



ANAS

S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

VARIANTE TECNICA N°3

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. CARLO DAMIANI

STRUTTURA OPERATIVA DI DIREZIONE LAVORI

ITALCONSULT

OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto San Giuliano

Relazione tecnica descrittiva



Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

2416-00

Codice Elaborato:

PA12_09 - V 1 4 7 V I 2 0 4 V I 0 4 Z R H 0 0 0 A

Scala:

F																			
E																			
D																			
C																			
B																			
A	Giugno 2017	EMISSIONE												A. ANTONELLI	P. PAGLINI				
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO										

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progettazione:



Il Direttore dei Lavori:

Responsabile del procedimento: Ing. ETTORE DE CESBRON DE LA GRENNELAIS

INDICE

INDICE	1
PREMESSA.....	2
MOTIVAZIONE DELLA VARIANTE.....	4
DESCRIZIONE DELLA VARIANTE	8
CAREGGIATA SX - PONTE SAN GIULIANO.....	9
CAREGGIATA DX- MODIFICA PONTE E CONSOLIDAMENTO TRINCEA	10
POZZI DRENANTI.....	11
INQUADRAMENTO NORMATIVO	16
VALUTAZIONE.....	16

PREMESSA

La necessità della presente variante è scaturita dalle risultanze del monitoraggio geotecnico installato sul versante in oggetto, a seguito di uno fenomeno franoso che ha interessato l'area attraversata dal viadotto come peraltro evidenziato dalla D.L. con nota prot.155 del 13.04.2016. Le evidenze riscortate hanno imposto il ricorso ad una campagna straordinaria geognostica con sondaggi ed installazione, se considerate anche di 12+1 inclinometri e 1+3 piezometri.

L'instabilità del versante, anche se in direzione diversa rispetto a quelle in esame, ha interessato altresì il vecchio Viadotto San Giuliano, tant'è che ANAS con ordine di servizio n. 12 ha ordinato al Contraente Generale un piano di monitoraggio geotecnico, strutturale e topografico ad hoc per il vecchio viadotto.

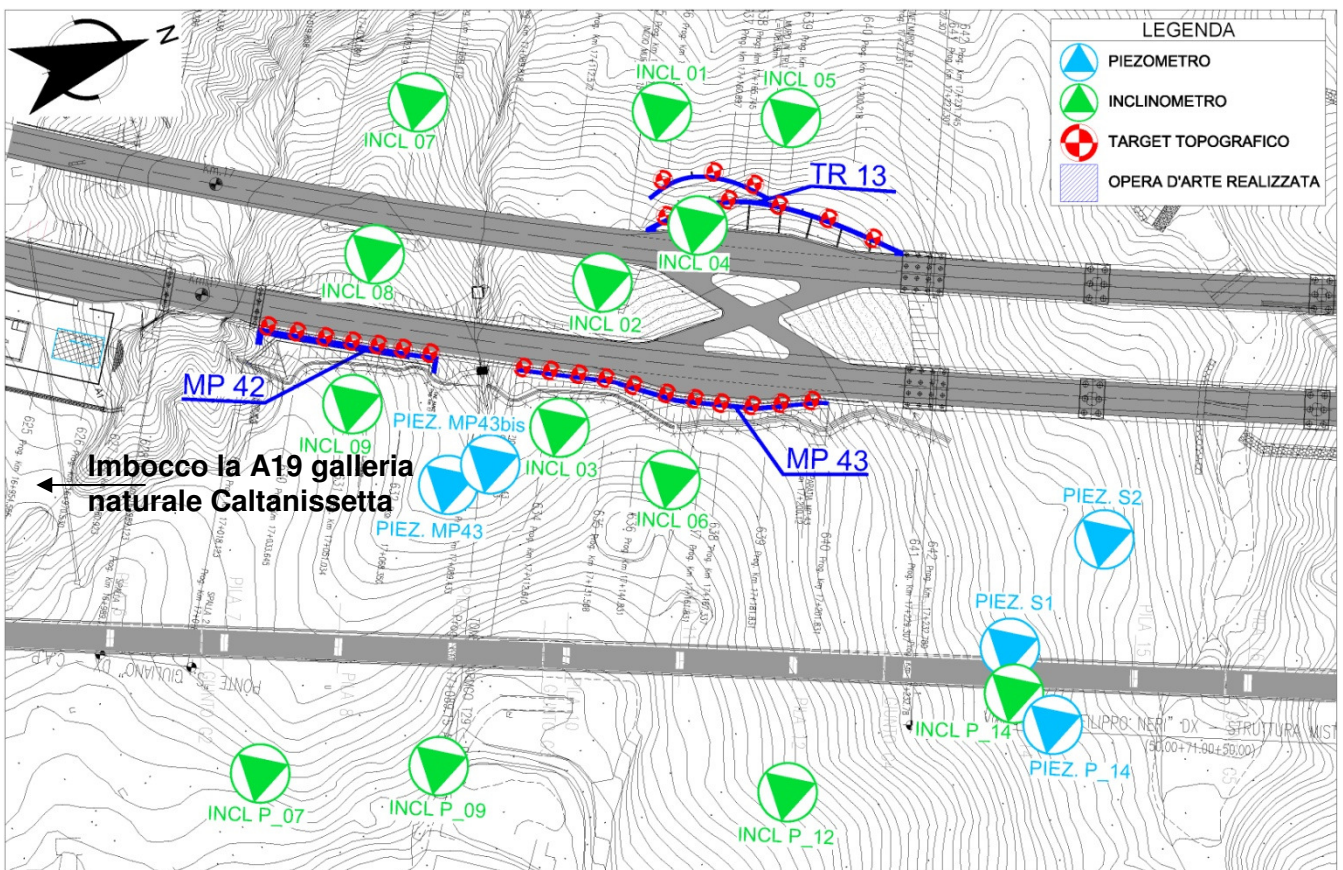


Figura 1: stralcio planimetrico e sintesi piano di monitoraggio del versante

Il monitoraggio per le nuove opere è stato sviluppato e progressivamente integrato in corso d'opera, in modo da raggiungere un sufficiente livello di dettaglio con la finalità di ottenere il controllo deformativo delle opere d'arte realizzate, il controllo dei possibili scivolamenti più o meno profondi

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 2 di 16

presenti lungo il versante ed al tempo stesso per permettere il necessario approfondimento sulla risposta deformativa complessiva dell'intero pendio nel tempo.

Per l'area d'interesse della costruenda SS640, alla luce delle risultanze ad **oggi riscontrate** della sopra richiamata campagna di indagini, è risultato necessario adottare una diversa soluzione progettuale rispetto al PE. Le scelte progettuali e i dimensionamenti delle opere in variante, sono stati eseguiti considerando le evidenze misurate dal monitoraggio geotecnico che indicano la presenza di uno strato instabile di spessore variabile tra 5 e 10 m e caratterizzato dai parametri geotecnici residui del terreno. A favore della stabilità le verifiche geotecniche sono eseguite considerando uno strato alterato di spessore 13 m.

La soluzione proposta non prende in considerazione i movimenti millimetrici che si manifestano in alcuni inclinometri, alle profondità superiori di 20 m. Per stabilire l'importanza e la rifluenza di queste deformazioni è necessario monitorarne l'evoluzione e quindi eseguire ulteriori periodi di misurazione che comprendono il prossimo periodo invernale.

Il progetto esecutivo approvato prevede, una soluzione strutturale diversa per carreggiata. Il viadotto in SX è costituito da due opere contigue su due campate da 31 mt di luce ("TRATTO 1" ed il "TRATTO 2").

Lo sviluppo complessivo del viadotto, comprensivo del tratto in rilevato di collegamento, ha una lunghezza di 158 m e nella figura seguente è riportato il profilo longitudinale. Sulla carreggiata DX, è prevista la realizzazione di un ponte avente una luce di 29 m in semplice appoggio.

La variante sostituisce il viadotto in carreggiata SX, con un ponte a campata unica di 170 m. Mentre per la corsia DX è stato possibile limitare l'intervento al consolidamento (con pali di grosso diametro 1200 mm) del versante interessato (per una lunghezza di circa 170 m) e l'allungamento del ponte da 29 m a 35 m.

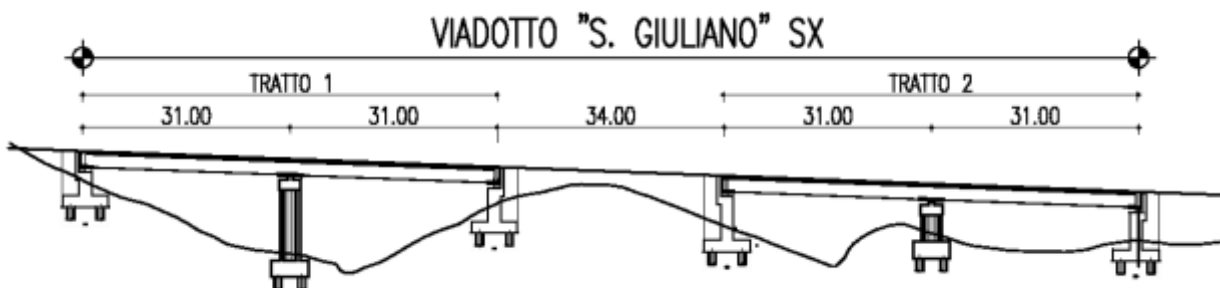


Figura 2: prospetto del viadotto San Giuliano (car. SX) del Progetto Dsecutivo

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 3 di 16

MOTIVAZIONE DELLA VARIANTE

Nell'area dell'imbocco A19 della galleria Naturale Caltanissetta in Contrada San Giuliano, durante le varie fasi progettuali sono state effettuate una serie di indagini geognostiche, sia in situ che in laboratorio, al fine di ottenere un modello geologico valido per questo settore strategico. In particolare, durante la campagna geognostica relativa alla fase di progettazione definitiva (2006-07) sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo: S53 ubicato immediatamente a sud dell'imbocco e spinto alla profondità di 30 m dal p.c., da cui sono stati prelevati n. 3 campioni; S30 ubicato in prossimità dell'attacco meridionale del Viadotto S. Filippo Neri e anch'esso profondo 30 m, da cui sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati e in cui è stato installato un piezometro (P14).

L'indagine geognostica è stata ulteriormente implementata durante la fase I del 2010 (PE) con l'esecuzione di n. 3 sondaggi: S1 spinto alla profondità di 40 m dal p.c., da cui sono stati prelevati n. 3 campioni e lungo il quale sono state eseguite n. 5 prove pressiometriche (successivamente attrezzato per la simica in foro down hole e per misure inclinometriche); S12 bis ubicato in prossimità del viadotto San Giuliano, che ha raggiunto la profondità di 60 m dal p.c., da cui sono stati prelevati 6 campioni; S13 di 20 m di profondità, da cui sono stati prelevati n. 4 campioni indisturbati.

Durante la fase 2 di P.E. (2010) sono stati realizzati n. 2 ulteriori sondaggi: SI28 di 20 m di profondità, attrezzato a piezometro a tubo aperto; SI29 di 40 m di profondità, attrezzato ad inclinometro. Durante la campagna relativa alla progettazione esecutiva sono state acquisite 2 tomografie sismiche trasversali all'imbocco (SS3-4) ed una parallela all'asse del viadotto San Filippo Neri (SS5) per la determinazione dei sismostrati con la profondità. Altre prove sono consistite in un sondaggio elettromagnetico (TDEM1) e in numerosi pozzetti superficiali (ad es. Pz 17).

Gli elaborati geologici a scala 1:5.000 relativi alla P.E. mostrano per l'area su cui insiste l'imbocco lato A19 della Galleria Naturale Caltanissetta una situazione geologico-strutturale piuttosto omogenea. L'assetto geologico-strutturale profondo è illustrato attraverso un profilo in scala 1:1.000 calibrato dai sondaggi geognostici. La sezione mostra un considerevole spessore (~100 m) di argille brecciate che risultano debolmente deformate dalle pieghe e dalle faglie precedentemente descritte. Nella planimetria seguente si riporta la carta geologica del Progetto Esecutivo e sotto il profilo geologico.

<i>Cod. elab.: I47VI204VI04RH000A</i>	<i>Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO</i>	<i>Data: Giugno '17</i>
<i>Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva</i>	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina 4 di 16</i>

PERIZIA DI VARIANTE

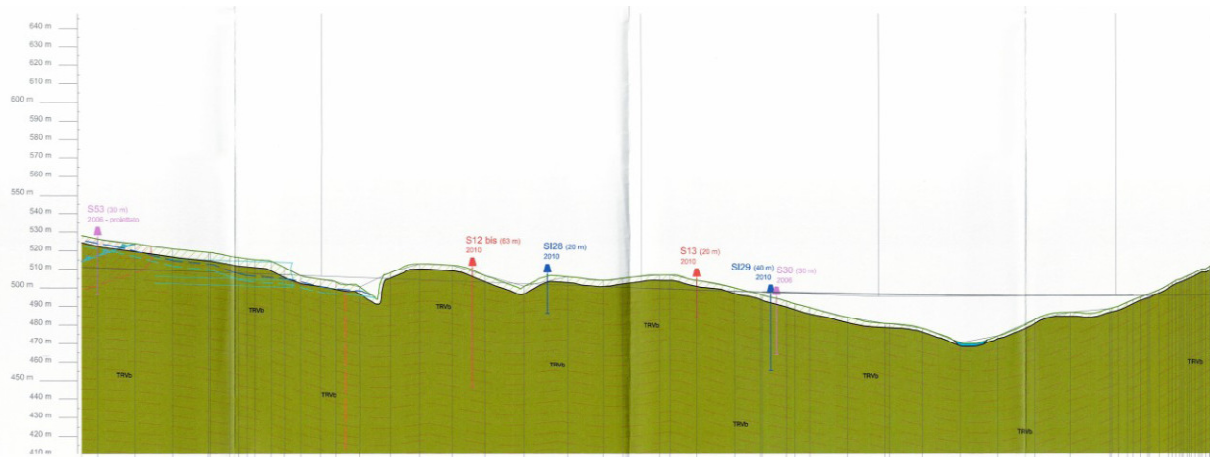
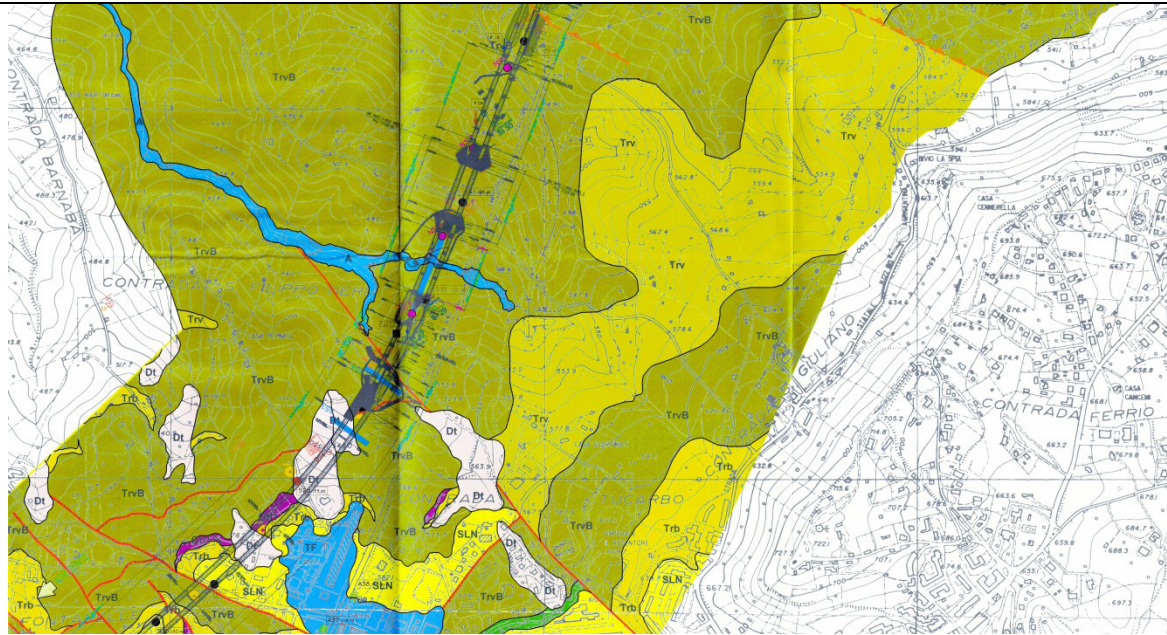


Figura 3: Planimetrie e sezioni geologiche di PE

Al livello litologico il nuovo studio non modifica sostanzialmente quanto già individuato nel Progetto Esecutivo. Tuttavia le grosse difficoltà di caratterizzazione delle argille brecciate che in assenza di una struttura propria, dovuta alla loro formazione diapiritica o franosa, hanno comportamenti geotecnici altamente eterogeni.

Ai fini del presente studio è stato effettuato un nuovo rilievo geologico-geomorfologico alla scala 1:5.000 dell'area. In particolare nella figura seguente viene evidenziato il dissesto profondo denominato "Frana di San Giuliano", non evidenziata in nessuna carta di pericolosità geologica, disponibile.

Il dissesto rilevato è riconducibile ad una frana complessa (colamento a valle e rototraslazione a monte) che coinvolge il versante argilloso (Argille Brecciate) per un area di circa 9.000 mq. Il

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 5 di 16

movimento lungo il versante è ben evidente sul terreno dove si individua una definita zona di distacco, a sviluppo retrogrado.

Per valutare la geometria del corpo di frana e il relativo cinematismo, nel mese di maggio 2016 sono state programmate ed eseguite le seguenti indagini integrative:

N. 3 sondaggi a carotaggio continuo con installazione di inclinometri:

- Inc_01 (h=35m)
- Inc_02 (h=35m)
- Inc_03 (h=35m)

Le stratigrafie ottenute dai tre sondaggi eseguite unitamente alle prime letture inclinometriche (7 misure da giugno a ottobre 2016 – Allegato 3) hanno evidenziato lo stato di "attività" del dissesto e il vettore principale verso NO del corpo di frana. Nel mese di settembre 2016 il campo degli inclinometri è stato integrato con altre 6

installazioni:

- Inc_04 (h=35m)
- Inc_05 (h=30m)
- Inc_06 (h=30m)
- Inc_07 (h=30m)
- Inc_08 (h=30m)
- Inc_09 (h=30m)

Il campo inclinometrico è stato ulteriormente integrato con n. 3 inclinometri nel mese di marzo 2017 ed in particolare detti sondaggi sono stati realizzati a monte del viadotto San Giuliano esistente in corrispondenza delle pile 7 - 9 - 12.

- Incl_P07 (h=45m)
- Incl_P09 (h=45m)
- Incl_P12 (h=45m)

Infine, a febbraio 2017 è stato realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S_SPA) in corrispondenza della spalla A del ponte in progetto per una profondità di 43,00 metri.

Nelle figure seguenti si riportano: Dissesto gravitativo di tipo complesso individuato a NE dell'imbocco A19 della galleria Caltanissetta (Viadotto S. Giuliano). Le sezioni ricostruite sulla base delle letture inclinometriche (giugno 2017) acquisite nei sondaggi TR13_01,02,03,07,08,09 che mostra in blu l'andamento delle superfici di scivolamento in profondità.

Cod. elab.: I47VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 6 di 16

PERIZIA DI VARIANTE

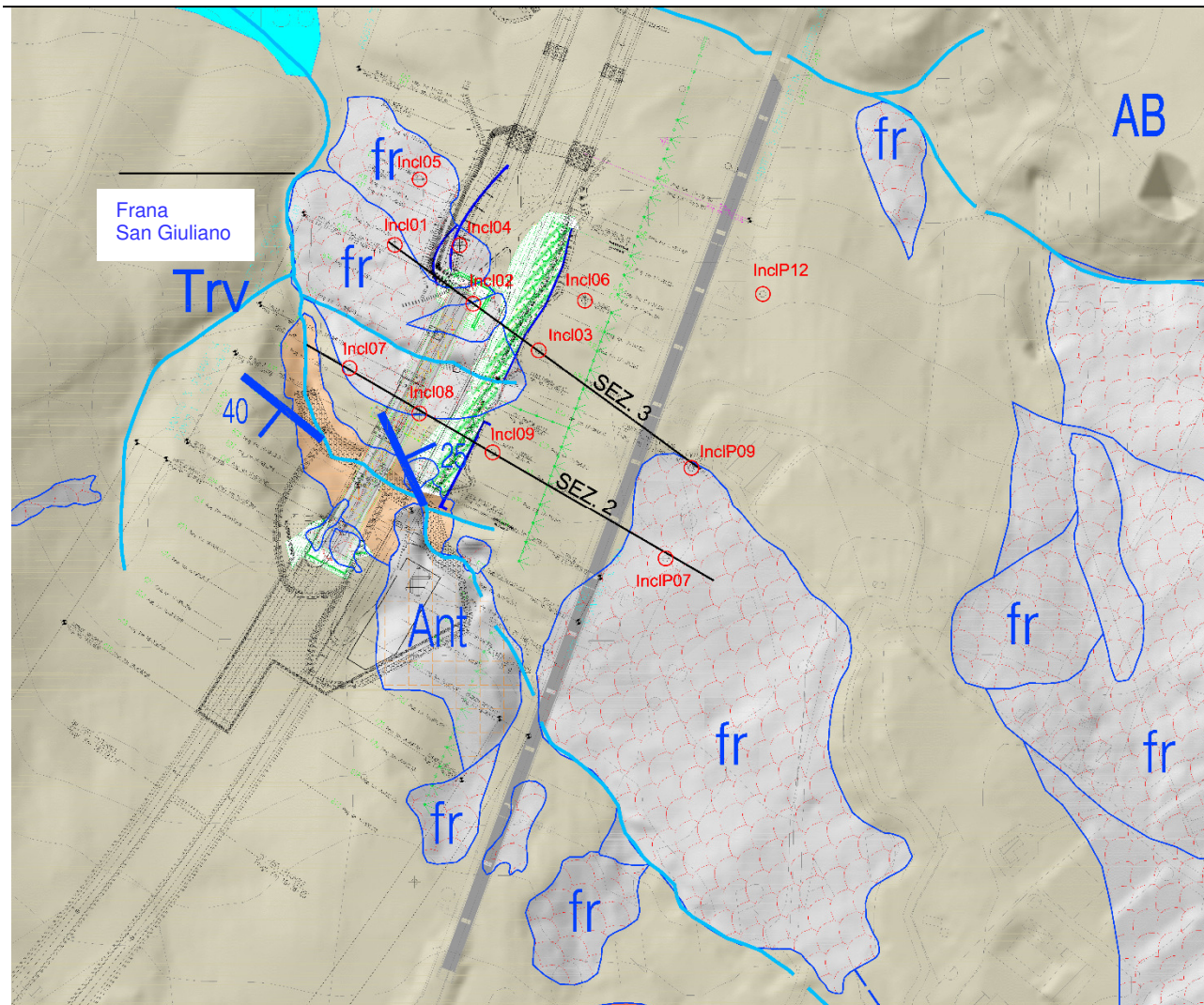
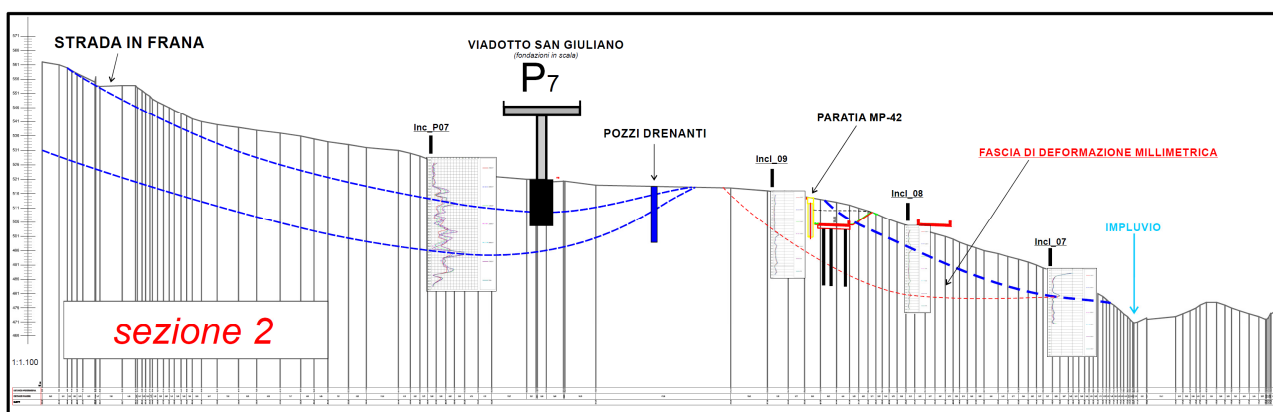


Figura 4: Planimetrie della frana



Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 7 di 16

PERIZIA DI VARIANTE

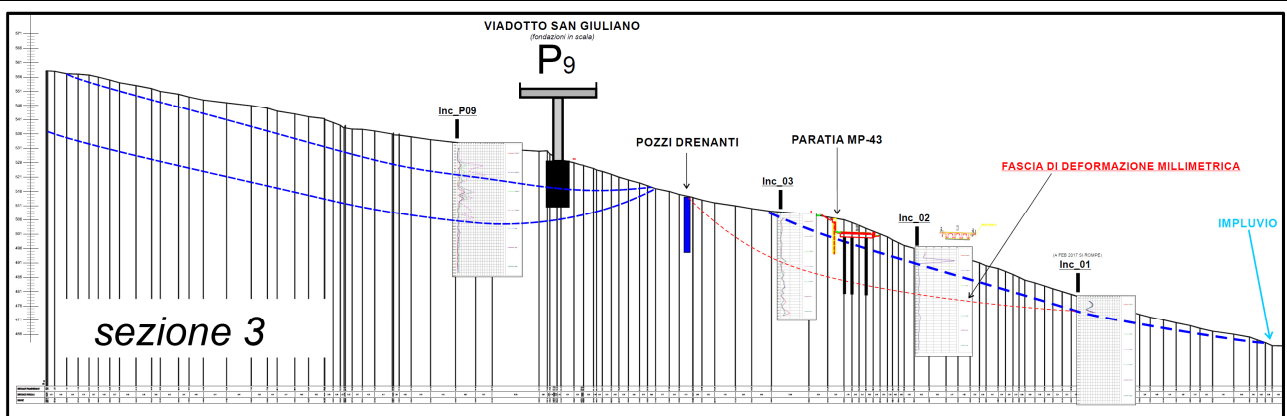


Figura 5: ubicazione degli inclinometri individuazione del dissesto

In conclusione, le risultanze delle indagini effettuate in seguito ai primi segnali di dissesto, ad oggi hanno confermato l'esistenza di piani di scivolamento profondi fino a 10 m la cui profondità si accentua verso valle, e la presenza di strati con deformazioni millimetriche fino a oltre 20 m. Ciò ha imposto la necessità di ricorso alla variante progettuale basata sulla soluzione di un ponte ad unica campata (in carreggiata SX) per scavalcare le aree instabili, mentre in carreggiata DX, di monte, la variante si limita al solo consolidamento e stabilizzazione del versante. Le scelte progettuali e i dimensionamenti delle opere in variante, sono stati eseguiti considerando le evidenze misurate dal monitoraggio geotecnico che indicano la presenza di uno strato instabile di spessore variabile tra 5 e 10 m e caratterizzato dai parametri geotecnici residui del terreno. A favore della stabilità le verifiche geotecniche sono eseguite considerando uno strato alterato di spessore 13 m.

DESCRIZIONE DELLA VARIANTE

Alla luce delle evidenze emerse, tenendo in considerazione la presenza di piani di scivolamento medio-profondi più o meno diffusi sul versante e considerata la riscontrata e non prevedibile risposta deformativa del pendio, per quanto riguarda l'asse principale si è resa necessaria la modifica di alcune soluzioni strutturali adottate in fase di Progetto Esecutivo a favore di soluzioni maggiormente conservative. In altri casi invece, il Progetto Esecutivo è stato del tutto integrato, inserendo degli interventi di consolidamento al fine di mitigare i fenomeni deformativi in atto sul pendio.

In particolare gli interventi consistono in:

- Adizione di un ponte di 170 ml di luce a scavalco della zona intermedia in frana, e adozione di fondazioni a pozzo per le spalle del ponte San Giuliano in sostituzione della classica fondazione su pali.
- consolidamento della carreggiata DX, mediante l'esecuzione di cuffie di pali medio-profondi.

Cod. elab.: I47VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 8 di 16

- Sistema di drenaggio del pendio costituito da un allineamento di pozzi drenanti a monte del versante per l'abbattimento delle pressioni interstiziali del terreno in concomitanza di eventi meteorici importanti.

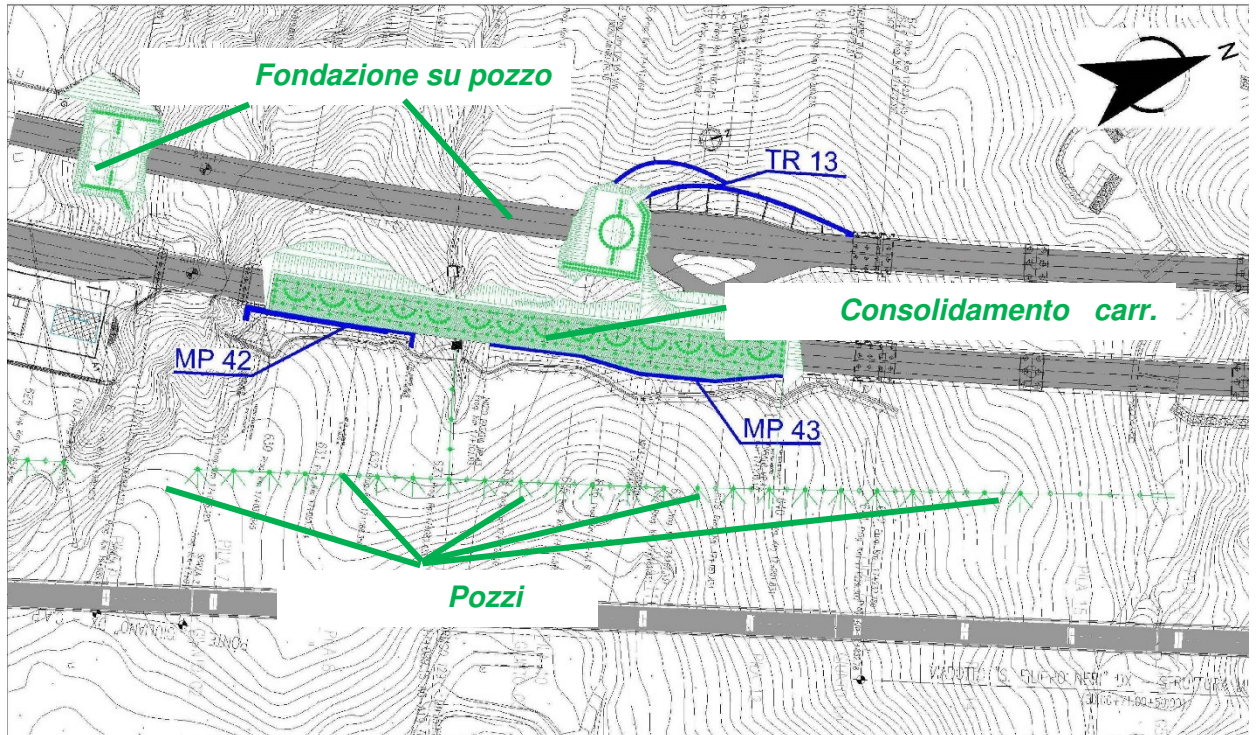


Figura 6: planimetria delle soluzioni in variante

CAREGGIATA SX - PONTE SAN GIULIANO

Per la corsia SX, si tratta di un ponte ad arco a via inferiore (di luce 170 m, larghezza 15 m e altezza dell'arco paria a circa 45 m) a spinta eliminata, con arco, catena ed impalcato in struttura metallica in corten. Il piano viabile è realizzato con soletta in c.a. collaborante con i traversi di impalcato, realizzata mediante getto in opera su coppelle metalliche in corten, autoportanti in fase di getto e collaboranti in esercizio con la soletta come armatura di intradosso. Gli archi, doppi e posizionati lateralmente all'impalcato, e le catene saranno realizzati in travi a doppio T saldate. Arco e catena saranno fra loro collegati per mezzo di pendini a trefoli, collegati con perni alle strutture metalliche principali. Gli archi saranno realizzati su piani inclinati e per motivi di stabilità saranno fra loro collegati con traversi e controventi. In testa agli archi, al fine di consentire il passaggio del traffico di esercizio, il collegamento fra gli archi avverrà con un portale flessorigido interrompendo il sistema di controvento. Le spalle sono fondate su pozzi profondi 30 m e di diametro 14 m.

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 9 di 16

PERIZIA DI VARIANTE

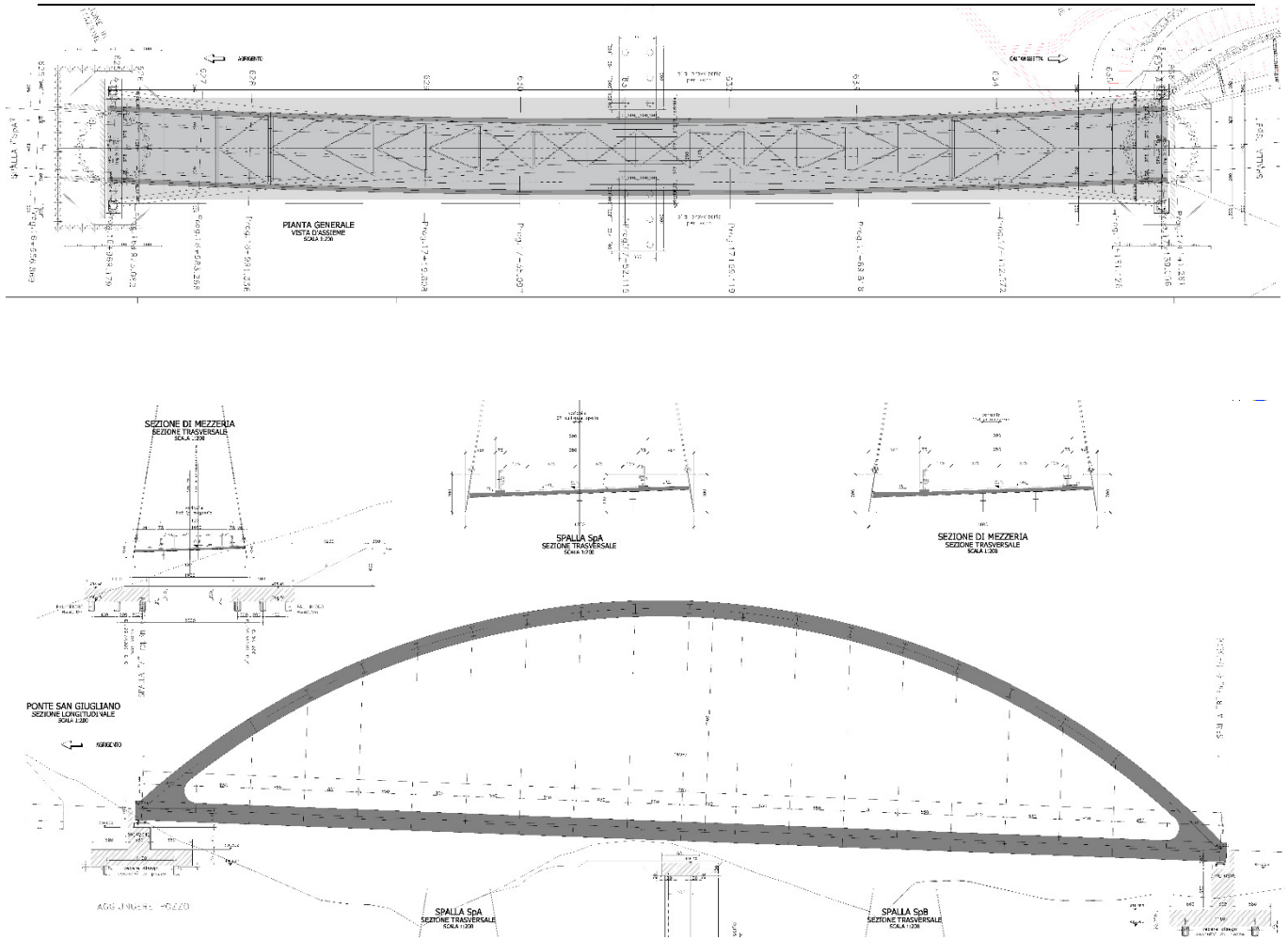


Figura 7: Carreggiata SX - planimetria e prospetti della soluzione in variante

CAREGGIATA DX- MODIFICA PONTE E CONSOLIDAMENTO TRINCEA

Per la corsia DX si prevede l'allungamento della campata del ponte previsto in progetto esecutivo da 29 m a 35 m, oltre al consolidamento della carreggiata fino alla fine dell'area in frana.

Il ponte in esame è composto da un impalcato bitrave con sezione in acciaio calcestruzzo largo 12,75. Le travi metalliche hanno un'altezza pari a 2,00 m e sono poste ad interasse di 5,75 m, con sbalzi laterali della soletta di lunghezza pari a 3,50 m. La soletta sarà realizzata su predalles metalliche autoportanti in fase di getto e collaboranti in fase di esercizio aventi spessore di 4 mm.

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 10 di 16



Figura 8: carreggiata DX - prospetto del nuovo ponte e planimetria del consolidamento

Il consolidamento avviene tramite pali di grosso diametro ($d=1200$ mm di lunghezza $L=30$ m) disposti ad arco in modo da aumentare la capacità del rinforzo sfruttando l'effetto "forma" della geometria della disposizione e dei pali

POZZI DRENANTI

Il versante del viadotto San Giuliano, così come già precedentemente descritto, è caratterizzato dalla presenza di terreni a matrice argillosa, a permeabilità variabile. La correlazione tra eventi meteorici importanti e spostamenti del pendio denota l'importanza del controllo delle pressioni interstiziali nelle formazioni limose-argillose.

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 11 di 16

PERIZIA DI VARIANTE

Obiettivo dell'intervento proposto è quindi quello di limitare l'innalzamento della quota piezometrica di falda, mediante la captazione delle acque in un apposito sistema drenante capace di smaltire le acque meteoriche velocemente dalla zona instabile.

L'opera di drenaggio proposta, è una trincea costituita da 2 tipologie di pozzi drenanti disposti a schema alternato: pozzo ispezionabile (vuoto) e pozzo a piena sezione drenante (pieno). I pozzi hanno un diametro esterno pari $\varnothing 1500\text{mm}$ e sono rivestiti internamente da una lamiera grecata $\varnothing 1200\text{mm}$, mentre il gap tra il diametro esterno e la lamiera è riempito con calcestruzzo. Le colonne ad intera sezione drenante presentano la lamiera grecata sono nella sommità inferiore, ovvero quella di collegamento della condotta di fondo.

Il sistema dei pozzi è collegato mediante coppie di tubi PVC corrugati $\varnothing 100\text{mm}$, allo scopo di convogliare le acque drenate nei rispettivi recapiti.

Per quanto concerne il versante del viadotto San Giuliano, 2 sono i settori di pozzi drenanti di pertinenza. Il primo settore è costituito da 17 pozzi a completa sezione drenante e 19 ispezionabili, si sviluppa dalla pk 17+010 ca alla pk 17+162, presenta una profondità massima degli elementi drenanti pari a 19 metri e convoglia le acque drenante nell'opera di presa idraulica Tombino T29.

Il secondo settore invece è costituito da 9 pozzi a piena sezione e 11 ispezionali, si estende dalla pk 17+174ca alla pk17+335ca, presenta una profondità massima degli elementi drenanti pari a 16.5m, e convoglia le acque drenate nell'impluvio che si trova nelle corrispondenza del viadotto San Filippo.

Vi è infine un terzo settore a completamento dell'intervento proposto; esso si colloca nelle vicinanze dell'imbocco A19 della GN Caltanissetta fino all'impluvio che sovrappassa il viadotto San Giuliano in carr. DX. Tale settore è costituito da 9 pozzi a piena sezione e 10 pozzi ispezionabili e costituisce un ulteriore presidio cautelativo nella zona di futura realizzazione delle spalle del viadotto San Giuliano carr. DX e SX.

<i>Cod. elab.: I47VI204VI04RH000A</i>	<i>Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO</i>	<i>Data: Giugno '17</i>
<i>Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva</i>	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina 12 di 16</i>

Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PERIZIA DI VARIANTE

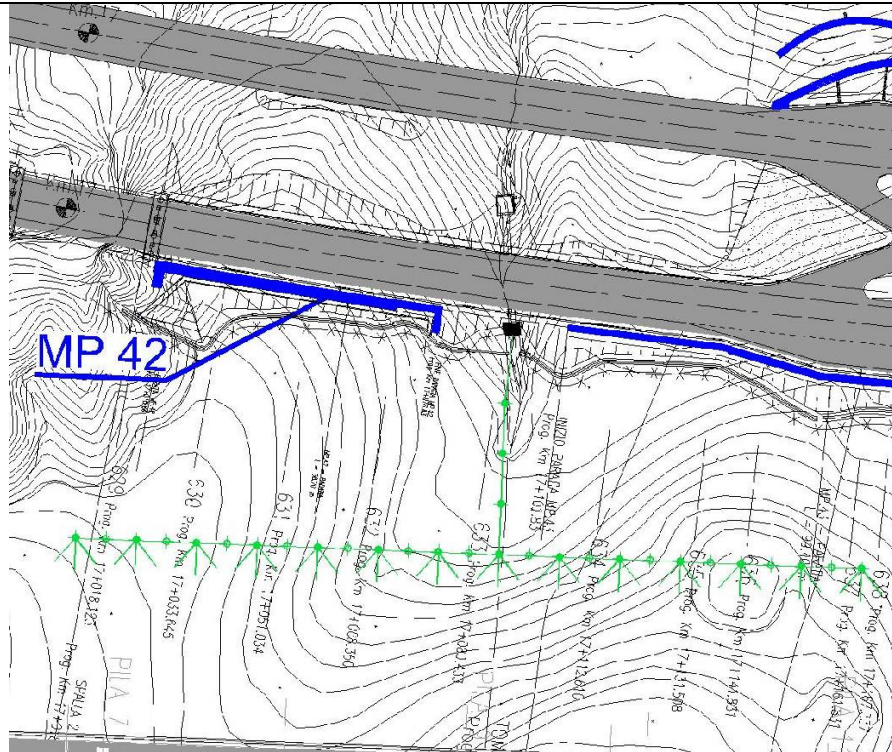


Figura 9: planimetria primo settore di pozzi drenanti.

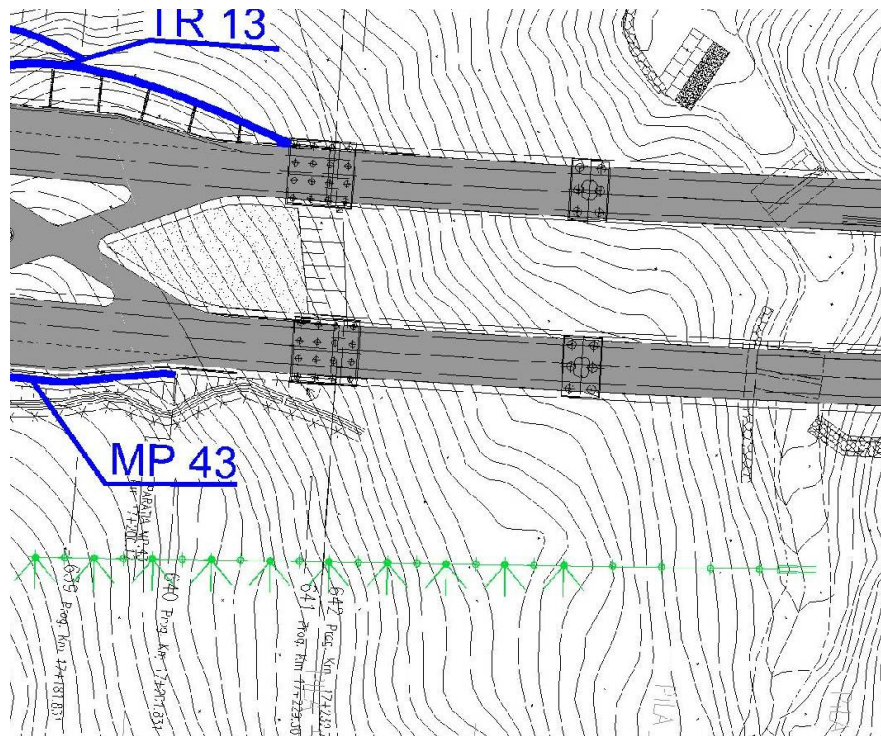


Figura 10: planimetria settore di pozzi drenanti.

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 13 di 16

PERIZIA DI VARIANTE



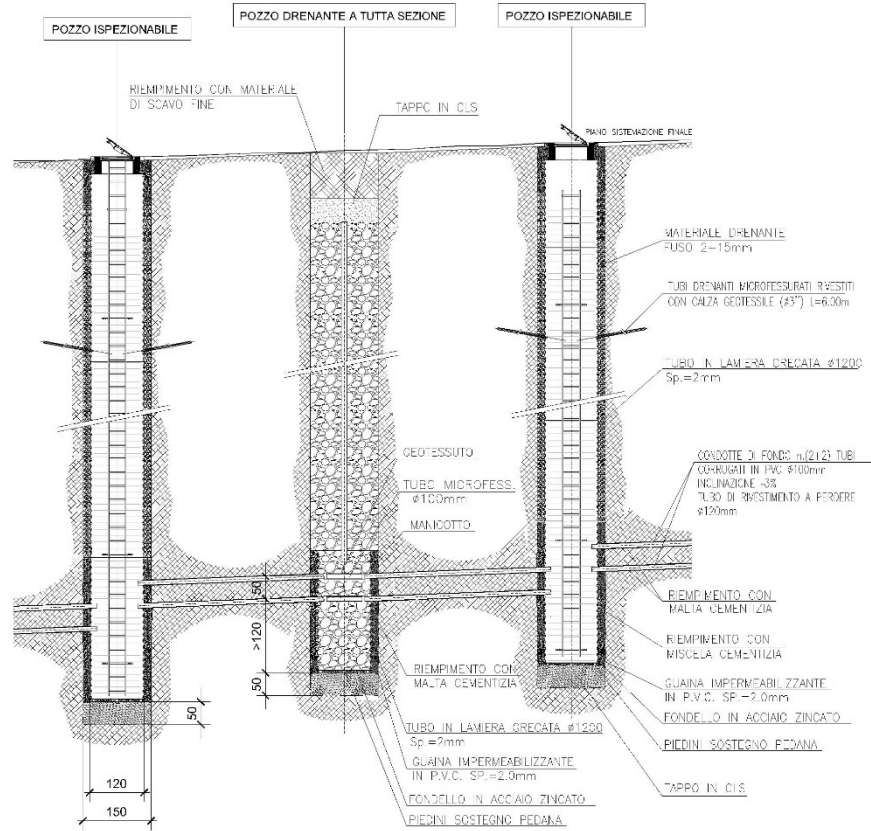
Figura 11: planimetria terzo settore di pozzi drenanti. (imbocco A19 GN Caltanissetta)

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 14 di 16

SEQUENZA POZZI DRENANTI

1:100

SEZIONE LONGITUDINALE



SEZIONE ORIZZONTALE

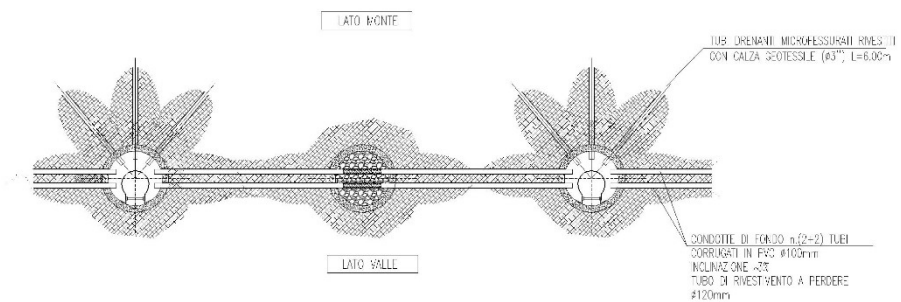


Figura 12: Sezione longitudinale e orizzontale della trincea con pozzi drenanti

Cod. elab.: 147VI204VI04RH000A	Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO	Data: Giugno '17
Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva	Relazione Tecnica descrittiva	Pagina 15 di 16

INQUADRAMENTO NORMATIVO

La soluzione tecnica proposta dal Contraente Generale comporta un maggior impatto economico, che contrattualmente e normativamente, trova giustificazione nel titolo:

- **Imprevisto geologico ai sensi dell'art. 11 del C.S.A. - Norme Generali, nonché dell'art. 10 dell'allegato NG10 al C.S.A., discendenti dall'applicazione dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera a secondo periodo del D. Lgs. n. 163/2006.**

VALUTAZIONE

I maggiori costi della variante di cui sopra, per le singole WBS, sono di seguito rappresentati:

IL DIRETTORE GENERALE

ING. PIEFRANCESCO PAGLINI

<i>Cod. elab.: I47VI204VI04RH000A</i>	<i>Titolo: VIADOTTO S. GIULIANO</i>	<i>Data: Giugno '17</i>
<i>Nome file: V_2416-00 Relazione Tecnica descrittiva</i>	Relazione Tecnica descrittiva	<i>Pagina 16 di 16</i>