

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO**

**S.P.163 della Castagnola – Frana Carbonasca  
Pozzi drenanti strutturali  
Piano di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. E.Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R O	N V 1 4 0 0	0 0 3	A

**Progettazione :**

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	A. Maffeis	05/11/2014	P. Romani	06/11/2014	A. Palomba	07/11/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione cartiglio	A. Maffeis	27/07/2015	P. Romani	27/07/2015	A. Mancarella	28/07/2015	

n. Elab.: File: IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 11</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. GENERALITÀ .....		4
1.1. Oggetto .....		4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....		6
3. STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO .....		7
3.1. Tipologia di strumentazione .....		7
3.2. Piezometri a tubo aperto .....		7
3.3. Inclinatori .....		7
3.4. Mire ottiche .....		7
3.5. Barre estensimetriche .....		8
3.6. Celle di pressione .....		8
3.7. Sintesi strumentazione di monitoraggio .....		8
4. PROGRAMMA DI LETTURA E SOGLIE .....		10
4.1. Tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio .....		10
4.2. Tempistica di lettura della strumentazione di monitoraggio .....		10
4.3. Modalità di lettura della strumentazione di monitoraggio .....		10
4.4. Soglie di normalità, di attenzione e di allarme .....		11

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 4 di 11

## 1. GENERALITÀ

### 1.1. Oggetto

Oggetto della presente relazione è la descrizione della strumentazione di monitoraggio prevista per il controllo dello stato tensionale e deformativo dei pozzi drenanti strutturali di consolidamento della frana "Carbonasca", nell'ambito dei lavori di adeguamento della S.P.163 della Castagnola tra Borgo Fornari (GE) e Voltaggio (AL) nel tratto tra le progressive 9+080 e 9+560 (NV14).

Vengono in particolare presi in esame i seguenti aspetti:

- Descrizione della strumentazione per il monitoraggio dei livelli di falda
- Descrizione della strumentazione per il monitoraggio degli spostamenti del versante a monte e a valle dei pozzi
- Descrizione della strumentazione per il monitoraggio dello stato tensionale all'interno della struttura in c.a. del pozzo
- Programma di lettura della strumentazione
- Modalità di lettura della strumentazione
- Definizione delle soglie di "normalità", di "attenzione" e di "allarme" per l'opera in progetto.

Rimandando agli specifici elaborati grafici per i dettagli, ai fini della presente si osserva che l'intervento di consolidamento prevede la realizzazione di n.5 pozzi drenanti strutturali di lunghezza pari a 27m posizionati ad interasse pari a 16m lungo il tratto iniziale della WBS NV14, interessato dai fenomeni di dissesto che hanno coinvolto la sede stradale nella primavera 2013 (per maggiori dettagli si rimanda alla *Relazione Geotecnica*).

Nel tratto a sezione piena (altezza pari a 14.00m) i pozzi presentano un diametro esterno pari a 7.50m mentre nel tratto a sezione cava (di altezza pari a 12.70m) il diametro esterno è sempre pari a 7.50m mentre il diametro interno è pari a 4.50m (spessore pareti pari a 1.50m). La copertura del pozzo viene realizzata con una soletta di spessore pari a 30cm gettata previa posa di predalles autoportanti.

Per il sostegno in fase di scavo fino al raggiungimento del substrato roccioso si prevede la realizzazione di una coronella di micropali 168.3/10mm disposti ad interasse pari a 0.40m e di lunghezza pari a 20m, contrastata da centine metalliche costituite da due profili HEB160 accoppiati e disposte ad interasse pari a 2.50m; per il sostegno in fase di scavo fino a quota fondo pozzo si prevede un avanzamento per conci di sottomurazione di altezza pari a 1.00m con posa di un rivestimento provvisorio costituito da 1+1 centine metalliche costituite da profili HEB120 e da uno strato di spitz-beton di spessore pari a 20cm armato con doppia rete elettrosaldata  $\phi 10$  passo 20x20cm.

Per l'intercettazione delle acque di circolazione all'interno del corpo di frana sono previsti n.3 ordini di dreni sub-orizzontali disposti a raggiera ad interasse verticale pari a 2.0m; i dreni presentano una lunghezza pari a 40m e diametro pari a 4" (diametro di perforazione pari a 120mm) mentre l'inclinazione rispetto all'orizzontale è variabile tra 5° e 10°.

In figura n.1.1 è illustrata la sezione tipologica dei pozzi strutturali in progetto.

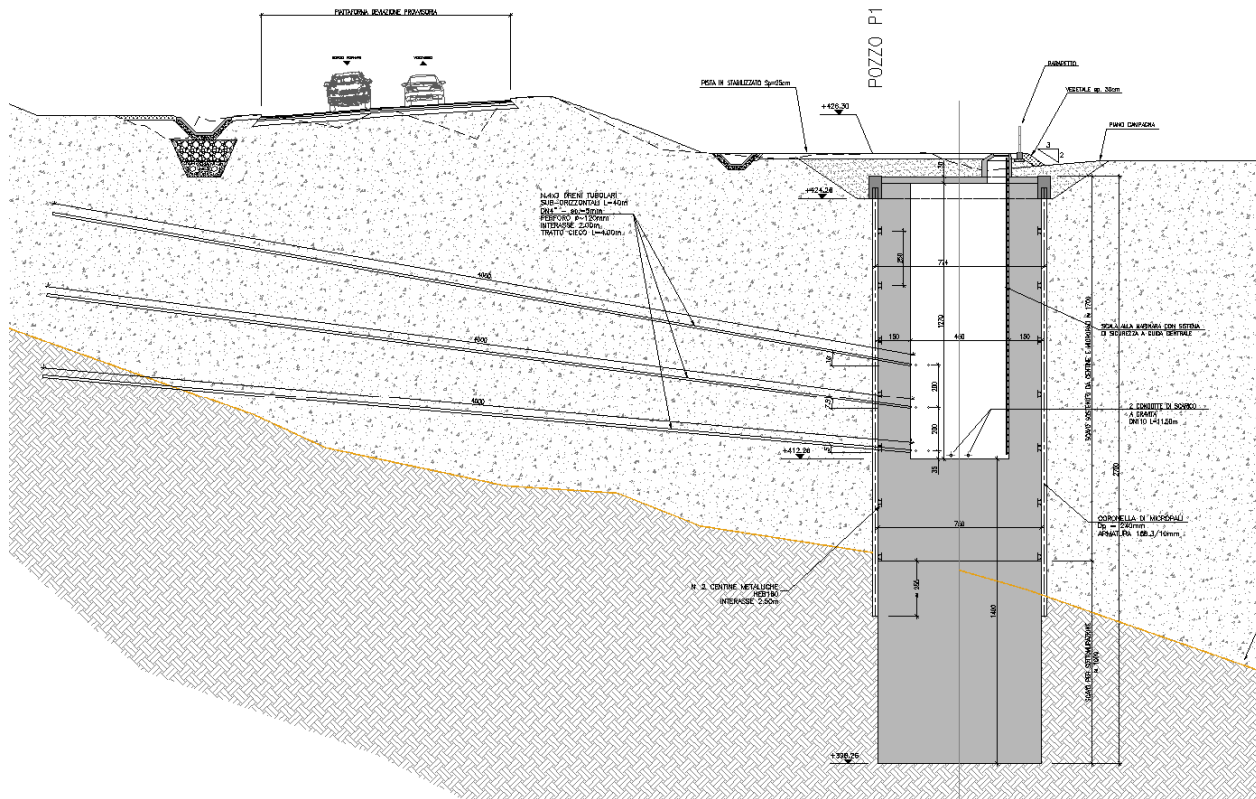


Figura n.1.1 – Sezione tipologica pozzi drenanti strutturali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 6 di 11

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.M. Infr. e Trasp.	05.11.2001 (*)	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
D.M. Infr. e Trasp.	22.04.2004, n. 67/S (*)	Modifiche al D.M. 05/11/2001
D.M. LL.PP.	16.01.1996	Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
Circ.Min.LL.PP.	04.07.1996, n.156AA	Istruzioni relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/96.
Legge	05.11-1971, n. 1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
D.M. LL.PP.	09.01.1996	Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
D.M. LL.PP.	04.05.1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
D.M. LL.PP.	11.03.1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
D.M. LL.PP.	16.01.1996	Norme Tecniche per le costruzioni in Zone Sismiche.
Ordinanza P.C.M.	20.03.2003, n. 3272 (**)	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
D.Lgs	30.04.1992, n. 285	Codice della strada.
D.P.R.	16.12.1992, n, 495	Regolamento di attuazione del codice della strada.
D.P.R.	24.07.1996, n. 503	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

### NOTE

- (\*) Norma non cogente in quanto trattasi di adeguamento funzionale
- (\*\*) Normativa impiegata solo per la classificazione sismica del territorio nazionale

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 7 di 11

### 3. STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

#### 3.1. Tipologia di strumentazione

Si riporta di seguito il dettaglio della tipologia di strumentazione prevista per il monitoraggio dell'opera in oggetto:

- Monitoraggio livelli di falda → Piezometri a tubo aperto
- Monitoraggio spostamenti versante → Inclinatori
- Monitoraggio spostamenti testa pozzo → Mire ottiche
- Monitoraggio stato tensionale nel pozzo → Barre estensimetriche e celle di carico

Per la descrizione della strumentazione sopra elencata si rimanda ai paragrafi seguenti. Per maggiori dettagli circa l'ubicazione degli strumenti di monitoraggio si rimanda allo specifico elaborato grafico.

#### 3.2. Piezometri a tubo aperto

Si prevede la realizzazione di N.2 piezometri a tubo aperto (P01, P02) costituiti da tubi in PVC da 1.5", di lunghezza pari a 30m finestrati su tutta lunghezza, da ubicarsi lungo la linea di massima pendenza del versante tra i pozzi P2 e P3 (piezometro P01) e circa 30m a valle del pozzo P3 (P02).

I piezometri dovranno essere protetti da apposito chiusino metallico e dovranno rimanere accessibili ed in funzione per tutta la durata del cantiere ed al termine dei lavori, per consentire il monitoraggio della falda anche durante l'esercizio dell'opera.

#### 3.3. Inclinatori

Si prevede la realizzazione di N.4 inclinatori (I01, I02, I03, I04). Gli inclinatori I01, I02 e I03 saranno costituiti da tubi di alluminio di lunghezza pari a 55m, alloggiati e cementati con boiaccia all'interno di apposite perforazioni aventi diametro pari a 101mm e posizionati lungo la linea di massima pendenza del versante tra il pozzo P2 ed il pozzo P3, alle seguenti distanze da centro pozzo:

- Inclinatorio I01: circa 50m a monte
- Inclinatorio I02: circa 10m a monte
- Inclinatorio I03: circa 30m a valle

L'inclinatorio I04 avrà lunghezza pari a 30m e sarà realizzato direttamente all'interno di uno dei micropali previsti per il sostegno provvisorio dello scavo; in questo caso il micropalo dovrà avere una lunghezza almeno pari alla lunghezza del tubo inclino metrico (30m).

#### 3.4. Mire ottiche

Si prevede il monitoraggio topografico della testa del pozzo P3 mediante la posa di N.4 mire ottiche su appositi plintini di appoggio resi solidali con la soletta di copertura del pozzo stesso. Le mire saranno posizionate in corrispondenza del bordo esterno del pozzo e disposte ad intervalli di 90° in modo da disporre di una coppia di mire ottiche orientata secondo la linea di massima pendenza del versante ed una coppia di mire ottiche orientata ortogonalmente alla linea di massima pendenza del versante.

Si prevede inoltre il monitoraggio del versante in frana mediante la posa N.6 mire ottiche da ubicarsi sul piano di campagna locale previa realizzazione di appositi plintini di fondazione. Tali mire saranno distribuite opportunamente in modo tale da ottenere due allineamenti costituiti da N.3 mire allineate secondo la linea di

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 8 di 11

massima pendenza del versante. Le letture topografiche verranno eseguite mediante stazione totale da posizionarsi in una zona che consenta la visuale di tutte le mire e che risulti esterna all'area di influenza delle opere in progetto.

### 3.5. Barre estensimetriche

Si prevede il monitoraggio dello stato tensionale del pozzo (calcestruzzo e barre di armatura) mediante il posizionamento di barrette estensimetriche a corda vibrante in grado di monitorare lo stato tenso-deformativo della struttura nelle tre direzioni (tangenziale, radiale e verticale).

Nello specifico si prevede di strumentare N. 4 sezioni del pozzo P3 come di seguito indicato:

- SEZIONE 1: z = 12m da estradosso soletta di copertura (sezione cava)
- SEZIONE 2: z = 16m da estradosso soletta di copertura (sezione piena)
- SEZIONE 3: z = 18m da estradosso soletta di copertura (sezione piena)
- SEZIONE 4: z = 23m da estradosso soletta di copertura (sezione piena)

Su ognuna delle sezioni strumentate sopra elencate le barrette estensimetriche dovranno essere disposte lungo il bordo esterno del pozzo ad intervalli di 120°.

### 3.6. Celle di pressione

Si prevede il monitoraggio del regime di pressione agente lungo la superficie di base del pozzo P3 mediante la posa di una terna di celle di pressione disposte ad intervalli di 120° da predisporre a fondo scavo prima della realizzazione dei getti.

### 3.7. Sintesi strumentazione di monitoraggio

Nella seguente tabella n.3.1 sono riassunte le strumentazioni previste per il monitoraggio geotecnico del versante in frana e dei pozzi di consolidamento previsti in progetto.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 9 di 11

TIPOLOGIA STRUMENTO	QUANTITA'	LUNGHEZZA	UBICAZIONE	NOTE
Piezometri a tubo aperto	N.2	30m	P01 tra pozzo P2 e P3 P02 30m a valle di P2	Protezione con chiusino metallico
Inclinometri	N.4	30/55m	Tra pozzo P2 e P3 lungo linea max pend. versante. I01 (L=55m): 50m a monte I02 (L=55m): 10m a monte I03 (L=55m): 30m a valle I04 (L=30m): su pozzo P3	--
Mire ottiche	N.10	--	N.4 mire su pozzo P3 N.6 mire su versante in frana	Prevedere appositi plintini di appoggio
Barre estensimetriche	N.12	--	N.3/120° a 12m da testa pozzo N.3/120° a 16m da testa pozzo N.3/120° a 18m da testa pozzo N.3/120° a 23m da testa pozzo	--
Celle di pressione	N.3	--	N.3/120° a base pozzo	--

Tabella n.3.1 – Sintesi strumentazione di monitoraggio

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio
	Foglio 10 di 11

## 4. PROGRAMMA DI LETTURA E SOGLIE

Si riportano di seguito le indicazioni relative alla tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio, al programma di lettura della stessa ed alla definizione delle soglie di "normalità", di "allarme" e di "attenzione".

### 4.1. Tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio

La tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio viene distinta in:

1. Strumentazione da installare prima dell'inizio dei lavori
2. Strumentazione da installare contestualmente alla realizzazione dei pozzi
3. Strumentazione da installare a lavori di realizzazione dei pozzi ultimati

#### Strumentazione da installare prima dell'inizio dei lavori

Dovranno essere installati prima dell'inizio dei lavori con un minimo di tre letture mensili i seguenti strumenti:

- Inclinatori I01 e I03
- Piezometri P01 e P02

#### Strumentazione da installare contestualmente alla realizzazione dei pozzi

Dovranno essere installati contestualmente ai lavori di realizzazione dei pozzi i seguenti strumenti:

- Inclinatori I02 e I04
- Barre estensimetriche a corda vibrante
- Celle di pressione
- Mire topografiche su pozzo P3

#### Strumentazione da installare a lavori di realizzazione dei pozzi ultimati

Dovranno essere installati a lavori di realizzazione dei pozzi ultimati i seguenti strumenti:

- Mire topografiche distribuite sul versante in frana

### 4.2. Tempistica di lettura della strumentazione di monitoraggio

La tempistica di lettura della strumentazione di monitoraggio dovrà rispettare quanto di seguito riportato:

- Prima dell'inizio dei lavori: almeno 3 letture mensili
- Durante le fasi di scavo: almeno 1 lettura per ogni ribasso dello scavo
- Fino a 3 mesi dopo il completamento degli scavi: almeno 1 lettura mensile
- Fino a fine lavori: almeno 1 lettura ogni trimestre
- Fino a 1 anno da fine lavori: almeno 1 lettura ogni trimestre
- Oltre a 1 anno da fine lavori:
  - almeno 1 lettura ogni trimestre degli inclinometri
  - almeno 1 lettura ogni semestre degli estensimetri
  - almeno 1 lettura ogni semestre delle celle di pressione

### 4.3. Modalità di lettura della strumentazione di monitoraggio

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-RO-NV14-00-003-A01.DOC Piano di monitoraggio</p> <p style="text-align: right;">Foglio 11 di 11</p>

Per quanto concerne le modalità di lettura della strumentazione di monitoraggio si prevede l'installazione di apposita unità di acquisizione dati (centralina UAD) che dovrà essere ubicata in funzione delle esigenze logistiche sia durante la fase di cantiere che durante la fase di esercizio.

#### 4.4. Soglie di normalità, di attenzione e di allarme

Le soglie di normalità e di attenzione da considerare per il monitoraggio del versante in frana vengono definite in termini di spostamento massimo e di velocità negli inclinometri I01÷I04 tenendo conto dei seguenti aspetti:

- In occasione del dissesto verificatosi nella primavera 2013 proprio nella zona interessata dalla realizzazione dei pozzi di consolidamento, gli inclinometri installati in sito hanno registrato uno spostamento massimo dell'ordine di 10÷15mm.
- Per quanto attiene agli aspetti deformativi i pozzi di consolidamento in progetto (si veda la specifica Relazione di calcolo) sono stati dimensionati considerando la spinta esercitata dall'ammasso in frana a monte dei pozzi stessi incrementato del 30% circa. Sotto tale ipotesi lo spostamento massimo calcolato in testa pozzi risulta pari a circa 7mm.

Ciò premesso, è possibile indicare le seguenti "soglie":

- Soglia di "normalità": Spostamento massimo cumulato in due anni  $\leq$  10mm
- Soglia di "attenzione": Spostamento massimo cumulato in due anni = 11÷20mm
- Soglia di "allarme": Spostamento massimo cumulato in due anni  $>$  20mm

Si precisa che tali soglie devono intendersi raggiunte qualora accertate anche in uno solo degli inclinometri installati.