**FONDAZIONE BARRIERA PARAMASSI**  
**tipo RMC 300\_A - 3000 kJ di RISP s.r.l.**

Sezione tipologica su versante detritico  
 1:100

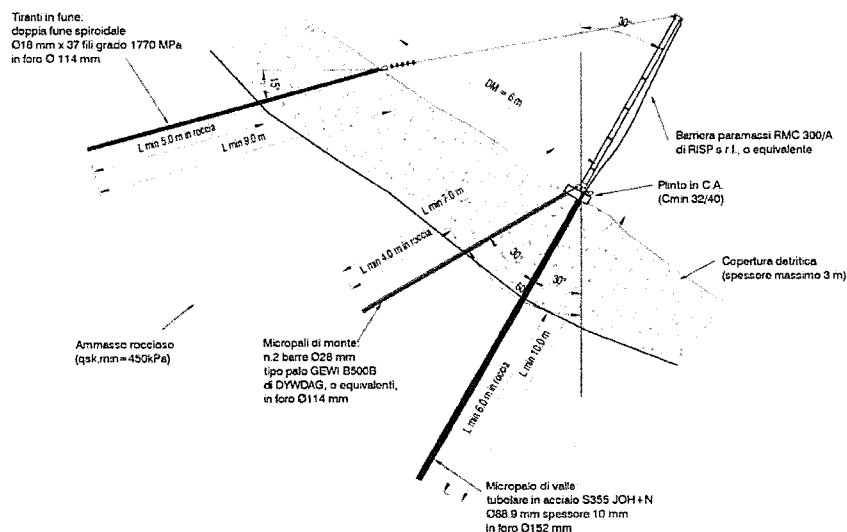


Figura 3: Sezione tipologica delle strutture di fondazione della barriera paramassi.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è svolto nell'ambito della normativa tecnica vigente:

- D.M. 17.01.2018 – “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n.7 del 21.01.2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni»” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Altre normative di riferimento, comunque adottate e a cui si è fatto riferimento, sono le seguenti:

- UNI EN 1992-1-1:2005 - “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- Legge 05/11/1971 n°1086: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- UNI EN 206-1:2006: “Resistenza e durabilità del calcestruzzo strutturale”.
- D.G.R. n. 845 del 06.05.2010 – “Classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia-Giulia”.
- UNI EN 1537:2013 – “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Tiranti di ancoraggio”.
- UNI EN 11211-4:2018 – “Opere di difesa dalla caduta massi – Parte 4: Progetto definitivo e esecutivo”

### 3. RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI

#### Boiaccia cementizia per iniezioni di micropali e di tiranti:

Si impiega una boiaccia cementizia avente classe equivalente minima di resistenza (resistenza cubica caratteristica a 28 gg.):

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa} \quad (\text{C32/40})$$

La miscela sarà confezionata secondo le caratteristiche della **classe di esposizione XC2-XA4**, così come definita dalla Norma UNI EN 206/14 e UNI 11104/16, e sarà additivata con antiritiro accelerante tipo "Flowcable" o similare.

#### Calcestruzzo per strutture gettate in sito:

Si impiega un calcestruzzo di classe minima (resistenza cubica caratteristica a 28 gg.):

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa} \quad (\text{C32/40})$$

con le seguenti caratteristiche meccaniche e di resistenza:

$$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 3.02 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 2.12 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 33346 \text{ N/mm}^2$$

- tensioni allo stato limite ultimo

$$f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2 \quad (\alpha_{cc} = 0.85; \gamma_c = 1.5)$$

$$f_{ctd} = 1.41 \text{ N/mm}^2 \quad (\gamma_c = 1.5)$$

- tensioni allo stato limite esercizio

$$\sigma_c = 0.6 f_{ck} = 19.2 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{nella c.c. rara})$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{nella c.c. quasi permanente})$$

confezionato secondo le caratteristiche della **classe di esposizione XF1-XC4-XA2** come definita dalla Norma UNI EN 206/14 e UNI 11104/16. Per il calcestruzzo gettato in opera si prescrive una **classe di consistenza S4**. Copriferro minimo 40 mm.

#### Acciaio da c.a.:

Per le armature in barra si impiega un acciaio ad aderenza migliorata del tipo:

B450C

controllato in stabilimento, con le seguenti caratteristiche di resistenza:

$$f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$$

che soddisfino i seguenti rapporti minimi:

$$f_{yk} \geq f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$1.15 \leq (f_t / f_y)_k < 1.35$$

$$(f_{y,eff} / f_{y,nom}) \leq 1.25$$

$$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$$

- tensioni di progetto allo stato limite ultimo

$$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2 \quad (\gamma_s = 1.15)$$

- tensioni di progetto allo stato limite di esercizio

$$\sigma_s = 0.8 f_{ck} = 360 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{nella c.c. rara})$$

#### Acciaio per pali di fondazione dei montanti:

##### Tubolari da micropali (palo di valle a compressione)

Si impiega un acciaio tipo:

**S355 J0H+N** (o equivalente)

conforme a quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018 al p.to 4.2.1.1, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

**Barre a sezione piena (pali di monte a trazione)**

Si impiegano barre in acciaio tipo Dywidag palo GEWI B500B Ø28 mm, o equivalenti, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$F_{yk} \geq 308 \text{ kN}$$

$$F_{tk} \geq 339 \text{ kN}$$

**Acciaio per tiranti di fondazione (rete e montati):**

Si impiegano funi spiriodali in acciaio Ø18 mm a 37 fili, o equivalenti, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$F_{tk} \geq 294 \text{ kN (} f_{tk} \geq 1770 \text{ MPa)}$$

## 4. RELAZIONE GEOTECNICA

L'intervento in esame è localizzato in località San Giorgio di Comeglians, lungo la SR 355 alla progressiva km 13+800.

Il sito in esame è stato oggetto di studio e di specifici sopralluoghi ed indagini in sito ad opera del dott. geologo Massimo Valent, che, nello specifico, hanno riguardato:

- Reperimento di informazioni di natura geologica da fonti bibliografiche, da colloqui con gli abitanti e con i tecnici dei Pubblici Uffici.
- Esecuzione di un dettagliato rilievo geologico-tecnico in sito.
- Prove sismiche in sito.
- Rilievo di back analysis di un masso caduto nell'ottobre 2023.
- Esecuzione di una perforazione a distruzione di nucleo.
- Modellazione e analisi 2D della caduta massi lungo le sezioni di progetto con il software Rockfall.

Le analisi e le elaborazioni di interesse sono riportate nella relazione geologica redatta dal dott. geol. Massimo Valent alla quale si rimanda per un maggiore approfondimento circa le considerazioni riassuntive nel seguito descritte.

### 4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per la zona in esame si registra la presenza di un versante caratterizzato da pericolosità geologica per fenomeni di crollo diffusi e direttamente afferente alla Strada Regionale, in corrispondenza della Rupe di San Giorgio.

A causa dell'evidenza di fenomeni di crollo, sono già presenti una serie di opere di difesa passiva di vecchia concezione, quali una rete paramassi e delle reti in aderenza.

L'intervento in progetto prevede la riduzione della pericolosità riconosciuta ufficialmente come "elevata P4 – 0300290300" (Autorità di Bacino, Distretto Alpi Orientali) per fenomeni di crollo diffusi; il versante in esame risulta essere stato recentemente oggetto di pulizia verde, con il taglio delle piante ad alto fusto.

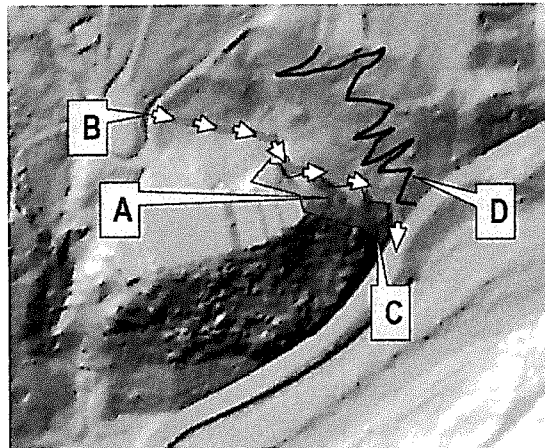
La falesia in esame possiede un andamento assai irregolare, risultando caratterizzata da rotture di pendenza fino alle quote più elevate. Il dislivello fra il piano stradale e la sommità della rupe risulta piuttosto pronunciato e pari a oltre 70m. Si tratta di una parete rocciosa soggetta ad elevata pericolosità da crollo (PAI P4) per la presenza di affioramenti lapidei detensionati, talora parzialmente disarticolati, con blocchi di crollo in equilibrio precario o bloccati dalla vegetazione.

Le analisi in sito, eseguite anche mediante l'utilizzo di funi e imbrago, hanno messo in luce alcuni settori particolarmente critici con volumi rocciosi potenzialmente instabili che possono superare il metro cubo. L'elevato grado di fratturazione ed i gradi di libertà che caratterizzano tali affioramenti rendono particolarmente difficoltosa la messa in sicurezza con presidi attivi (reti in aderenza armata e/o pannelli fune) senza consistente riprofilatura. Si ritiene a tal proposito che le azioni di perforazione per la messa in opera di eventuali protezioni attive possano in questo momento risultare particolarmente invasive e quindi pericolose anche per gli operatori;

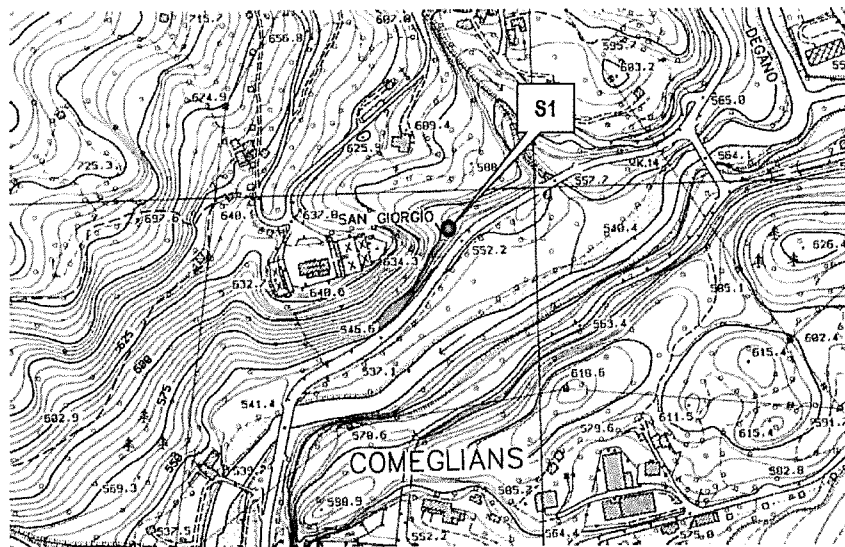
Si riportano in figura seguente le aree di interesse caratterizzate da blocchi instabili. Nello specifico si individuano:

- Falesia nord-est del Colle S. Giusto (A). La massa rocciosa che costituisce il costone instabile appartiene alla Formazione del Bellerophon e risulta costituita da bancate pluridecimetriche di dolomie e calcari dolomitici nocciola e grigi, sovrastati da gessi e da marne gessose.
- Incisione (B) aderente al costone lapideo A, alimentata saltuariamente e solo in occasione di forti piogge; essa risulta priva di recapito e regimazione all'intersezione con la viabilità regionale; è presente anche una cavità (C).
- Sentiero con muri in pietrame a secco (D), spesso disarticolate e parzialmente crollate.

NOTA: la presenza di gessi nella zona a monte dell'intervento di progetto determina la necessità di utilizzare miscele cementizie opportunamente additivate per resistere all'attacco dei solfati, presenti nelle acque di ruscellamento superficiale e profondo, al fine di evitare l'esfoliazione del manufatto cementizio (perdita di aderenza con il substrato roccioso e/o deterioramento del plinto di fondazione del montante e/o perdita di protezione dall'ossidazione dell'acciaio).



- Da 0.0 a -3.9 m: ghiaietto limo argilloso con ciottoli (trovante: blocco lapideo)
- Da -3.9 a -5.0 m: massa rocciosa carbonatica alterata e fratturata
- Da -5.0 a -8.5 m: massa rocciosa carbonatica fratturata.  
(nel corso della perforazione non è stata intercettata falda o venute d'acqua).



Pertanto si può considerare una stratigrafia media come di seguito schematizzato:

- Peso di volume naturale:  $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$   
 Peso di volume saturo:  $\gamma_{\text{sat}} = 2.0 \text{ t/m}^3$

Angolo di attrito di picco:	$\phi' = 33^\circ$
Coesione efficace:	$c' = 5 \text{ kPa}$
Densità relativa:	$D_r = 50\%$

**Litologia M1 – Massa rocciosa per lo più Dolomitica fratturata appartenente alla F.ne Bellerophon**

Peso di volume naturale:	$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$
Peso di volume saturo:	$\gamma_{\text{sat}} = 2.6 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito di picco:	$\phi' = 30^\circ$
Coesione efficace:	$c' = 180 \text{ kPa}$
Volume roccioso unitario:	$\text{VRU} = \text{dm}^3/\text{m}^3$

Inoltre, in relazione si indicano i seguenti range di tensione di aderenza unitaria:

- Detrito di falda  $\rightarrow 2.0 \text{ kg/cm}^2$
- Massa rocciosa alterata  $\rightarrow 3.0\text{--}4.0 \text{ kg/cm}^2$
- Massa rocciosa non alterata  $\rightarrow 5.0\text{--}7.0 \text{ kg/cm}^2$

#### 4.1.1. Idrogeologica

Al tetto e all'interno dell'orizzonte litoide possono manifestarsi venute d'acqua a regime occasionale.

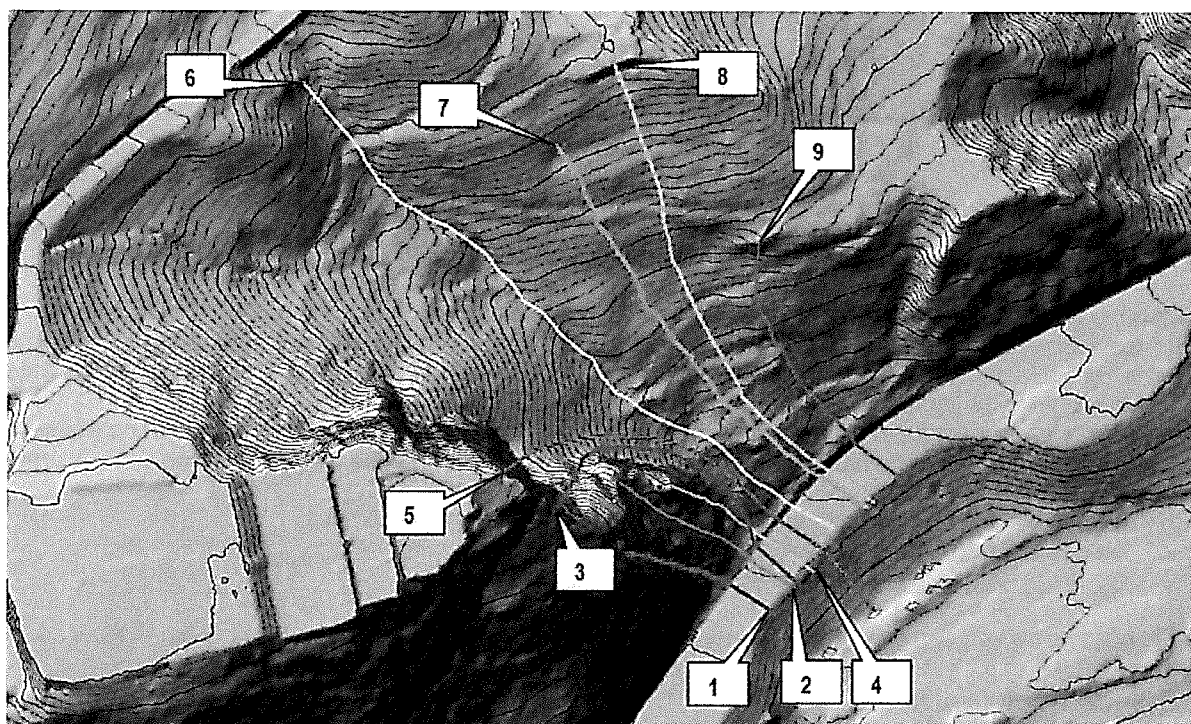
#### 4.1.2. Sismicità

Il sito in esame è situato nel comune di Coglians, appartenente alla Zona 2 ai sensi della vigente classificazione sismica. Il periodo di riferimento dell'azione sismica è di 100 anni. La Categoria di Sottosuolo è B e la Categoria Topografica è T2.

#### 4.1.3. Analisi di caduta massi

L'analisi di caduta massi è di tipo 2D e svolta con il software Rockfall. Si riporta nell'immagine seguente le sezioni di verifica di caduta massi e in tabella i risultati dell'analisi.

Dalle analisi si osserva che la massima energia d'impatto è di 2080 kJ e che la massima altezza di impatto è di 4.92 m.



Sezione ID	Salto max (m)	Energia cinetica (Kj)	Note
1	2.27m	2.080 Kj	Massi fermati dalla barriera 100%
2	4.92m	1.603 Kj	Massi fermati dalla barriera 100%
3	0.20m	295 Kj	Massi fermati dalla barriera 100%
4	3.24m	1.370 Kj	Massi fermati dalla barriera 100%

5	1.87m	756 Kj	Massi fermati dalla barriera 100%
6	0.00m	0.00 Kj	I blocchi si arrestano naturalmente a monte della barriera
7	0.00m	0.00 Kj	I blocchi si arrestano naturalmente a monte della barriera
8	0.00m	0.00 Kj	I blocchi si arrestano naturalmente a monte della barriera
9	0.00m	0.00 Kj	I blocchi si arrestano naturalmente a monte della barriera

## 4.2. PARAMETRI DI PROGETTO

Si riportano nel seguito i parametri utilizzati per la verifica e il dimensionamento della barriera paramassi.

Per quanto riguarda la tensione di aderenza bulbo-terreno si fa riferimento alla sola resistenza offerta dalla porzione di fondazione in roccia carbonatica per la quale si considera una tensione di aderenza caratteristica:

- $q_{sk} = 0.450 \text{ MPa}$

Per quanto riguarda le caratteristiche sismiche dell'area, la struttura risulta relativamente leggera e gli effetti sismici sono trascurati e considerati automaticamente soddisfatti.

Per quanto riguarda la capacità di progetto della rete, la Norma UNI 11211-4:2018 definisce un coefficiente amplificativo scelto dal Progettista variabile tra 1.0 e 1.2 da applicare all'energia sollecitante, oltre ad un coefficiente di sicurezza di 1.2 da applicare ai valori energetici MEL e SEL. Si ottiene dunque:

- $E_{Ed} = 2080 \text{ kJ} \leq E_{Rd} = 3000 \text{ kJ} / (1.2 \cdot 1.2) = 2083 \text{ kJ}$

## 5. ANALISI E VERIFICA DELLE FONDAZIONI

La barriera paramassi di progetto è la RMC 300/A di RISP s.r.l. con capacità MEL di 3136 kJ. Si riportano in figura seguente i carichi di progetto caratteristici per il test MEL.

FONDAZIONI RMC 300/A	
CARICHI DI PROGETTO (RISULTANTI DALLE FORZE REGISTRATE DALLE CELLE DI CARICO DURANTE IL TEST MEL)	
Carico di trazione sugli ancoraggi laterali (valore max)	300.00 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte (valore max)	243.40 kN
Carico di compressione alla base dei montanti (valore max)	275.55 kN
Carico di taglio alla base dei montanti (valore max)	207.63 kN

Gli ancoraggi laterali e quelli di monte sono di tipo flessibile e realizzati mediante una doppia fune spiroidale Ø18 mm a 37 fili con resistenza caratteristica di 297 kN/fune (resistenza specifica 1770 MPa), in accordo con UNI EN 12385-10. In fase progettuale, il dimensionamento dell'ancoraggio è definito in funzione della massima azione agente di 300 kN relativa agli ancoraggi laterali.

Si riportano nel format seguente l'azione e le resistenze di progetto lato armatura (resistenza acciaio e aderenza acciaio-miscela cementizia) e lato geotecnica di resistenza all'estrazione dell'ancoraggio. In merito alla verifica geotecnica, si considerano il coefficiente parziale di 1.2 per i tiranti d'ancoraggio permanenti e il fattore di correlazione della resistenza caratteristica relativa ad una verticale d'indagine di 1.80, come previsto da NTC2018.

La resistenza di progetto della doppia fune in acciaio è di 356 kN (C.S.=1.19).

La lunghezza d'ancoraggio di progetto del tirante è di 5.0 m (C.S.=1.24).

### ANCORAGGI FLESSIBILI (approccio A1+M1+R3 con coeff. per tiranti)

#### Azione di progetto

Fk trazione [kN] =	300
Coefficiente parz. azione =	1,0
Fd trazione [kN] =	300

#### Resistenza di progetto dell'acciaio (NB:FUNE)

Rk [kN] =	588	DOPPIA FUNE spiroidale Ø18 mm con resistenza minima a rottura di 1770 MPa N.fili 37 come da norma UNI EN 12385-10
Coefficiente parz. acciaio =	1,65	
Rd [kN] =	356	
C.S.=	1,19	

#### Resistenza adesione acciaio-bulbo

fck [MPa] =	20
fctm [MPa] =	2,2
fctk [MPa] =	1,5
Ø fune singola [mm] =	18
sez. fune singola [mm²] =	189
Øequivalente fune doppia [mm] =	21,9
η1 =	0,7
η2 =	1
Coefficiente parz. calcestruzzo =	1,5
fbd [MPa] =	1,62
L [m] =	2,68
Lunghezza assunta [m] =	3,00
Resistenza in trazione [kN] =	336
C.S.=	1,12

OK

#### Resistenza fondazione trazione/compressione

Øperforazione [mm] =	114
coeff perforazione =	1,0
ξa =	1,8
γR permanenti =	1,2
qs [MPa] =	0,45
L trazione [m] =	4,02
Lunghezza assunta [m] =	5,00
Resistenza in trazione [kN] =	373
C.S.=	1,24

OK

Per quanto riguarda la fondazione del montante, si osserva che è prevista la seguente configurazione:

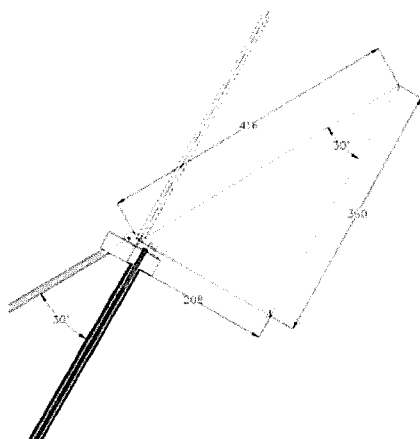
- N.1 palo di valle (compressione) → micropalo Ø88.9 mm e spessore 10 mm in S355
- N.2 barre di monte (trazione) → palo GEWI B500B Ø28 mm

Il sistema a cavalletto è caratterizzato dal palo di valle in asse al montante e dalle barre di monte ruotate verso monte di 30° rispetto allo stesso palo di valle.

Tenuto conto della configurazione geometrica delle fondazioni si ottiene che lo stato di sollecitazione in fondazione, dovuto all'azione di compressione C e a quella di taglio V, risulta:

- Elemento in compressione =  $C + V/\tan 30^\circ = 276 + 208/\tan 30^\circ = 636 \text{ kN}$
- Elementi in trazione =  $V/\sin 30^\circ = 416 \text{ kN}$

Si riporta in immagine seguente la scomposizione delle forze relativa al taglio V (freccia blu) per la configurazione geometrica adottata dove si osserva l'azione di trazione sulle barre di monte (freccia rossa) e l'incremento dell'azione di compressione sul palo di valle (freccia magenta).



Si riportano nel format seguente l'azione e le resistenze di progetto lato armatura (resistenza acciaio e aderenza acciaio-miscela cementizia) e lato geotecnica di resistenza laterale della fondazione.

In merito alla verifica geotecnica, si considerano il coefficiente parziale di 1.25 per la resistenza laterale dei pali in trazione, il coefficiente parziale di 1.15 per il palo in compressione e il fattore di correlazione della resistenza caratteristica relativa ad una verticale d'indagine di 1.70, come previsto da NTC2018.

La resistenza di progetto della doppia barra GEWI è di 536 kN (C.S.=1.29).

La lunghezza d'ancoraggio di progetto delle barre in trazione è di 4.0 m (C.S.=1.46).

La resistenza di progetto del micropalo è di 765 kN (C.S.=1.20).

Il coefficiente moltiplicativo all'instabilità è di circa 12 per un modulo del terreno assunto relativamente basso di 40'000 kN/mc (>10.0 valore minimo accettabile per aste a coefficiente euleriano).

La lunghezza d'ammorsamento di progetto del palo in compressione è di 6.0 m (C.S.=1.04 + contributo di punta non quantificato).

Inoltre, la verifica a schiacciamento della miscela cementizia definisce una pressione di compressione di 19.3 MPa <  $f_{cd} = 1.0 \cdot 32 / 1.5 = 21.3 \text{ MPa}$  (per carichi di breve durata), come riportato nel format seguente.

#### Verifica stato di compressione cls

Area cls [mmq] =	15659
Area acciaio [mmq] =	2477
Area ideale [mmq] =	33001
sigma compressione [MPa] =	19,28
fcd 32/40 [MPa] =	21,33

**FONDAZIONI ALLA BASE DEI MONTANTI (approccio A1+M1+R3 con coeff. per pali trivellati)**Azione di progetto

Fk trazione [kN] =	0	
Fk compressione [kN] =	276	
Fk taglio [kN] =	208	
Coefficiente parz. azione =	1,0	
Angolo inclinazione barre di monte [°] =	30	
Angolo inclinazione barre di monte [rad] =	0,5236	
<b>Fd trazione [kN] =</b>	<b>416</b>	636
<b>Fd compressione [kN] =</b>	<b>636</b>	655

Resistenza di progetto della barra STRBarra in trazione

Barra Ø [mm] =	28,0	N.2 Pali GEWI B500B Ø28 mm
Barra sezione [mm <sup>2</sup> ] =	616,0	
Barra acciaio fyk [MPa] =	500	
n. barre =	2	
Ryk [kN] =	616,0	
Coefficiente parz. acciaio =	1,15	
<b>Ryd [kN] =</b>	<b>536</b>	OK
C.S. =	1,29	

Micropalo in compressione

Micropalo Øesterno [mm] =	88,9	Micropalo Ø88,9 mm - sp.10 mm
Micropalo spessore [mm] =	10,0	
Micropalo Øinterno [mm] =	68,9	
Micropalo sezione [mm <sup>2</sup> ] =	2477,5	
Micropalo acciaio fyk [MPa] =	355	
Ryk [kN] =	879,5	
Coefficiente parz. acciaio =	1,15	
<b>Ryd [kN] =</b>	<b>765</b>	OK
C.S. =	1,20	

Verifica instabilità elemento compresso

J [mm <sup>4</sup> ] =	10871613	
coeff omogeneizzazione cls-acc, n =	15	
coeff partecipazione cls-acc, K <sub>t</sub> =	1,0	Coefficiente compreso tra 0 e 1,0
Modulo elastico acciaio, E [MPa] =	210000	
Modulo Winkler terreno, W [daN/cm <sup>3</sup> ] =	4	
Modulo Winkler terreno, W [kN/m <sup>3</sup> ] =	40000	
Modulo Winkler terreno, W [N/mm <sup>3</sup> ] =	0,04	
β [N/mm <sup>2</sup> ] =	6,08	
Carico critico, P <sub>k</sub> [kN] =	7451	
Coeff. moltiplicativo, η =	11,7	

**Resistenza adesione acciaio-bulbo STR**
**Barra in trazione**

fck [MPa] =	32
fctm [MPa] =	3,0
fctk [MPa] =	2,1
Øbarra [mm] =	28,0
η1 =	0,7
η2 =	1
Coefficiente parz. calcestruzzo =	1,5
fbd [MPa] =	2,22
L [m] =	2,13
Lunghezza assunta [m] =	3,00
Resistenza di aderenza [kN] =	586

OK

**Micropalo in compressione**

fck [MPa] =	32
fctm [MPa] =	3,0
fctk [MPa] =	2,1
Ømicropalo [mm] =	88,9
η1 =	0,7
η2 =	0,431
Coefficiente parz. calcestruzzo =	1,5
fbd [MPa] =	0,96
L [m] =	2,38
Lunghezza assunta [m] =	3,00
Resistenza di aderenza [kN] =	802

OK

**Resistenza fondazione trazione/compressione GEO**
**Barra in trazione**

Øperforazione [mm] =	114
coeff perforazione trazione =	1,00
ξa =	1,7
γR later trazione =	1,25
qs [MPa] =	0,45
n. barre =	2
L trazione minima [m] =	2,7
Lunghezza assunta [m] =	4,00
Resistenza in trazione [kN] =	606
C.S. =	1,46

OK

**Micropalo in compressione**

Øperforazione [mm] =	152
coeff perforazione compressione =	1,00
ξa =	1,7
γR later compressione =	1,15
qs [MPa] =	0,45
L compressione minima [m] =	5,8
Lunghezza assunta [m] =	6,00
Resistenza in compressione [kN] =	659
C.S. =	1,04

OK

