

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	Ing. FEDERICO DURASTANTI	Ing. PIETRO MAZZOLI Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

GEOTECNICA

Relazione intervento di consolidamento rilevati ferroviari

APPALTATORE	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. BIANCHI Ottobre 2018	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	C	L	G	E	0	0	0	5	0	0	1	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Sellari	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti
B	Rev. Istruttoria ITF 29/08/18	E.Sellari	13-09-2018	F.Durastanti	13-09-2018	P. Mazzoli	13-09-2018	
C	Recepimento istruttoria	E.Sellari	Ottobre 2018	F.Durastanti	Ottobre 2018	P. Mazzoli	Ottobre 2018	
								Ottobre 2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.GE.00.0.5.001.C.doc

n. Elab.:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>2 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	2 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	2 di 52								

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLA TRATTA IN ESAME	6
3.1	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA.....	6
3.2	LIVELLO PIEZOMETRICO	6
3.3	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	6
3.4	PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE	7
3.5	PARAMETRI DI CALCOLO	19
4	CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE FERROVIARIO NELLA TRATTA IN	
	ESAME	20
4.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELLA TRATTA.....	20
4.2	DESCRIZIONE DEI TRATTI IN RILEVATO	20
4.3	MATERIALI	20
4.4	CARICHI DI PROGETTO	21
5	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO	22
5.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO COLONNARE IN DEEP CEMENT MIXING (DCM).....	23
6	ANALISI PER IL DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO ...	24
6.1	DESCRIZIONE DELLE ANALISI CONDOTTE.....	24
6.2	CODICE DI CALCOLO PLAXIS 2D.....	24
6.3	ANALISI RILEVATO SENZA INTERVENTI	24
6.3.1	MODELLI E FASI DI CALCOLO	24
6.3.2	RISULTATI.....	28
6.4	ANALISI DIMENSIONAMENTO DCM	32
6.4.1	MODELLI E FASI DI CALCOLO	32
6.4.2	RISULTATI.....	33
6.5	ANALISI FINALI RILEVATO CON INTERVENTI.....	36
6.5.1	MODELLO E FASI DI CALCOLO	36
6.5.2	RISULTATI.....	37

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>3 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	3 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	3 di 52								

6.6	CEDIMENTI INDOTTI SUL RILEVATO ESISTENTE	42
6.7	ANALISI DIMENSIONAMENTO GEOGRIGLIE	44
6.7.1	MODELLI E FASI DI CALCOLO	44
6.7.2	RISULTATI.....	45
6.8	COMMENTO AI RISULTATI OTTENUTI.....	46
7	RILEVATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE KM 8+113 E KM 8+138	47
7.1	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	47
7.2	PARAMETRI DI CALCOLO	48
7.3	ANALISI RILEVATO IN ASSENZA DI INTERVENTI	48
7.3.1	RISULTATI.....	49
8	ALLEGATO 1.....	52
9	ALLEGATO 2.....	52
10	ALLEGATO 3.....	52
11	ALLEGATO 4.....	52

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>4 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	4 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	4 di 52								

1 PREMESSA

Sulla base dell'analisi dei risultati delle indagini condotte nell'ambito delle diverse fasi progettuali della Linea Canello – Frasso Telesino, si è evidenziata, per il tratto compreso tra il km 8+138 ed il 9+136, la presenza di materiali limosi viscosi e conseguentemente la necessità di prevedere degli interventi di consolidamento al di sotto dei rilevati per ridurne e controllarne i cedimenti residui durante la vita utile dell'opera in terra.

Il presente documento riporta i calcoli effettuati per definire gli interventi di consolidamento previsti in corrispondenza dei tratti in rilevato della sede ferroviaria del I Lotto Funzionale della Linea Canello – Frasso Telesino compresi tra il km 8+113 ed il km 9+136.

Il documento è così articolato:

- nel Cap. 2 si riporta la normativa di riferimento;
- nel Cap. 3 si riportano i dati geotecnici di calcolo in termini di stratigrafia e parametri;
- nel Cap. 4 si riporta la descrizione del corpo ferroviario in esame da un punto di vista geometrico, con i criteri per l'individuazione delle sezioni caratteristiche, le caratteristiche geotecniche dei materiali e i sovraccarichi presenti;
- nel Cap. 5 si riportano le caratteristiche principali degli interventi previsti;
- nel Cap. 6 sono riportate le descrizioni delle verifiche condotte e i risultati ottenuti per ciascuna sezione caratteristica.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>5 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	5 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	5 di 52								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] DM 06.05.2008 – “Integrazione al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- [4] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011 - “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”.
- [5] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A del 21.12.2011 - “Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”.
- [6] RFI DTC INC CS LG IFS 001 A del 21.12.2011 – “Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra”.
- [7] RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30.06.2014 - Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi” – RFI.
- [8] 1299/2014/UE Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea (18/11/2014);
- [9] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [10] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>6 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	6 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	6 di 52								

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLA TRATTA IN ESAME

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella relazione geotecnica generale.

Con riferimento al tratto di linea in esame, le indagini geotecniche disponibili sono:

Sondaggio P12 e P13: campagna indagini 2013/2014 – (Sidercem s.r.l.);

Sondaggio S01 – M -2015: campagna indagini 2015 – (IMOS s.r.l.);

Sondaggi S01 – 2016 e S02 – 2016: campagna indagini 2016 – (IMOS s.r.l.).

Con riferimento ai sondaggi sopra elencati, nei punti seguenti vengono illustrati in dettaglio quanto emerso dalle prove in sito e laboratorio.

3.1 DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Le stratigrafie dei sondaggi presi in considerazione, nonché i risultati delle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati ed i risultati delle prove penetrometriche dinamiche, mostrano la presenza di tre strati principali.

- **Strato 1:** Limi sabbiosi/Limi argillosi di spessore variabile tra 20 e 40 m. Descritti generalmente come poco consistenti, talvolta inconsistenti, con inclusi elementi piroclastici. All'interno di questi materiali si riscontra la presenza di livelli sabbiosi.

I valori di N_{SPT} registrati in questa formazione variano da 5 a 20 colpi/30 cm.

In corrispondenza del sondaggio S02 – 2016 i livelli limosi vengono talvolta associati a piroclastite.

All'interno dello strato limoso qui descritto, sono stati intercettati spessori metrici ascrivibili ad altre litologie: nel sondaggio S01-2016 sono riconoscibili livelli ascrivibili al tufo giallo litoide per spessori pari a circa 3 m mentre nel sondaggio P13 è stato intercettato un livello (circa 2 m) di calcare fratturato.

Dalle risultanze delle prove edometriche, si evidenzia che i limi superficiali (per profondità inferiori ai 20 m circa) differiscono dai limi più profondi in termini di moduli edometrici e indice dei vuoti, pertanto nella tabella riassuntiva della stratigrafia essi sono stati distinti in strato 1-(1) e strato 1-(2).

- **Strato 2:** All'interno dello spessore di limi sabbiosi/argillosi sopra descritto, è presente uno strato TGCs di sabbia di spessore minimo pari circa pari a 3 m a circa 13-14 m da piano campagna. Tale strato è stato intercettato con maggiore rilevanza nel sondaggio P12 e S1 – M- 2015

I valori di N_{SPT} registrati in questa formazione sono dell'ordine di 20-30 colpi/30 cm.

- **Strato 3:** al di sotto dei limi sabbiosi/argilloso per profondità maggiori a circa 40 m da piano campagna, è stato intercettato uno strato di argille varicolori caratterizzate da resistenze elevate.

3.2 LIVELLO PIEZOMETRICO

In base ai dati raccolti nel piezometro installato all'interno del sondaggio P13 e S2-2016, il livello di falda per questo tratto di linea può assumersi a circa 18.00 ÷ 20.00 m da piano campagna.

3.3 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Sulla base della descrizione stratigrafica riportata al punto 3.1 si assume la stratigrafia di calcolo riportata nella seguente Tabella 1.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>7 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	7 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	7 di 52								

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione
1 (1)	0.0	13.0	Limi sabbiosi/Limi argillosi (1)
2	13.0	16.0	Sabbia
1 (1)	16.0	20.0	Limi sabbiosi/Limi argillosi (1)
1 (2)	20.0	40.0	Limi sabbiosi/Limi argillosi (2)
Profondità della falda: 18 ÷ 20 m da p.c.			

Tabella 1 - Stratigrafia di calcolo dal km 8+138 al km 9+135.

Si sottolinea che nelle analisi oggetto del presente documento, condotte ai fini del dimensionamento degli interventi di consolidamento al di sotto dei rilevati, al di sotto dei 40 m è stato considerato il bedrock e quindi non inserito nei modelli di calcolo. Tale assunzione è stata inoltre verificata nei modelli implementati controllando che gli incrementi di livello tensionale a quelle profondità fossero trascurabili.

3.4 PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Limi sabbiosi/argillosi: le caratteristiche di resistenza e di deformabilità di tale strato sono state desunte principalmente dall'interpretazione delle prove di laboratorio di classificazione e dalle prove edometriche.

I risultati ottenuti dalle prove di classificazione del materiale in laboratorio sono i seguenti:

- peso di volume naturale (γ_t) nell'ordine di 14.00 ÷ 17.00 kN/m³;
- contenuto d'acqua naturale (w_n) compreso tra 25 e 80%;
- indice dei vuoti iniziale (e_o) compreso tra 0.8 e 2.2;
- limite liquido (LL) compreso tra 40 e 60%;

Come si può vedere il valore del contenuto d'acqua è spesso prossimo al Limite Liquido.

I parametri di deformabilità sono stati ottenuti dalle prove edometriche ritenute significative; gli indici di compressione e ricomprensione (C_c , C_r) e l'indice di compressione secondaria (C_α) evidenziano un andamento differente a seconda della profondità.

L'indice di compressione (C_c) risulta compreso tra:

$$z \sim 20\text{m da pc} \quad 0.66 < C_c < 0.37$$

$$z > 20\text{m da pc} \quad 0.78 < C_c < 0.31$$

L'indice di ricomprensione (C_r) risulta compreso tra:

$$z \sim 20\text{m da pc} \quad 0.042 < C_r < 0.040$$

$$z > 20\text{m da pc} \quad 0.040 < C_r < 0.012$$

L'indice di compressione secondaria (C_α) risulta compreso tra:

$$z \sim 20\text{m da pc} \quad 0.008 < C_\alpha < 0.003$$

$$z > 20\text{m da pc} \quad 0.005 < C_\alpha < 0.001$$

GEOTECNICA
Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	8 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T. E VARIANTE ALLA LINEA

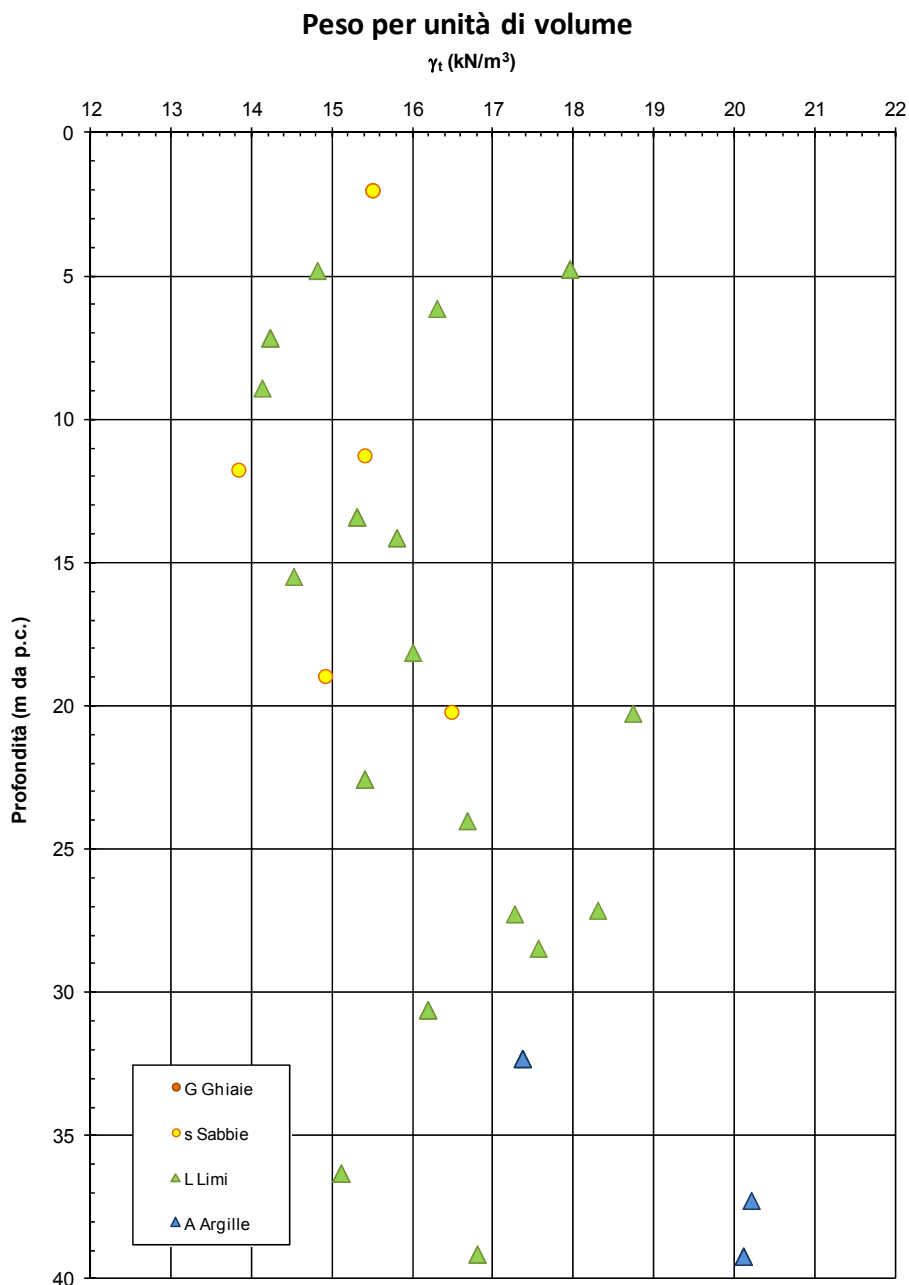


Figura 1 - Risultati prove di laboratorio: peso di volume naturale.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>9 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	9 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	9 di 52								

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T. E VARIANTE ALLA LINEA STORICA ROMA – NAPOLI VIA CASSINO
Contenuto d'acqua

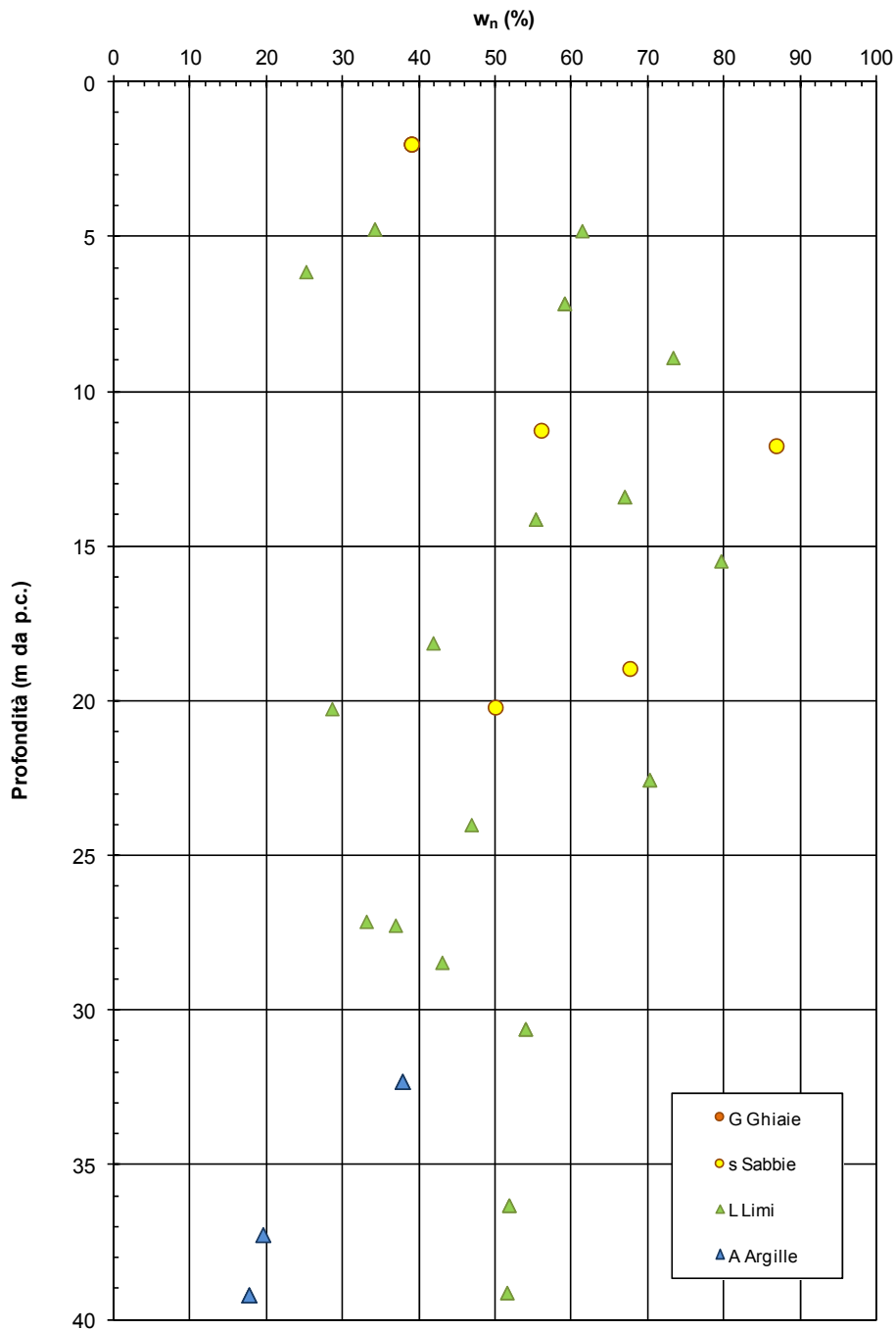


Figura 2 - Risultati prove di laboratorio: contenuto di acqua.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	10 di 52

**I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T. E VARIANTE ALLA
LINEA STORICA ROMA – NAPOLI VIA CASSINO**

Indice dei vuoti

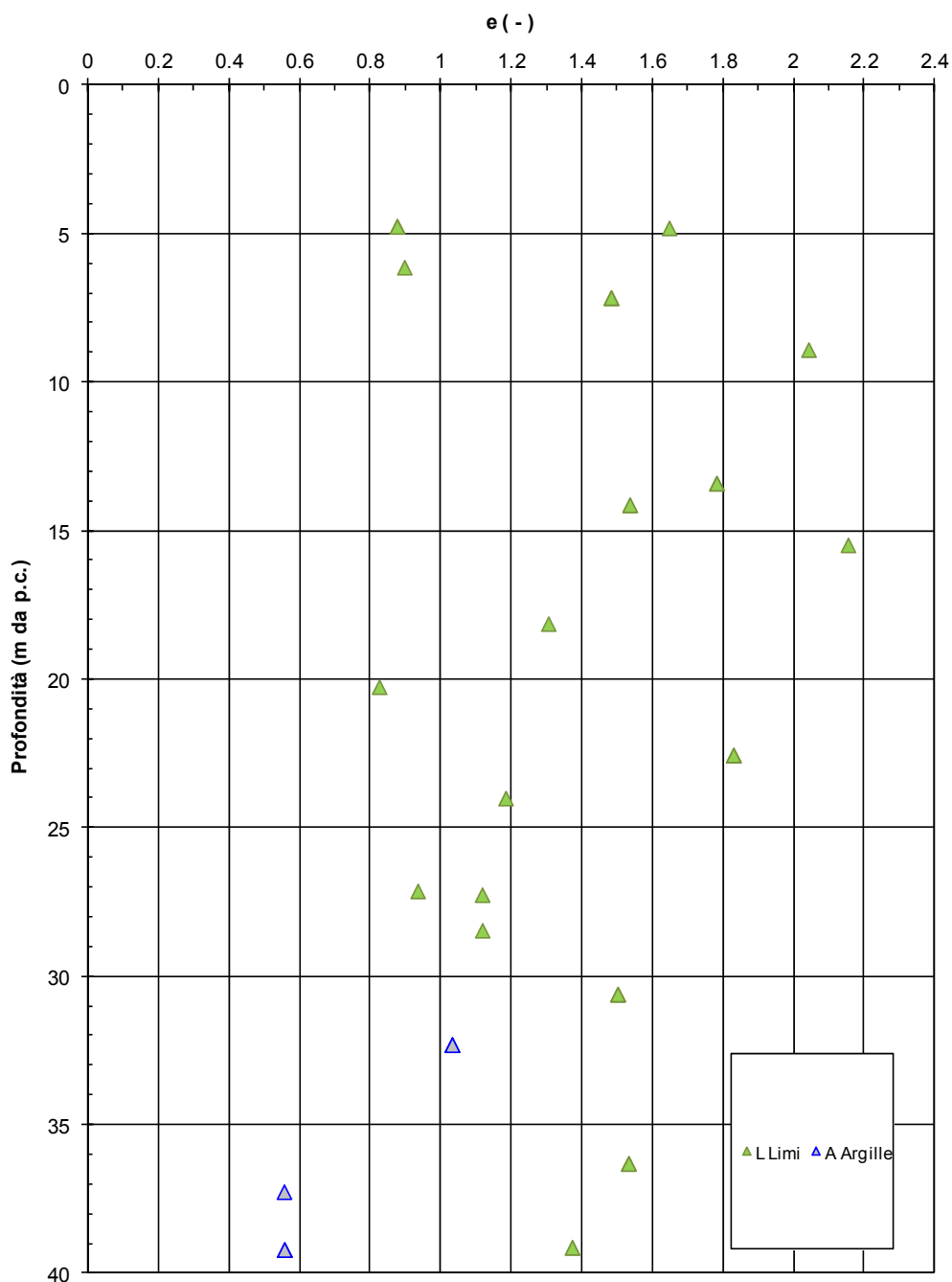


Figura 3 - Risultati prove di laboratorio: indice dei vuoti.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	11 di 52

**I LOTTO FUNZ. CANCELLO -FRASSO T. E VARIANTE ALLA
LINEA STORICA ROMA –NAPOLI VIA CASSINO
Limite liquido**

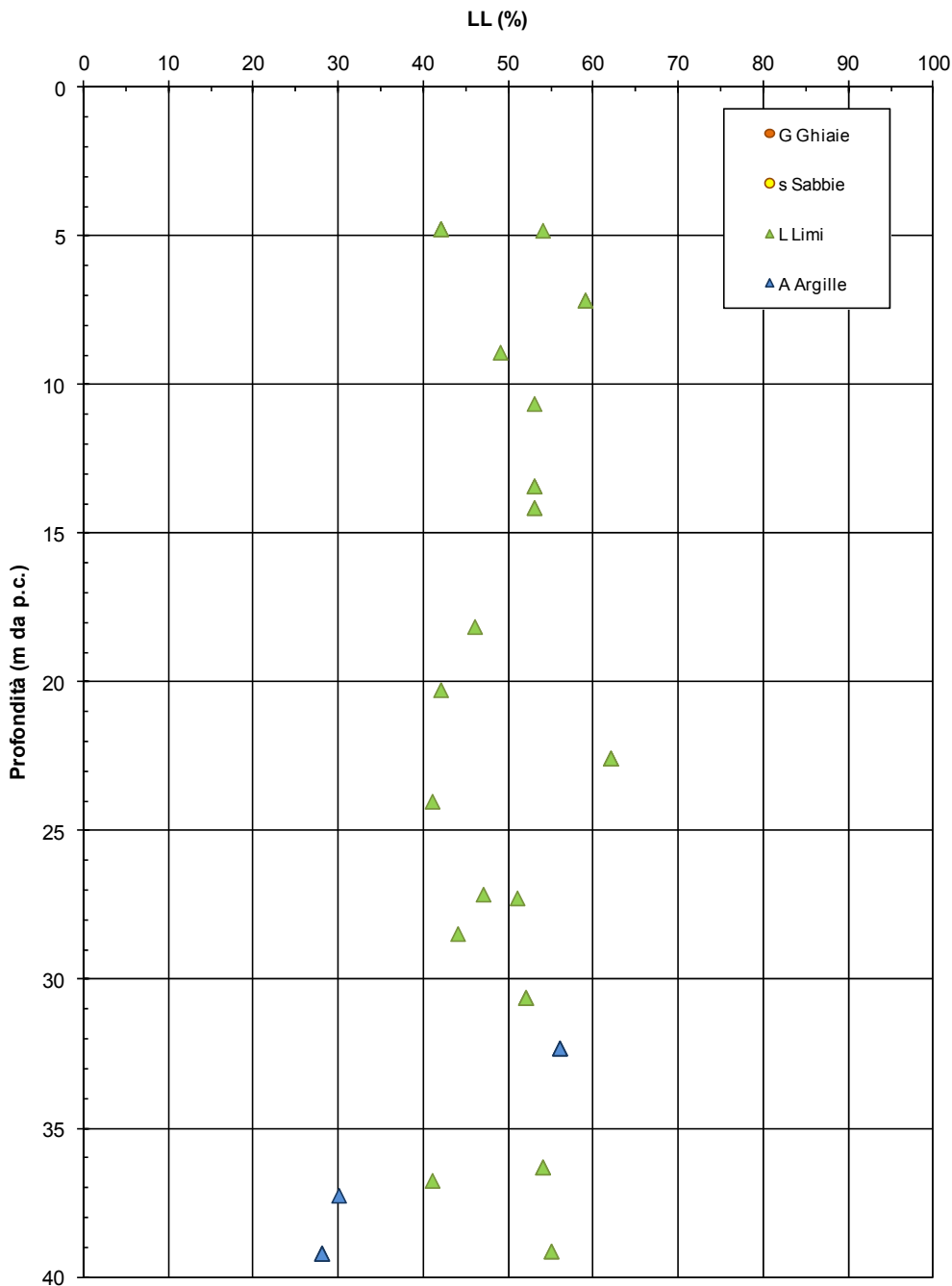


Figura 4 - Risultati prove di laboratorio: limite liquido.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

GE0005 001

C

12 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T. E VARIANTE ALLA LINEA
STORICA ROMA – NAPOLI VIA CASSINO

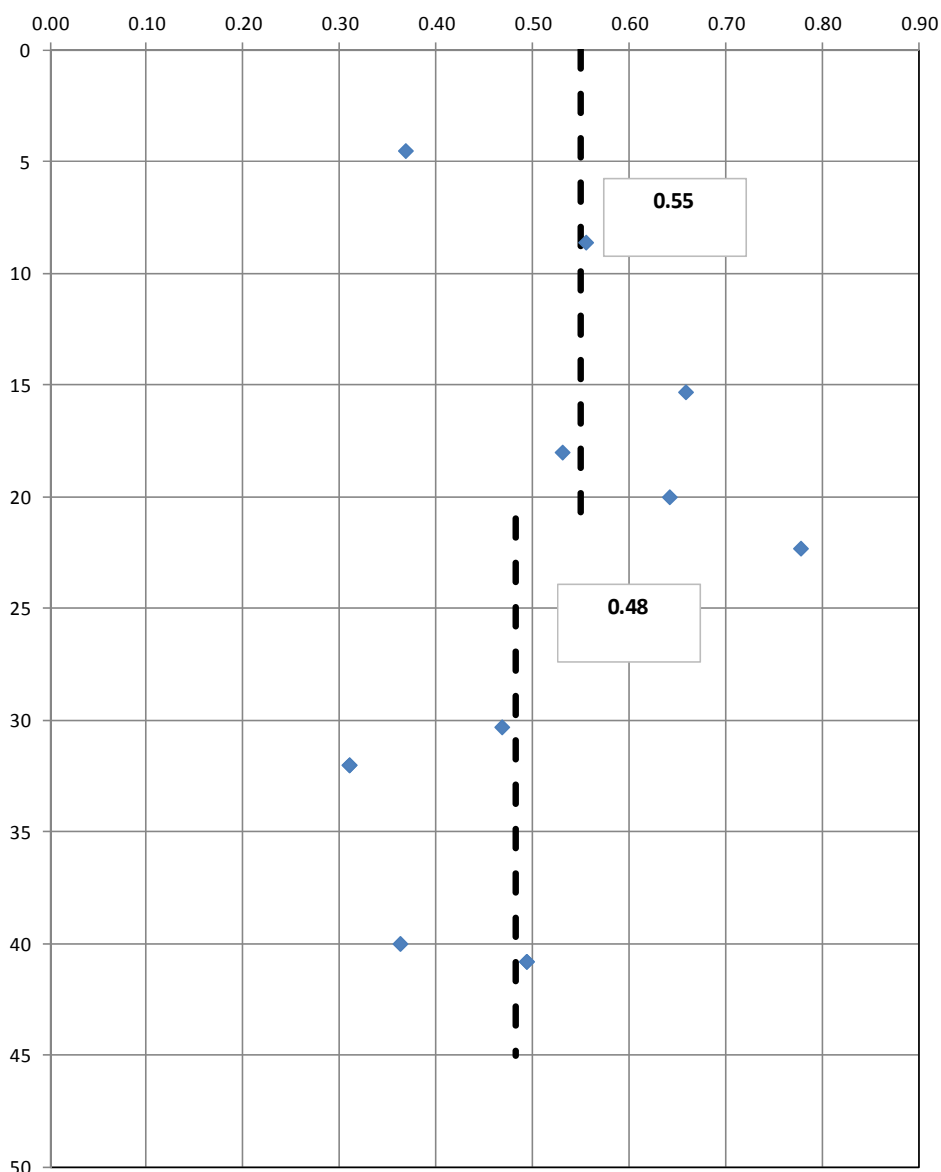
Indice di compressione C_c 

Figura 5 - Risultati prove edometriche – indice di compressione C_c .

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

GE0005 001

C

13 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T. E VARIANTE ALLA LINEA
STORICA ROMA – NAPOLI VIA CASSINO

Indice di ricompressione Cr

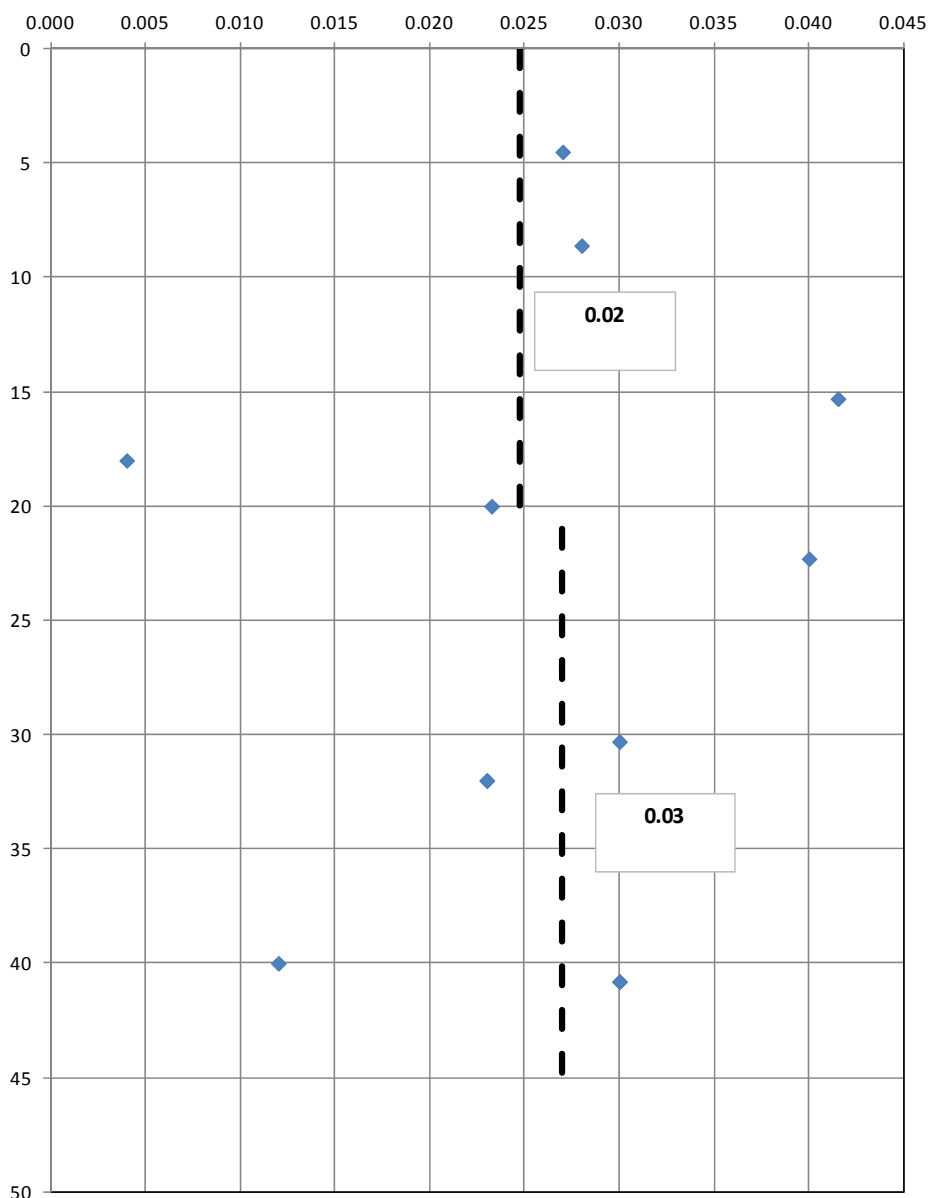


Figura 6 - Risultati prove edometriche – indice di ricompressione Cr.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

GE0005 001

C

14 di 52

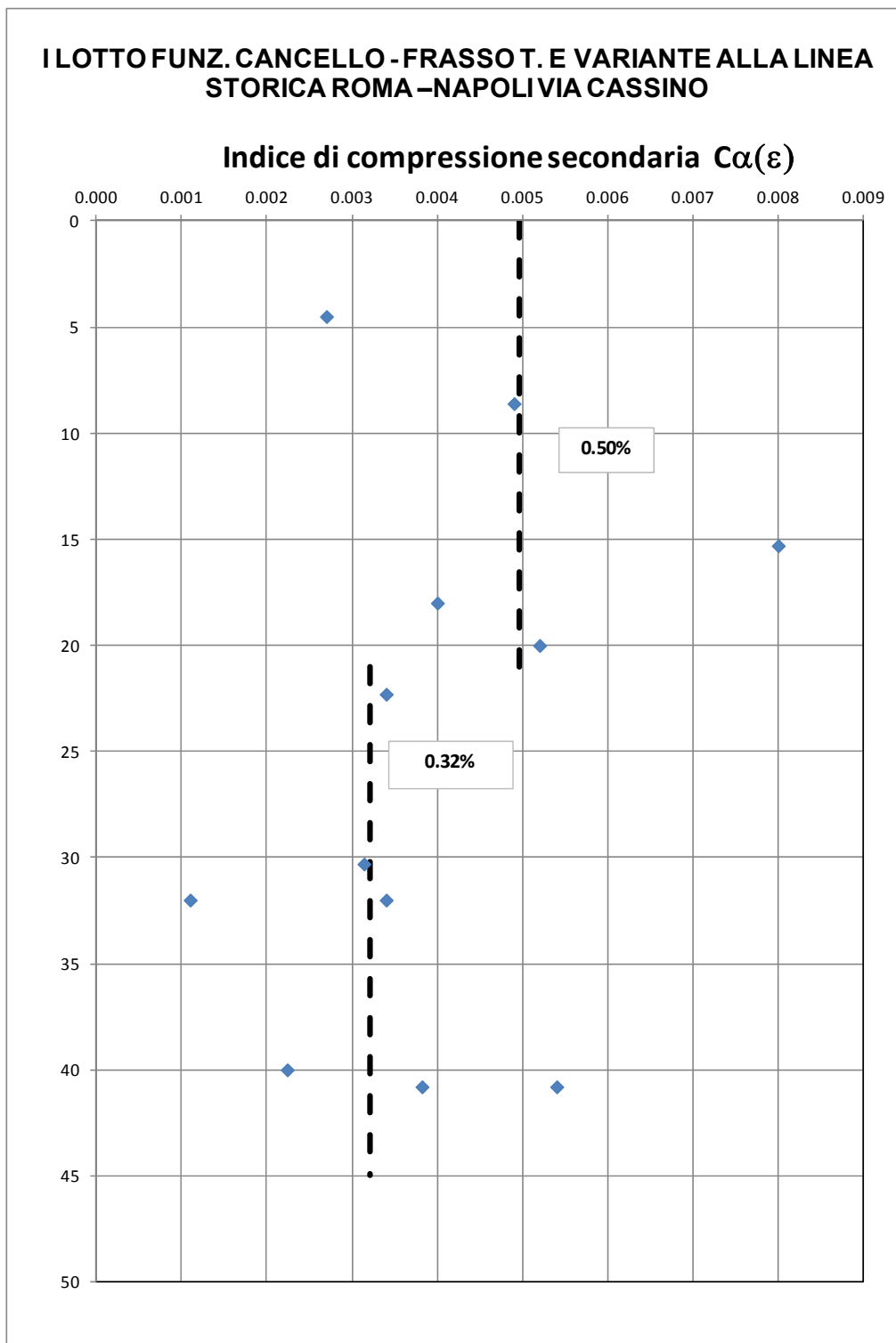


Figura 7 - Risultati prove edometriche – indice di compressione secondaria $C\alpha$.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>15 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	15 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	15 di 52								

Sabbia: le caratteristiche di resistenza e di deformabilità di tale strato sono state desunte principalmente dall'interpretazione delle prove Penetrometriche dinamiche in sito (SPT).

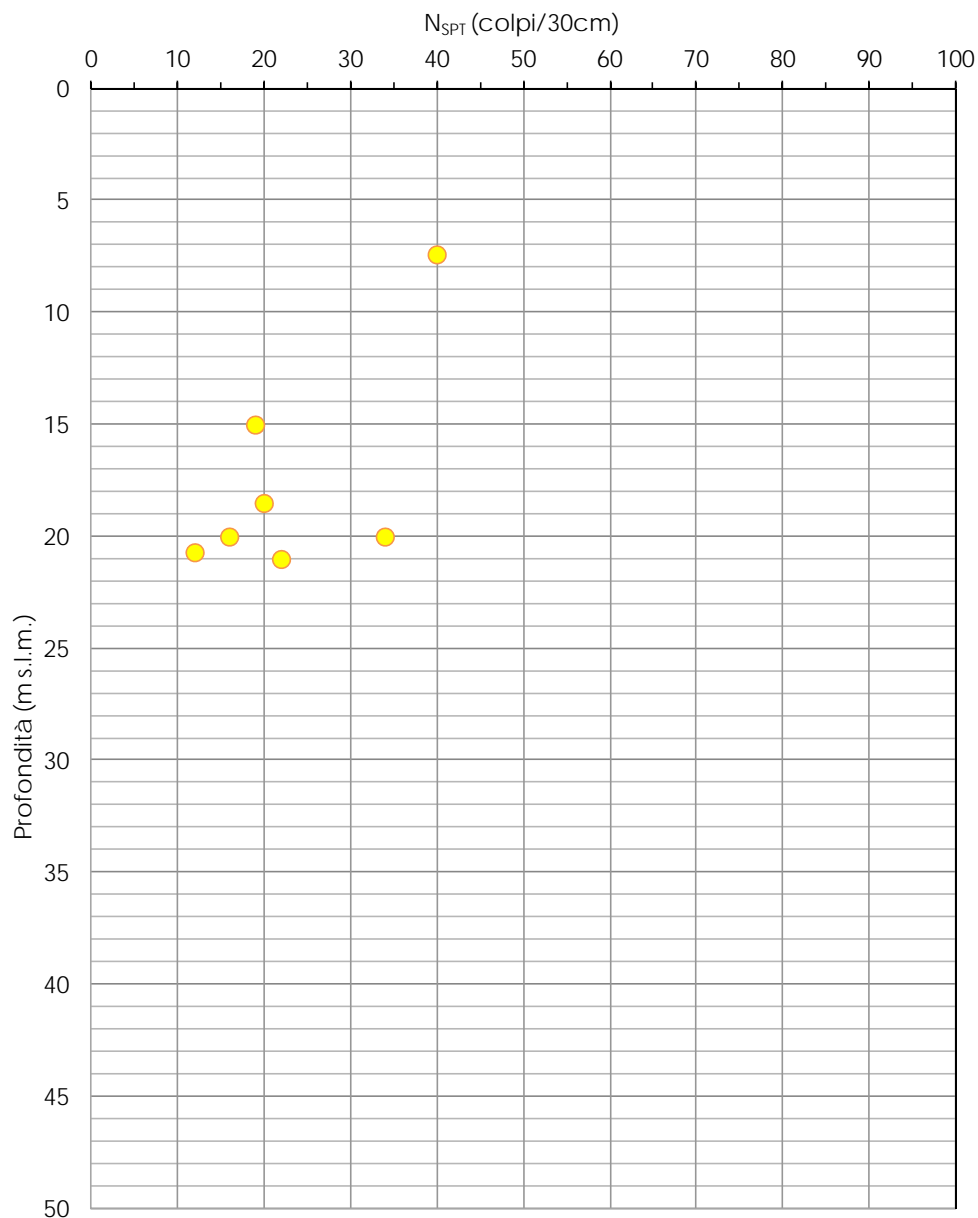
In particolare, per le profondità di interesse (dai 13 m ai 16 m da piano campagna), risulta:

- NSPT compreso tra 19 ÷ 36 colpi/30 cm;
- Modulo elastico Operativo (Dedotto da Vs ottenuto da correlazione con SPT - Ohta & Goto (1978)) dell'ordine di 30 MPa;
- Angolo di attrito (Correlazione da SPT - Bolton (1986)) dell'ordine di 32-34°.

GEOTECNICA
Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	16 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSOT.

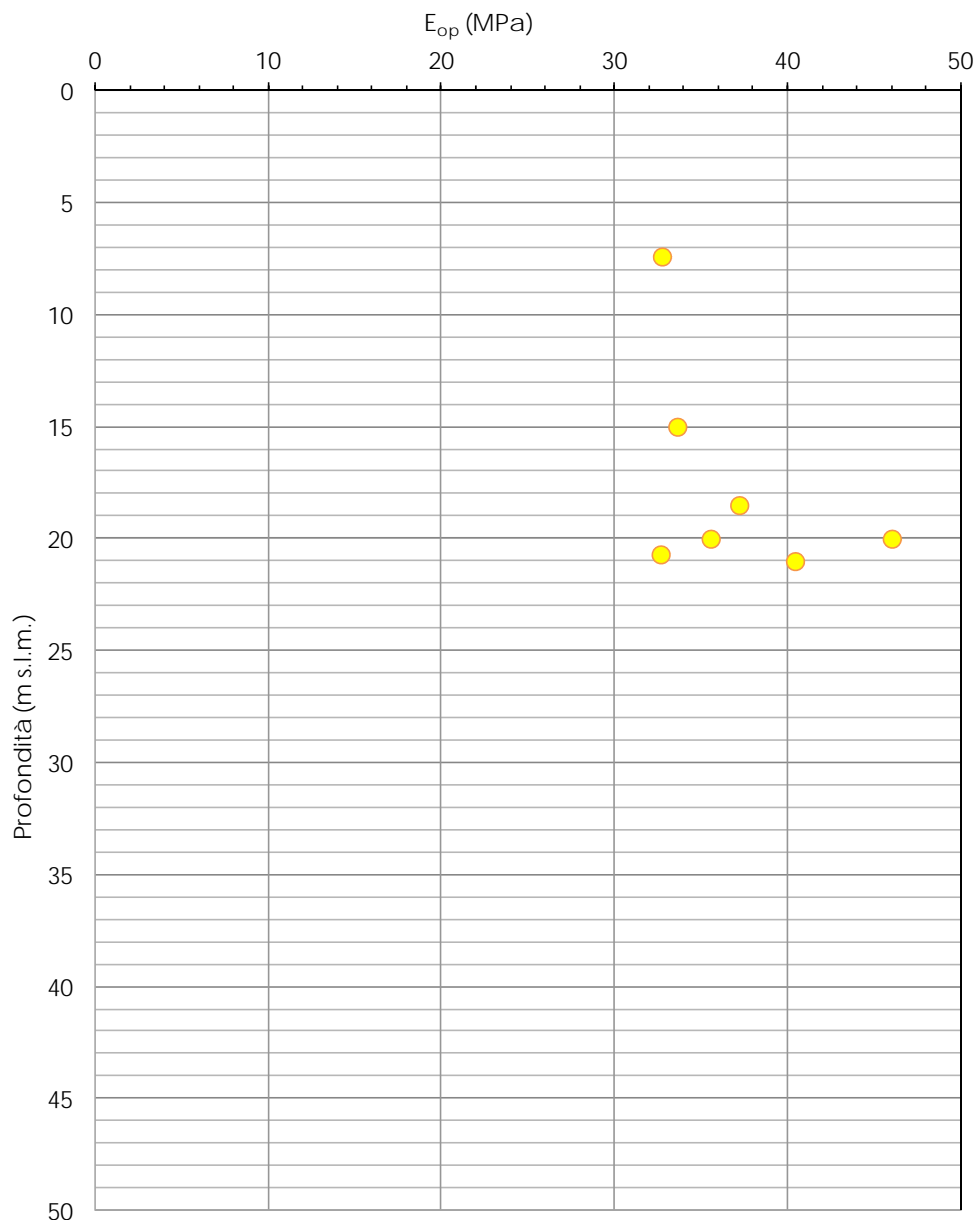


GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	17 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO- FRASSOT.



● S Sabbia

● G Ghiaia

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO

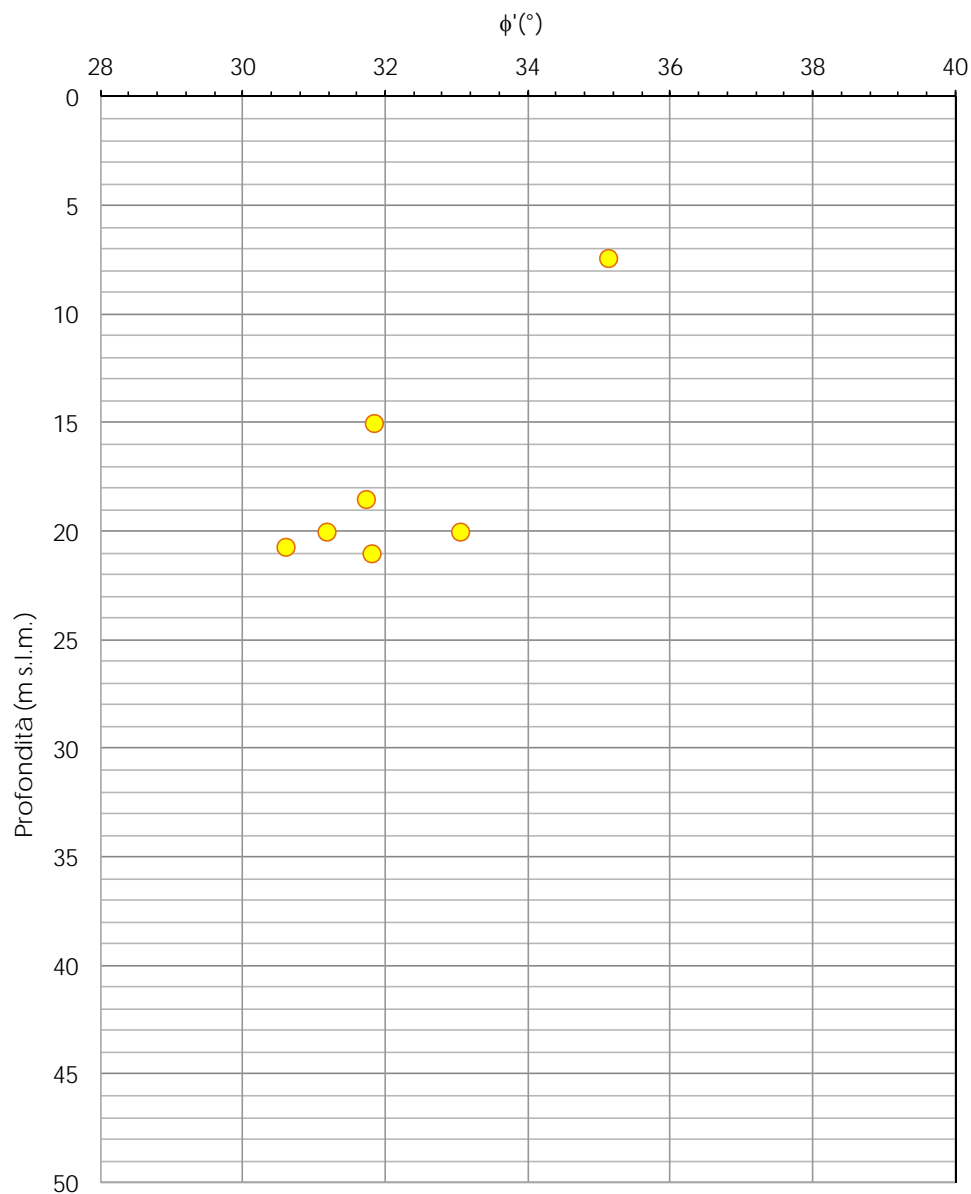
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	18 di 52

I LOTTO FUNZ. CANCELLO - FRASSO T.



● S Sabbia

● G Ghialla

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>19 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	19 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	19 di 52								

3.5 PARAMETRI DI CALCOLO

Sulla base di quanto sopra descritto, nella Tabella 2 sono riportati i valori dei parametri geotecnici caratteristici adottati per i calcoli svolti nella presente relazione. La falda di progetto è stata assunta nei calcoli a 19.00 m dal piano campagna.

	Limi Sabbiosi Argillosi (1)	Sabbia	Limi Sabbiosi Argillosi (2)
Parametri	Strato 1 (1)	Strato 2	Strato 1 (2)
γ_t (kN/m ³)	17	18	17
GSI	-	-	-
σ_c (MPa)	-	-	-
σ_t (MPa)	-	-	-
m_i (-)	-	-	-
ϕ' (°)	26	32	26
c' (kPa)	0	0	0
E_{op} (MPa)	-	30	-
C_c (-)	0.55	-	0.48
C_s (-)	0.02	-	0.03
C_{oes} (-)	0.50%	-	0.32%
ν' (-)	0.25	0.25	0.25
k (m/s)	$K_H=1.0 \times 10^{-6}$ $K_V=1.0 \times 10^{-7}$	1.0×10^{-5}	$K_H=1.0 \times 10^{-6}$ $K_V=1.0 \times 10^{-7}$

Tabella 2 - Parametri geotecnici di calcolo dal km 8+138 al km 9+135.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>20 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	20 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	20 di 52								

4 CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE FERROVIARIO NELLA TRATTA IN ESAME

4.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELLA TRATTA

Lungo la Linea ferroviaria Napoli – Bari, nel tratto compreso tra Canello e Frasso Telesino e nella variante alla Linea Roma – Napoli via Cassino, nel comune di Maddaloni, il corpo stradale ferroviario si sviluppa, nei tratti all'aperto, principalmente in rilevato e per una porzione ridotta in trincea.

Il tratto oggetto del presente documento è ubicato tra il km 8+121 ed il km 9+135. In particolare al km 8+120 si è in uscita dal viadotto Valle di Maddaloni, il tracciato procede in rilevato sino al km 8+139, poi in trincea poi dal km 8+493 fino al 8+632 dove inizia il viadotto Rio Secco, che termina al km 8+780, dopodiché il tracciato continua in rilevato. Le altezze massime dei rilevati in questo tratto sono dell'ordine dei 7.00 m.

4.2 DESCRIZIONE DEI TRATTI IN RILEVATO

Per quanto riguarda la geometria dei rilevati, si è fatto riferimento agli elaborati di progetto ad essi relativi ed in particolare alle sezioni trasversali, tipologiche e correnti. In particolare i rilevati sono previsti con pendenza 3H:2V, con banche di altezza massima pari a circa 6.00 m, intervallate da berme di larghezza pari a circa 2 m con altezza minima non inferiore ad 1.00 m. Al di sotto del rilevato è stato previsto uno scotico e bonifico per uno spessore pari a 1.0 m. Per le scarpate è stata ipotizzata una finitura a verde.

Il rilevato è finito in sommità con la realizzazione di uno strato di super compattato di spessore pari a 0.30 m, al di sopra del quale verrà realizzato uno strato di sub-ballast (conglomerato bituminoso) di spessore pari a 0.12 m.

Una volta così completato il corpo del rilevato si posizioneranno ballast, traversine ed rotaie ferroviario.

4.3 MATERIALI

Il materiale costituente il corpo del rilevato è caratterizzato da un peso specifico pari a 20.00 kN/m³, un angolo di attrito caratteristico ϕ'_k pari a 38° e coesione efficace nulla.

Lo strato di materiale supercompattato, di spessore pari a 0.30 m, è caratterizzato da un peso specifico pari a 20.00 kN/m³, un angolo di attrito caratteristico ϕ'_k pari a 42° e coesione efficace nulla, mentre per lo strato di Sub-ballast, di spessore pari a 0.12 m, è caratterizzato da un peso specifico pari a 20.00 kN/m³, un angolo di attrito caratteristico ϕ'_k pari a 38° e coesione efficace pari a 100 kPa.

Per l'inerbimento superficiale delle scarpate, si è considerato uno strato di spessore pari a 30 cm caratterizzato da un peso specifico pari a 19.00 kN/m³, un angolo di attrito caratteristico ϕ'_k pari a 32° e coesione efficace pari a 10 kPa.

Una sintesi dei parametri geotecnici di calcolo per i materiali antropici simulati nel modello di calcolo PLAXIS è riportata alla successiva Tabella 3.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>21 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	21 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	21 di 52								

STRATO	Spess.	Peso di volume	Angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Modulo di Young operativo
	[m]	γ_d [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kPa]	$E_{op.}$ [MPa]
ARMAMENTO	0.8	18	38	0	30
RILEVATO	Variab.	20	38	0	30
STRATO DI BONIFICO	1.0	19	38	0	15

Tabella 3 - Parametri geotecnici di calcolo – Materiali antropici.

4.4 CARICHI DI PROGETTO

In questo contesto, per il calcolo dei cedimenti assoluti e residui non è stato previsto alcun carico esterno.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>22 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	22 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	22 di 52								

5 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Sulla base delle indicazioni di progetto iniziali sono state condotte delle analisi 2D ad elementi finiti (FEM), presentate al successivo par. 6, per valutare i cedimenti attesi al di sotto dei rilevati "in assenza di interventi" ed il loro decorso in funzione del tempo.

I risultati ottenuti hanno mostrato cedimenti attesi post-costruzione non compatibili con la funzionalità dell'opera e con le operazioni di manutenzione ordinaria per la linea in esame. Si è pertanto resa necessaria la presenza di interventi di consolidamento al di sotto del rilevato ferroviario in modo da ridurre i cedimenti residui attesi a valori accettabili.

In particolare oggetto delle valutazioni di seguito presentate, sono i tratti di rilevato che richiedono dei trattamenti di miglioramento del terreno con altezze H (distanza PF – PC) comprese tra 2 m e 5 m. Per rilevati di altezza inferiore a 2 m non si prevedono infatti interventi di miglioramento, mentre per quelli di altezza superiore ai 5 m si rimanda ad altri elaborati di progetto. In particolare si è valutato di realizzare le tratte in esame secondo le seguenti modalità:

- nei tratti con H (distanza PF – PC) rilevato da 2 m a 3.5 m, ossia tra il km 8+146 e il km 8+196 (Lunghezza = 51 m) e tra il km 9+076 ed il km 9+135 (Lunghezza = 59 m) rilevato tradizionale con consolidamento colonnare, diametro 800 mm, realizzato con la tecnica del Deep Cement Mixing con maglia di trattamento 3.00 m x 3.00 m quadrata e lunghezza delle colonne 20 m. Tale trattamento consente di valutare un cedimento residuo tra la posa dell'armamento e il termine della vita utile dell'opera minore di 5 cm.
- nei tratti con H (distanza PF – PC) rilevato (distanza tra PF e PC) da 3.5 m a 5 m, ossia tra il km 8+493 ed il km 8+533 (Lunghezza = 40 m), e tra il km 8+950 ed il km 9+076 (Lunghezza = 126 m) rilevato tradizionale con consolidamento colonnare, diametro colonne 800 mm, realizzato con la tecnica del Deep Cement Mixing con maglia di trattamento 2.50 m x 2.50 m quadrata e lunghezza delle colonne 23 m. Tale trattamento consente di valutare un cedimento residuo tra la posa dell'armamento e il termine della vita utile dell'opera minore di 5 cm.

Un discorso a parte è da fare per il tratto tra il km 8+120 e il km 8+145 che funge da raccordo tra il Viadotto di Valle Maddaloni e il successivo rilevato per il quale è già previsto un intervento di consolidamento. In questo tratto di raccordo si è infatti, da un punto di vista sia geologico e geotecnico che morfologico, in presenza di una transizione. In particolare da un punto di vista geometrico il rilevato in uscita dalla spalla del Viadotto di Valle Maddaloni ha un'altezza H pari a circa 7 m per una lunghezza di 25 m, per poi passare abbastanza repentinamente al successivo rilevato di altezza pari a circa 3 m. Per questo rilevato successivo, come già detto, è previsto un intervento di consolidamento a causa delle scarse proprietà del terreno di fondazione, tuttavia le condizioni stratigrafiche immediatamente precedenti (nel tratto di raccordo appunto) sono diverse e decisamente migliori, ma soprattutto caratterizzate da materiali non viscosi, ossia che non dovrebbero presentare un cedimento secondario significativo. Tuttavia, trattandosi di una zona particolarmente critica in termini di discontinuità si suggerisce di inserire delle geogriglie all'interno del rilevato con funzione di cucitura nella zona di passaggio tra i due rilevati di altezze diverse e di estendere a tutta questa zona (lunghezza tratto = 25 m) anche il trattamento colonnare. Il trattamento previsto è anche in questo caso un consolidamento colonnare, diametro 800 mm, realizzato con la tecnica del Deep Cement Mixing con maglia di trattamento 3.00 m x 3.00 m quadrata e lunghezza delle colonne 15 m. A questo tratto specifico è dedicato il capitolo 7 e le valutazioni in esso descritte.

In merito alle dimensioni degli interventi di trattamento si sottolinea che nei calcoli di seguito presentati la zona trattata da un punto di vista planimetrico coincide esattamente con l'impronta del rilevato. Da un punto di vista costruttivo, per poter assumere che l'intervento abbia la stessa efficacia inserita nel calcolo numerico, si dovrà trattare un'area più estesa, generalmente prevedendo una fila di elementi colonnari in più oltre il bordo del rilevato.

Le aree di trattamento indicate nella tavola sui consolidamenti tengono già conto di questo allargamento.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>23 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	23 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	23 di 52								

5.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO COLONNARE IN DEEP CEMENT MIXING (DCM)

Il trattamento proposto fa parte dei trattamenti colonnari che prevedono miscelazione profonda per mescolamento meccanico del terreno con miscele cementizie. Solitamente è identificato con il termine deep mixing oppure con gli acronimi DMM (Deep Mixing Method) o DCM (Deep Cement Mixing).

Il volume di terreno trattato con deep mixing ha forma cilindrica, se si adotta la classica attrezzatura di scavo e iniezione della miscela ad elica (continua o discontinua), oppure una forma parallelepipedica a pannelli se si adotta una coppia di ruote fresanti. Nel nostro caso sono previste colonne di diametro 800 mm.

La tecnica del deep mixing consiste nella miscelazione meccanica del terreno con calce e/o cemento attraverso l'azione di una trivella dotata di pale rotanti. Calce e cemento possono essere aggiunti in polvere (dry mixing) o premiscelati con acqua (wet mixing). Il dry mixing è generalmente preferito per terreni limo-argillosi saturi, in virtù del loro elevato contenuto d'acqua necessario per sviluppare le reazioni di presa del legante.

Una volta eseguite le colonne di trattamento si provvederà a stendere uno strato di ripartizione, di spessore indicativo pari ad 1 m, costituito da materiale granulare opportunamente selezionato, al di sopra del quale si provvederà a stendere un doppio strato di geogrilie su cui costruire il rilevato ferroviario.

Le geogrilie, con la loro azione di rinforzo, permettono di evitare l'effetto di punzonamento dei pali nel rilevato, e di ridistribuire i carichi verticali sulla testa dei pali ed assorbire le spinte orizzontali alla base del rilevato, in modo che i pali non subiscano sollecitazioni di taglio.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>24 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	24 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	24 di 52								

6 ANALISI PER IL DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

6.1 DESCRIZIONE DELLE ANALISI CONDOTTE

Una volta evidenziata dalle indagini la presenza di materiali compressibili con spessori importanti e proceduto alla caratterizzazione geotecnica di tali materiali, si sono condotte le seguenti analisi:

- analisi preliminari di cedimento del rilevato (senza la presenza di interventi di consolidamento) per valutare i cedimenti attesi ed il loro andamento nel tempo (par. 6.3)
- analisi assialsimmetriche utilizzate per dimensionare gli interventi di consolidamento (diametri, interassi, lunghezze) (par. 6.4);
- analisi finali di cedimento del rilevato in presenza degli interventi di consolidamento proposti, utilizzate per verificare l'efficacia degli interventi e la compatibilità dei cedimenti attesi con le tolleranze di progetto (par 6.5).
- analisi assialsimmetriche utilizzate per verificare il comportamento delle geogriglie e valutarne la compatibilità con il campo di deformazioni atteso (par. 6.7).

Si riporta che si considerano accettabili cedimenti residui post-costruzione dell'ordine dei 5 cm.

6.2 CODICE DI CALCOLO PLAXIS 2D

Plaxis 2D è un codice di calcolo agli elementi finiti (sviluppato dalla Delft University of Technology) bidimensionale in grado di tenere conto del comportamento del terreno seguendo la variazione dello stato tensionale e deformativo nei vari punti dell'ammasso considerato e negli eventuali elementi strutturali collegati con i quali interagisce. E' utilizzabile per eseguire analisi di stabilità e di deformazione nell'ambito di molteplici applicazioni geotecniche. Il programma permette di simulare situazioni reali riconducibili a condizioni di deformazione piane (plane strain) o a condizioni assialsimmetriche (axisymmetric). Plaxis consente di svolgere diversi tipi di calcolo agli elementi finiti distinguendo tra calcoli di tipo Plastico (plastic), Analisi di consolidazione (consolidation), Analisi di stabilità con il metodo della riduzione dei parametri di resistenza (ϕ -c reduction) e Analisi dinamiche (dynamic).

6.3 ANALISI RILEVATO SENZA INTERVENTI

6.3.1 MODELLI E FASI DI CALCOLO

I modelli geometrici utilizzati per le analisi oggetto di questo documento considerano rispettivamente un rilevato di altezza PF – PC pari a 3.50 m ed un rilevato di altezza PF – PC pari a 5.00 m.

Si tratta di modelli bi-dimensionali in cui è mostrato il rilevato in sezione con la propria geometria; per altezza di un rilevato, si intende la distanza verticale tra piano campagna e ciglio di bordo della piattaforma ferroviaria.

Con riferimento alla stratigrafia di progetto di cui al capitolo 3, per la simulazione della risposta geotecnica dei materiali argillosi in sito, sono stati adottati il modello "Soft Soil Creep" e/o il modello "Soft Soil". Il "Soft Soil Creep" permette di simulare sia il processo di "Consolidazione Primaria" che quello di "Consolidazione viscosa/di creep", mentre il "Soft Soil" permette di simulare la sola "Consolidazione Primaria"; ciò significa che solo per il modello "Soft Soil Creep" è previsto l'accumulo di deformazioni viscosi a lungo tempo.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>25 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	25 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	25 di 52								

In particolare, per modellare correttamente l'accumulo delle deformazioni viscosi nel tempo, è stato impostato un modello geotecnico per il terreno di tipo "Soft soil Creep" lì dove:

1. La percentuale di incremento dello sforzo verticale dovuto al carico rispetto alla condizione "geostatica" fosse superiore a circa 4/6%:

$$\frac{\sigma'_{vf} - \sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} > \approx 4 - 6\% ;$$

2. Il valore di "Pressione idrostatica in eccesso" fosse maggiore (in modulo) a circa $(5e-4)/(1e-3)$ KPa.

Tali limitazioni sono state introdotte per evitare di sovrastimare l'effetto di cedimento secondario. In particolare si rendono necessaria a causa della metodologia di calcolo dei cedimenti di creep utilizzata da Plaxis che inserisce nel proprio modello costitutivo il creep fin dall'inizio della storia di carico (e non al termine della consolidazione primaria come sarebbe più corretto) e quindi accumula cedimenti dovuti a creep anche in aree non caricate in modo significativo. Tale effetto diventa ovviamente significativo in casi come questo in cui il coefficiente di consolidazione secondaria è elevato.

In accordo ai due criteri sopra citati, di cui è riportata una evidenza in , risulta che:

- Per il modello Plaxis con rilevato H=3.5m, è stata considerata la possibilità di accumulo di deformazioni viscosi per profondità inferiori a 24 m da piano campagna e nel raggio di circa 22 m dalla mezzeria del rilevato;
- Per il modello Plaxis con rilevato H=5.0m, è stata considerata la possibilità di accumulo di deformazioni viscosi per profondità inferiori a 30 m da piano campagna e nel raggio di circa 30 m dalla mezzeria del rilevato.

I modelli geometrici utilizzati per le analisi sono mostrati nella Figura 10 e nella Figura 11 rispettivamente per un rilevato di altezza pari a 3.50 m e 5.00 m; in tali figure è evidenziata l'area in cui sono attese deformazioni viscosi in accordo a quanto sopra dichiarato.

Le fasi di calcolo simulate per la condizione "Rilevato senza interventi" sono, in entrambi i casi, le seguenti:

- Generazione dello stato tensionale iniziale con piano campagna attuale;
- Scavo di 1 m di profondità per scotico e bonifico (durata 5 gg);
- Posa del materiale granulare con funzione di bonifico (durata 5 gg);
- Costruzione del rilevato sino all'altezza di progetto (durata 50 gg per H = 3.5 m e 70 gg per H = 5 m);
- Attesa fino a 100 anni dalla fine della costruzione.

I risultati ottenuti sono mostrati e commentati al successivo punto 6.3.2.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	26 di 52

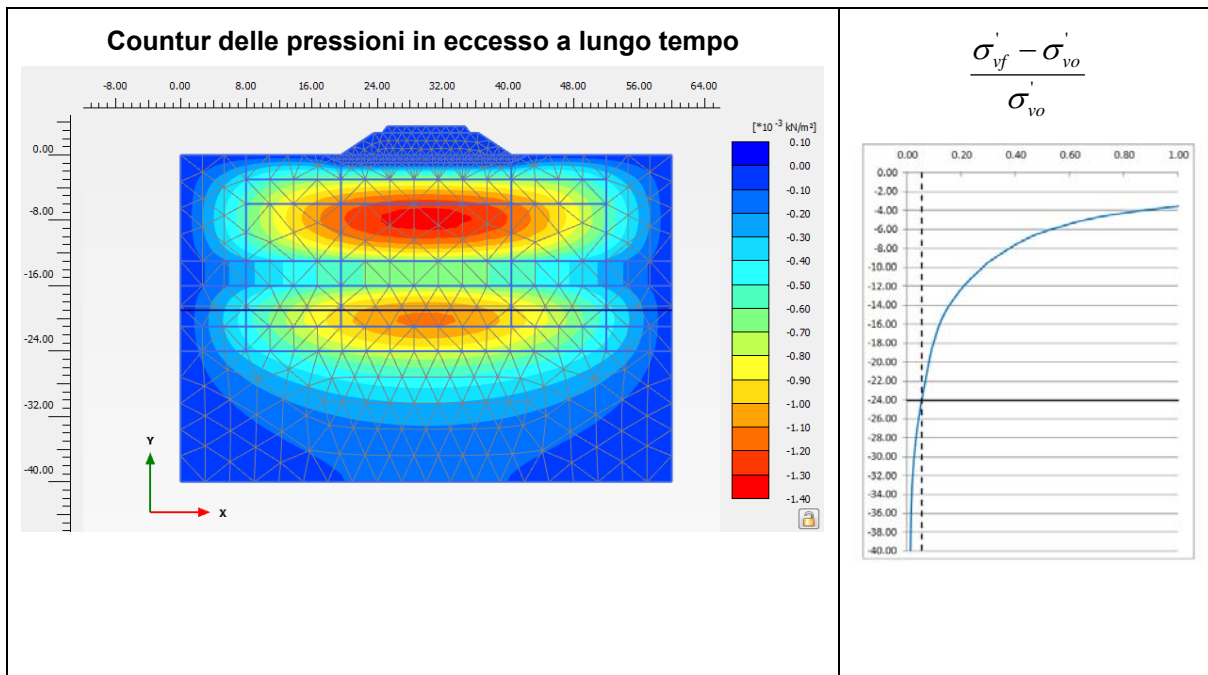


Figura 8 - Modello rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m – Criteri di applicazione del modello “Soft Soil Creep”.

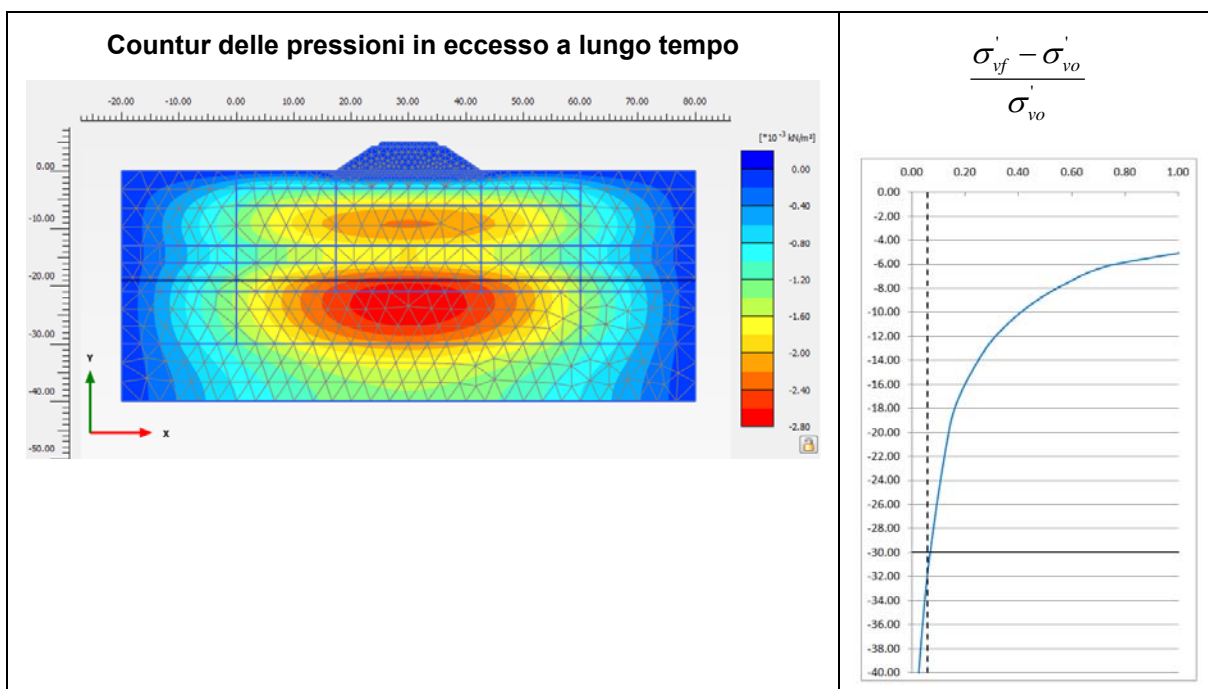


Figura 9 - Modello rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m – Criteri di applicazione del modello “Soft Soil Creep”.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

GE0005 001

C

27 di 52

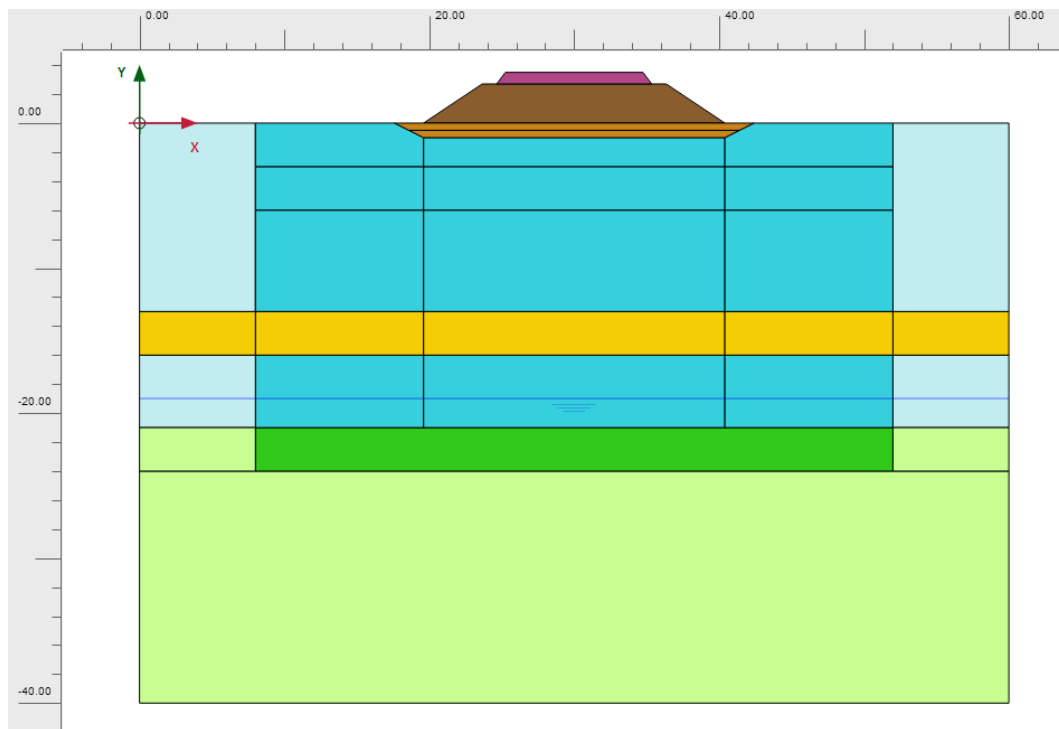


Figura 10 - Modello rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m – senza interventi.

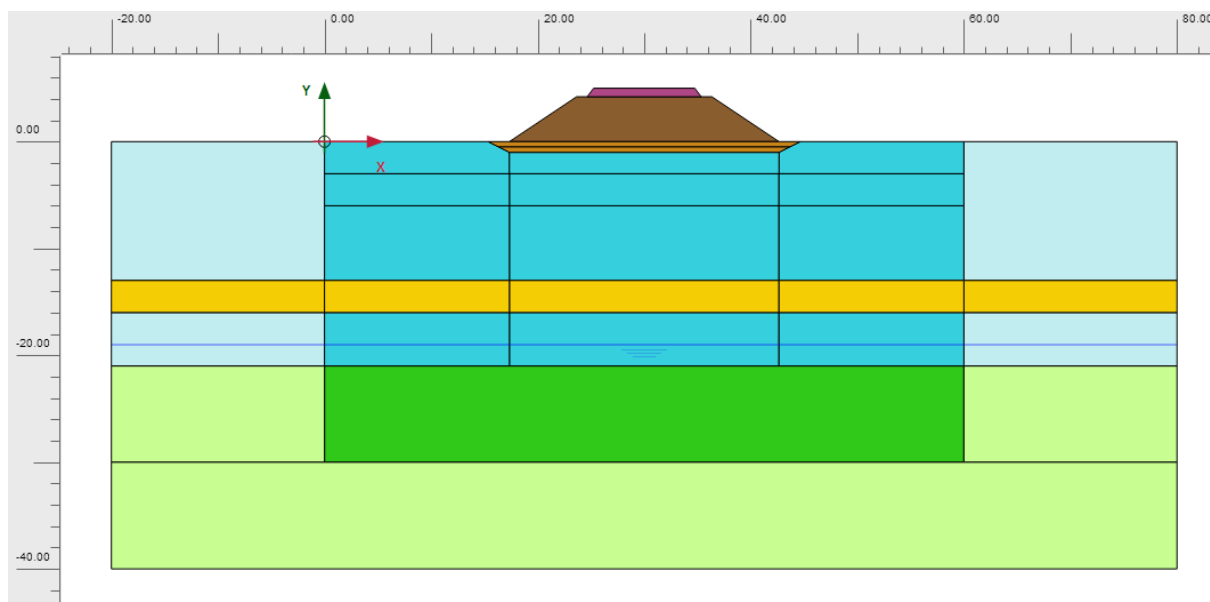


Figura 11 - Modello rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m – senza interventi.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>28 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	28 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	28 di 52								

6.3.2 RISULTATI

Nella Figura 12 e nella Figura 13 sono riportati i risultati ottenuti per il rilevato di altezza pari a 3.50 m in termini di spostamenti verticali calcolati al termine delle fasi di costruzione prima della messa in esercizio della linea (a circa due anni dall'inizio della costruzione) e a 100 anni dalla fine della costruzione.

I valori ottenuti sono pari a circa 73 cm prima della messa in esercizio (a due anni dalla costruzione) e pari a circa 91 cm dopo 100 anni.

Nelle successive Figura 14 e Figura 15 è invece riportato l'andamento nel tempo dello spostamento verticale di un punto posizionato in sommità al rilevato in corrispondenza della mezzeria. Nella prima figura c'è tutto l'arco temporale preso in considerazione nel calcolo, mentre nella seconda è riportato uno zoom sui primi anni in cui ragionevolmente si è ipotizzato che avvengano la costruzione e le successive installazioni e collaudi.

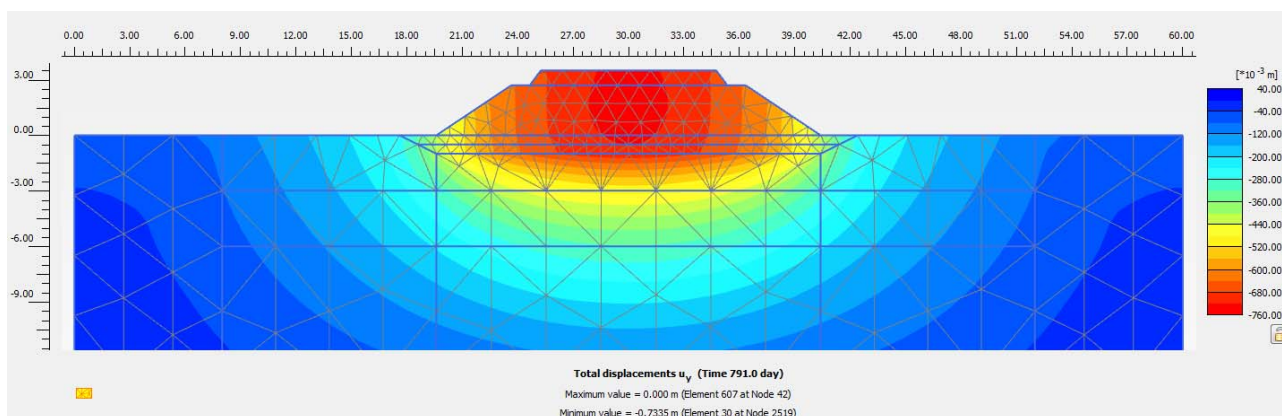


Figura 12 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m senza interventi – Spostamenti verticali prima della messa in esercizio.

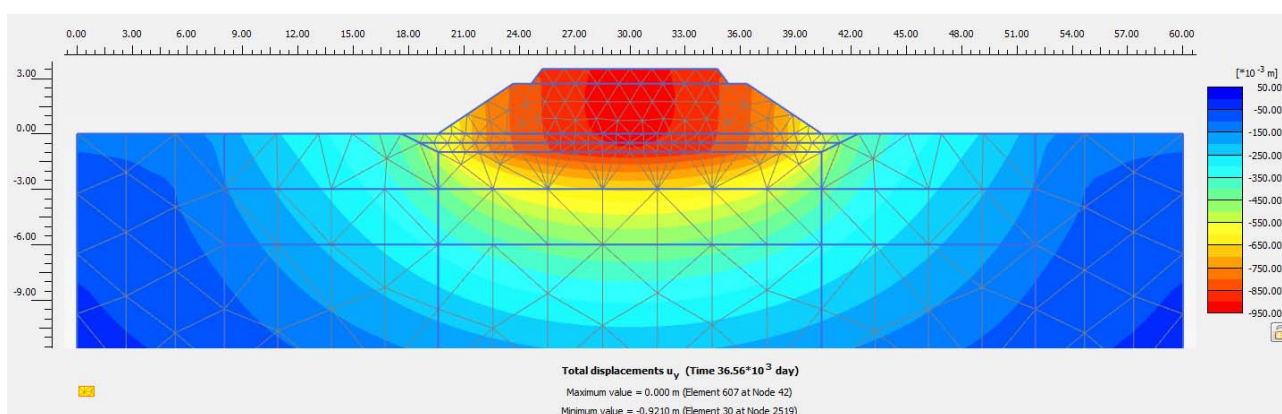


Figura 13 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m senza interventi – Spostamenti verticali a 100 anni dalla costruzione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>29 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	29 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	29 di 52								

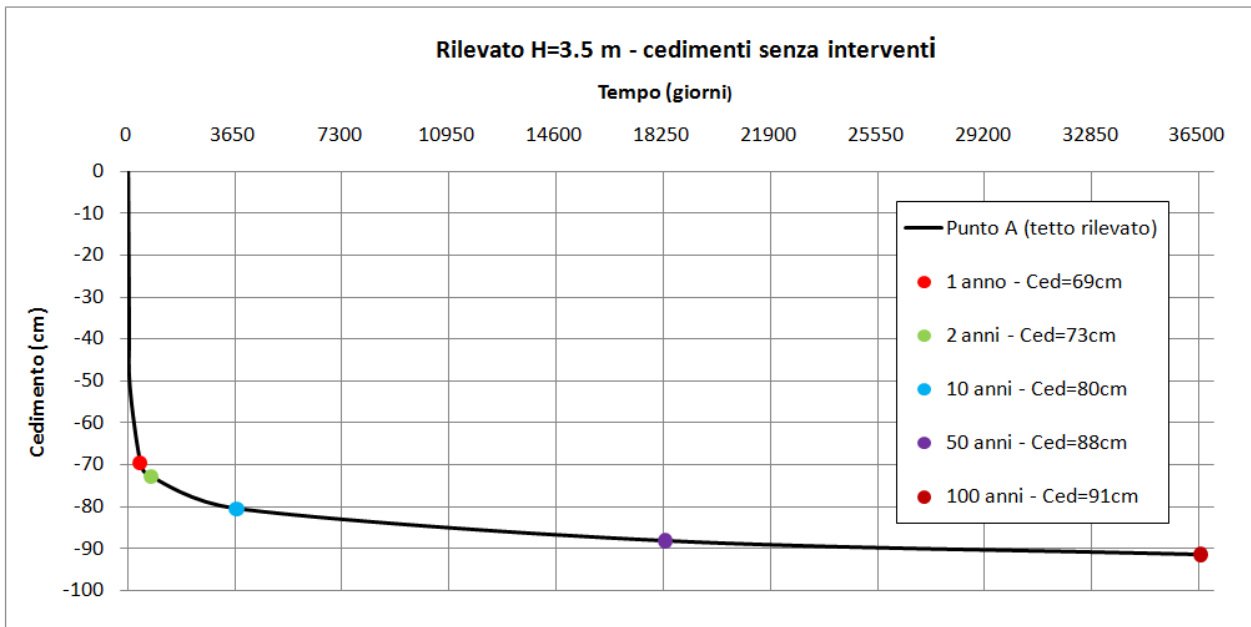


Figura 14 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m senza interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato.

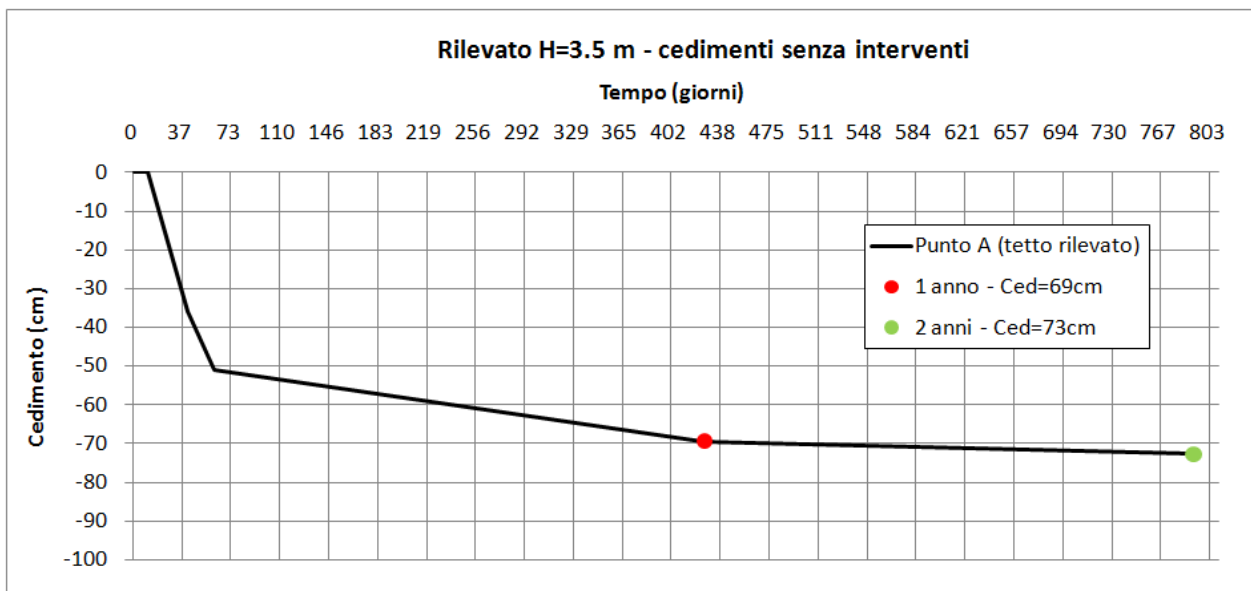


Figura 15 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m senza interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato (zoom fasi di costruzione).

Nella Figura 16 e nella Figura 17 sono riportati i risultati ottenuti per il rilevato di altezza pari a 5.0 m in termini di spostamenti verticali calcolati al termine delle fasi di costruzione prima della messa in esercizio della linea e a 100 anni dalla fine della costruzione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>30 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	30 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	30 di 52								

I valori ottenuti sono pari a circa 100 cm prima della messa in esercizio (a due anni dalla costruzione) e pari a circa 123 cm dopo 100 anni.

Nelle successive Figura 18 e Figura 19 è invece riportato l'andamento nel tempo dello spostamento verticale di un punto posizionato in sommità al rilevato in corrispondenza della mezzeria. Nella prima figura c'è tutto l'arco temporale preso in considerazione nel calcolo, mentre nella seconda è riportato uno zoom sui primi anni in cui ragionevolmente si è ipotizzato che avvengano la costruzione e le successive installazioni e collaudi.

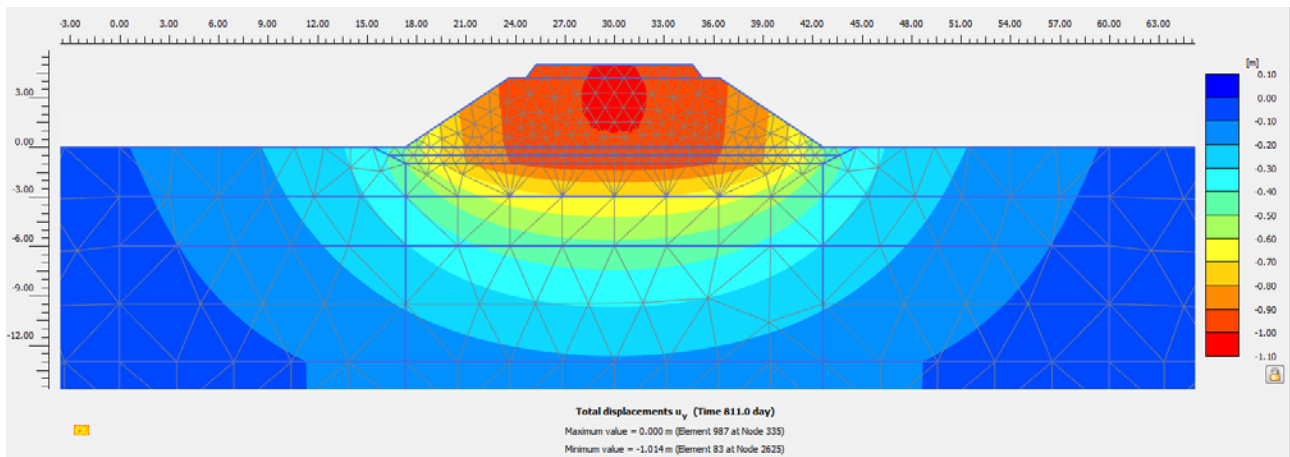


Figura 16 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m senza interventi – Spostamenti verticali prima della messa in esercizio.

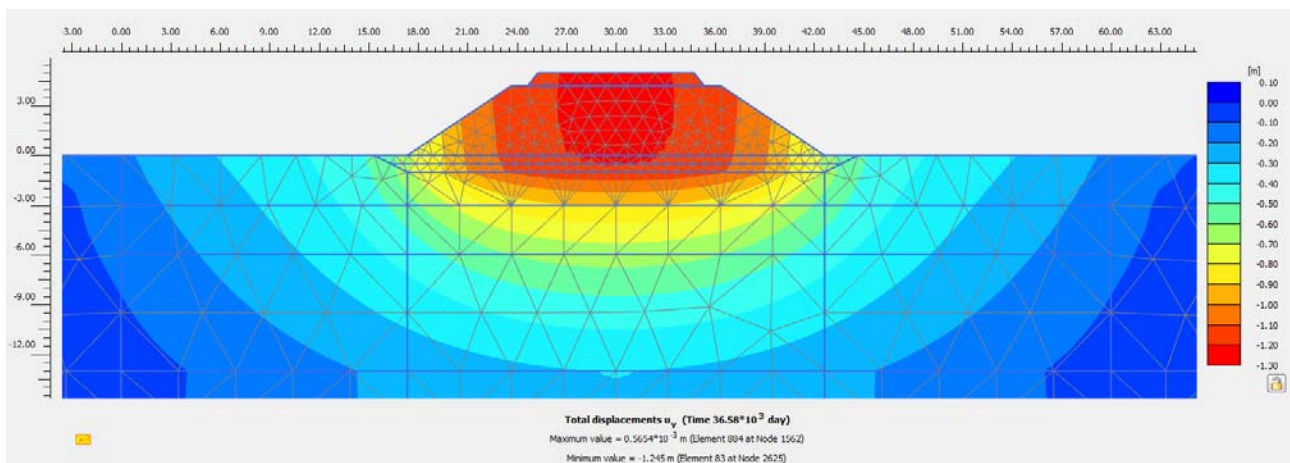


Figura 17 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m senza interventi – Spostamenti verticali a 100 anni.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>31 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	31 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	31 di 52								

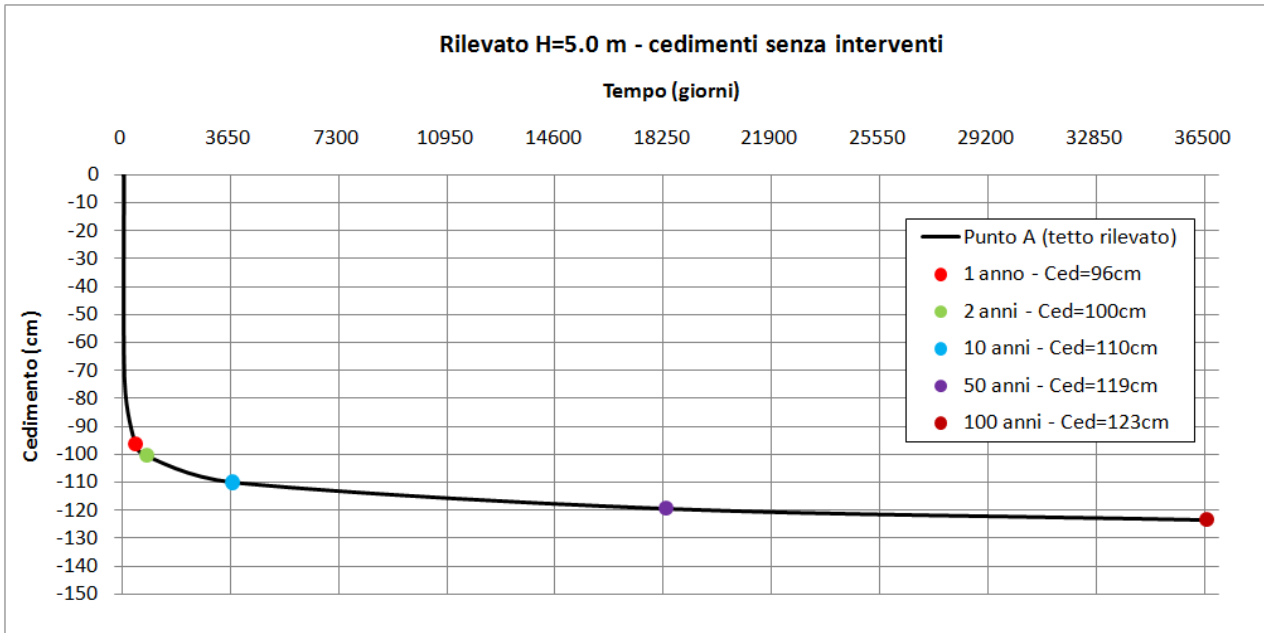


Figura 18 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m senza interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato.

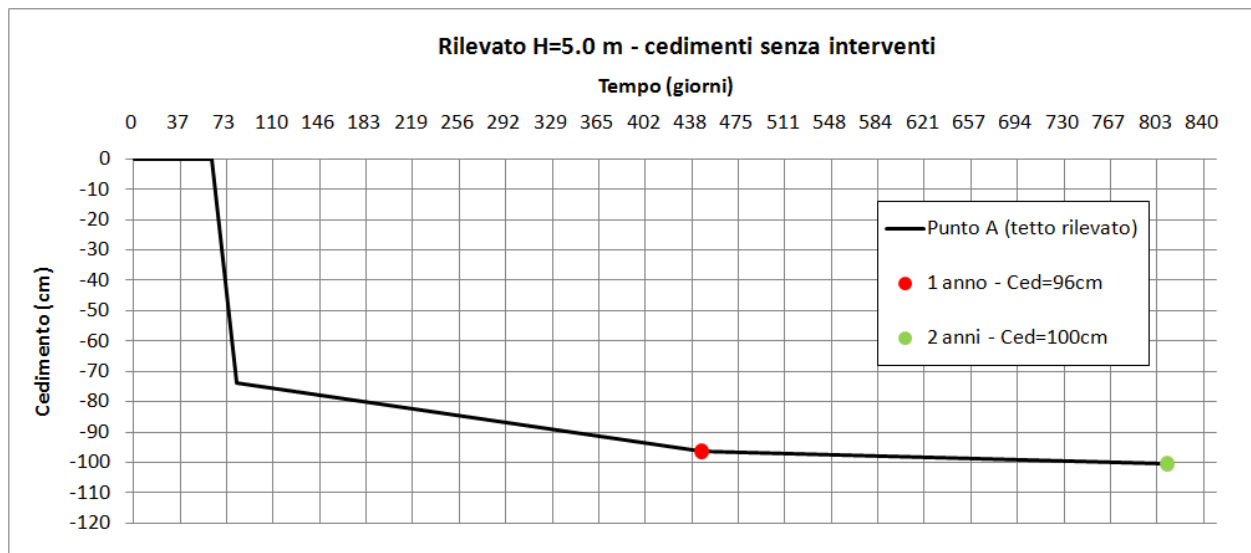


Figura 19 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m senza interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato (zoom fasi di costruzione).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>32 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	32 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	32 di 52								

6.4 ANALISI DIMENSIONAMENTO DCM

Si riporta quanto sviluppato in fase di progettazione definitiva nella “Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari” (IF0F01D 11CLGE0005011), a cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

6.4.1 MODELLI E FASI DI CALCOLO

I modelli utilizzati per queste analisi sono mostrati nella Figura 20 e nella Figura 21.

Si tratta di due modelli assialsimmetrici che permettono di effettuare il dimensionamento degli interventi colonnari DCM. In particolare sono stati costruiti due modelli, uno per dimensionare l'intervento di consolidamento per i rilevati da 2 a 3.5 m di altezza (con rilevato di altezza pari a 3.5 m) e uno per dimensionare l'intervento di consolidamento per i rilevati da 3.5 a 5.0 m di altezza (con rilevato di altezza pari a 5.0 m); per altezza di un rilevato, si intende la distanza verticale tra piano campagna e ciglio di bordo della piattaforma ferroviaria.

Nel primo modello (Rilevato H=3.5 m), Figura 20, la colonna trattata DCM ha lunghezza pari a 20 m, un diametro della colonna pari a 800 mm e la dimensione della cella ha raggio 1.7 m per simulare una maglia di trattamento quadrata 3.0 m x 3.0 m.

Nel secondo modello (Rilevato H=5.0 m), Figura 21, la colonna trattata DCM ha lunghezza pari a 23 m, un diametro della colonna pari a 800 mm e la dimensione della cella ha raggio 1.4 m per simulare una maglia di trattamento quadrata 2.5 m x 2.5 m.

I risultati ottenuti sono mostrati e commentati al successivo punto 6.4.2.

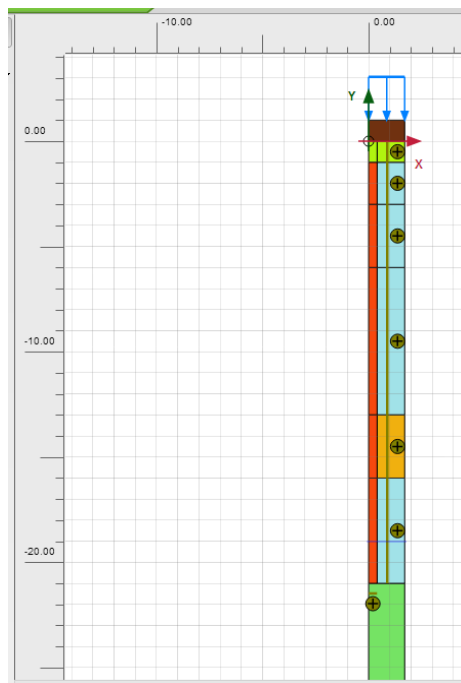


Figura 20 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 3 x 3 per rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>33 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	33 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	33 di 52								

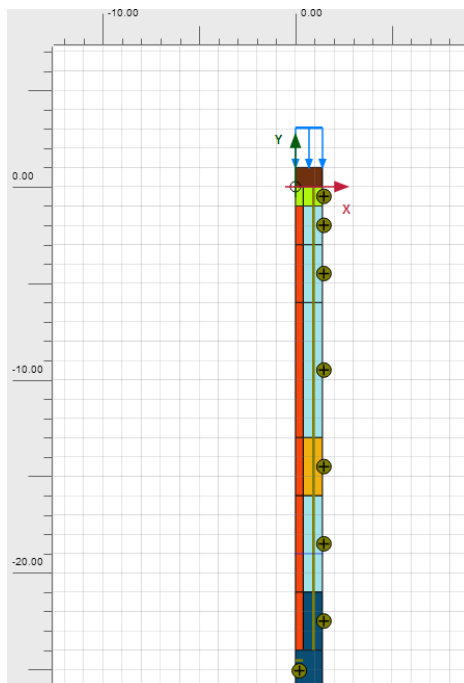


Figura 21- Modello assialsimmetrico DCM maglia 2.5 x 2.5 per rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m.

6.4.2 RISULTATI

Nella Figura 22 e nella Figura 23 sono riportati i risultati ottenuti con i due modelli assialsimmetrici per le due geometrie di interventi di consolidamento proposte in termini di spostamenti verticali a lungo termine.

Tali risultati sono stati utilizzati per definire i valori del Modulo di Young operativo equivalente da adottare nei modelli bi-dimensionali per tenere conto del trattamento colonnare.

I moduli sono stati valutati cautelativamente a lungo termine secondo la relazione:

$$E_{op} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dove la deformazione assiale ε è stata valutata come:

$$\varepsilon_{ax} = \frac{S_{testa_colonna} - S_{base_colonna}}{L_{colonna}}$$

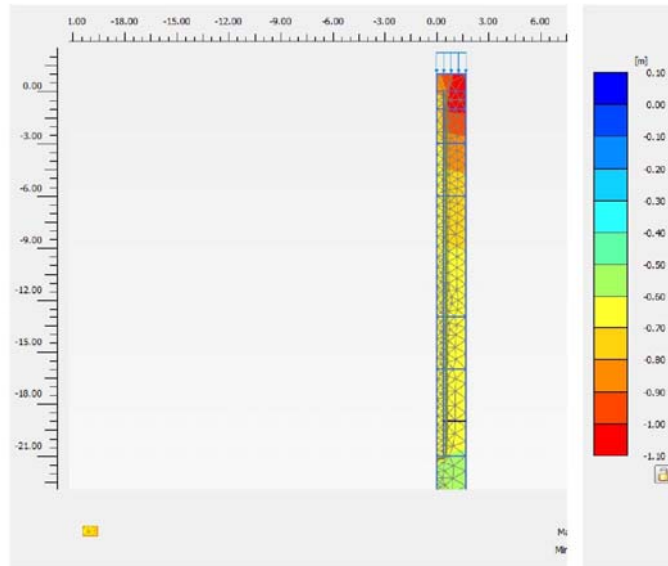
In questo modo i valori ottenuti sono:

DCM – \varnothing 800 mm – maglia 3.0 m x 3.0 m L = 20 m – Eop = 5.5 MPa

DCM – \varnothing 800 mm – maglia 2.5 m x 2.5 m L = 23 m – Eop = 18.8 MPa

Questi valori sono stati utilizzati nei calcoli descritti al punto seguente per stimare i cedimenti attesi in presenza degli interventi di consolidamento.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>34 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	34 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	34 di 52								



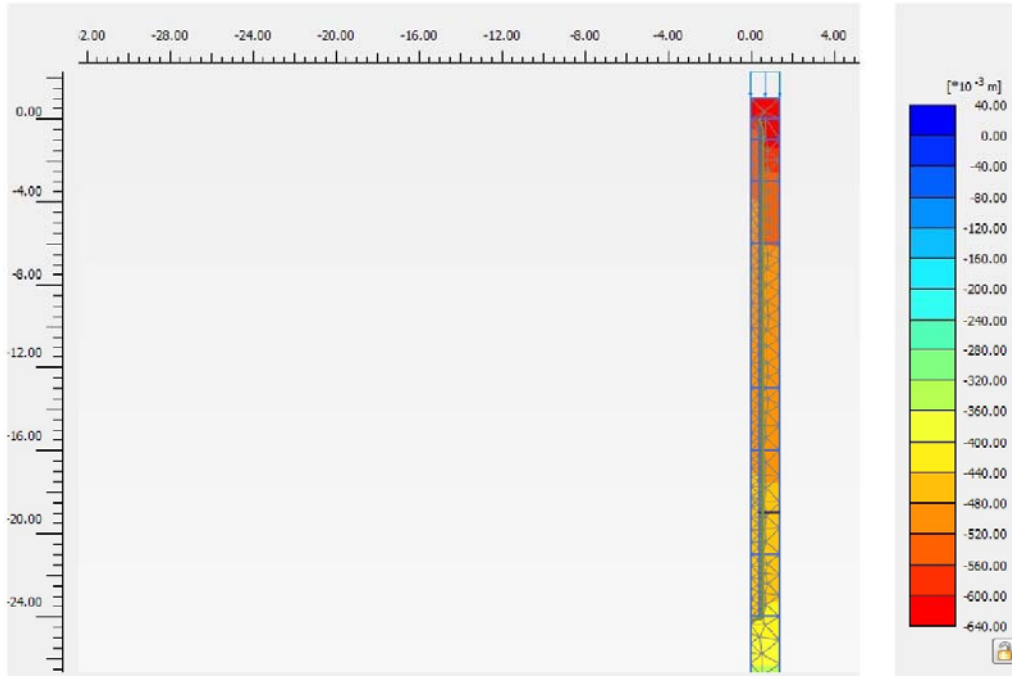
Contour degli spostamenti verticali a lungo termine (Colonna - L=20m)

Testa colonna – quota modello - z=-1m

Base Colonna – quota modello - z=-21m

Figura 22 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 3 x 3 per rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m – Spostamenti verticali a lungo termine.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>35 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	35 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	35 di 52								



Contour degli spostamenti verticali a lungo termine (Colonna - L=23m)

Testa colonna – quota modello - z=-1m

Base Colonna – quota modello - z=-24m

Figura 23 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 2.5 x 2.5 per rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m – Spostamenti verticali a lungo termine.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>36 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	36 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	36 di 52								

6.5 ANALISI FINALI RILEVATO CON INTERVENTI

6.5.1 MODELLO E FASI DI CALCOLO

I modelli utilizzati per queste analisi sono mostrati nella Figura 24 e nella Figura 25 e considerano rispettivamente un rilevato di altezza pari a 3.5 m ed un rilevato di altezza pari a 5.0 m; per altezza di un rilevato, si intende la distanza verticale tra piano campagna e ciglio di bordo della piattaforma ferroviaria.

Si tratta di modelli bi-dimensionali in cui è mostrato il rilevato in sezione, con la propria e la presenza degli interventi colonnari di consolidamento.

Anche in questo caso, vale quanto sopra dichiarato al paragrafo 6.3 circa la scelta del modello costitutivo per gli strati geotecnici.

Come per i modelli assialsimmetrici, le fasi di calcolo simulate sono in entrambi i casi le seguenti:

- Generazione dello stato tensionale iniziale con piano campagna attuale;
- Scavo di 1 m di profondità per scotico e bonifico (durata 5 gg);
- Realizzazione del trattamento colonnare DCM sotto l'impronta del rilevato (durata 30 gg);
- Posa del materiale granulare con funzione di ripartizione (durata 5 gg);
- Costruzione del rilevato sino all'altezza di progetto (durata 50 gg per H = 3.5 m e 70 gg per H = 5 m);
- Attesa fino a 100 anni .

I risultati ottenuti sono mostrati e commentati al successivo punto 6.5.2.

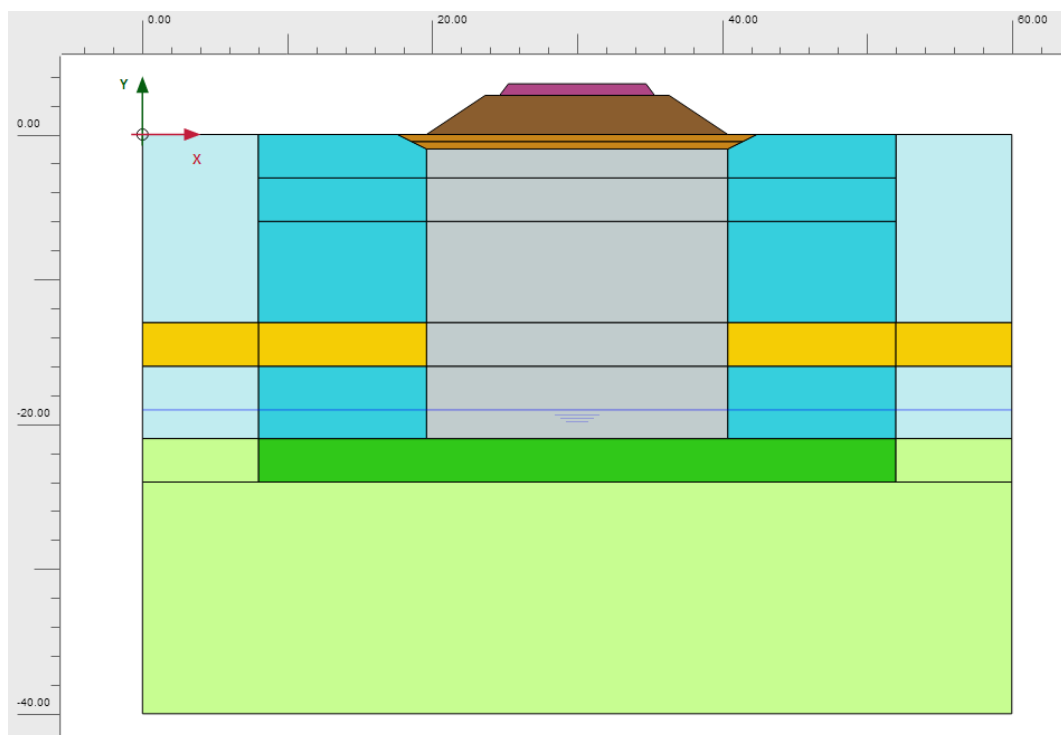


Figura 24 - Modello rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m – con interventi.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>37 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	37 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	37 di 52								

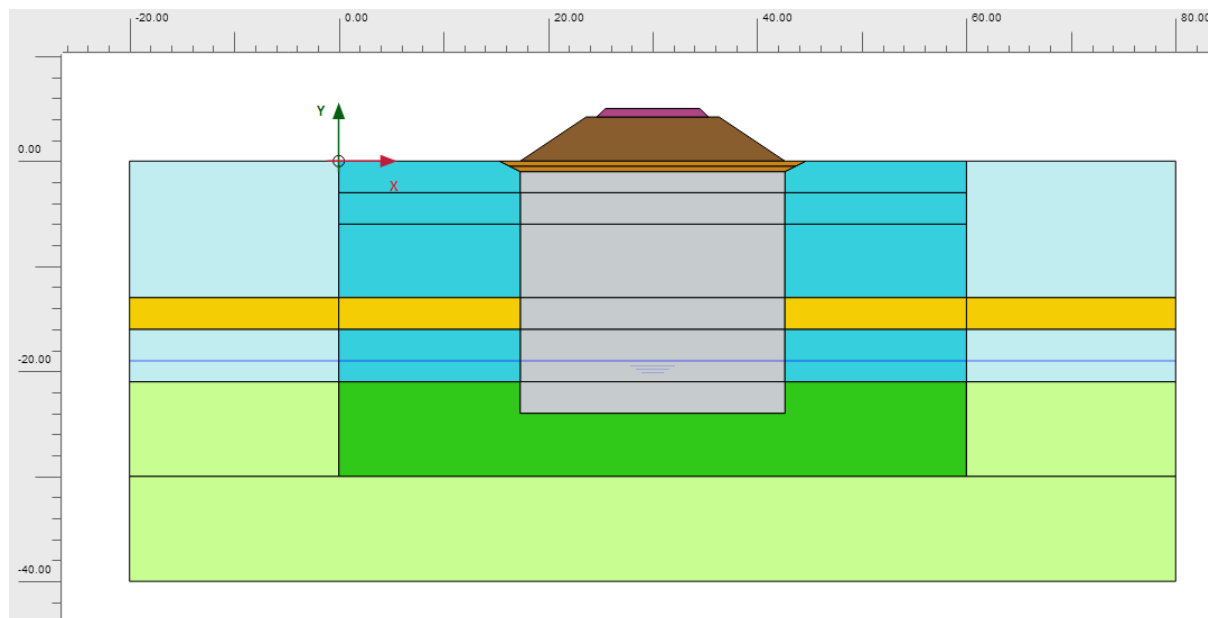


Figura 25 - Modello rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m – con interventi.

6.5.2 RISULTATI

Nella Figura 26 e nella Figura 27 sono riportati i risultati ottenuti per il rilevato di altezza (distanza PF PC) pari a 3.5 m con la presenza degli interventi di consolidamento in termini di spostamenti verticali calcolati al termine delle fasi di costruzione prima della messa in esercizio della linea (a circa due anni dall'inizio della costruzione) e a 100 anni dalla fine della costruzione.

I valori ottenuti sono pari a circa 22 cm prima della messa in esercizio (a due anni dalla costruzione) e pari a circa 26 cm dopo 100 anni.

Nelle successive Figura 28 e Figura 29 è invece riportato l'andamento nel tempo dello spostamento verticale di un punto posizionato in sommità al rilevato in corrispondenza della mezzeria. Nella prima figura c'è tutto l'arco temporale preso in considerazione nel calcolo, mentre nella seconda è riportato uno zoom sui primi anni in cui ragionevolmente si è ipotizzato che avvengano la costruzione e le successive installazioni e collaudi.

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>38 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	38 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	38 di 52								

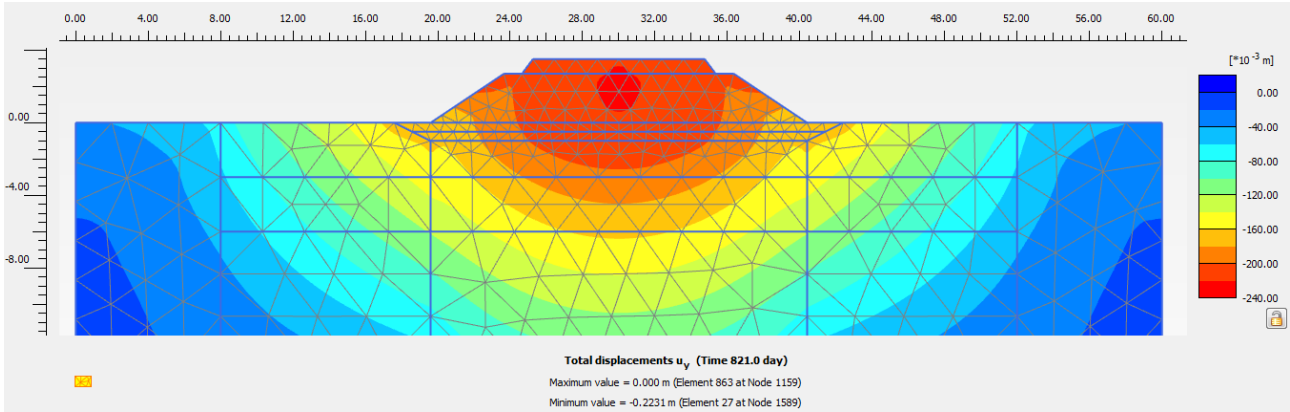


Figura 26 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con interventi – Spostamenti verticali prima della messa in esercizio.

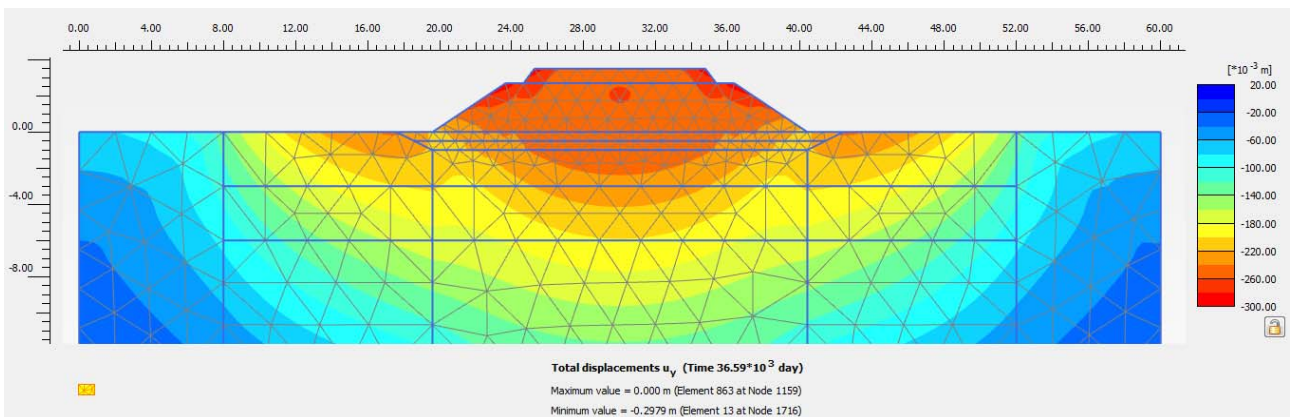


Figura 27 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con interventi – Spostamenti verticali a 100 dalla costruzione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>39 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	39 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	39 di 52								

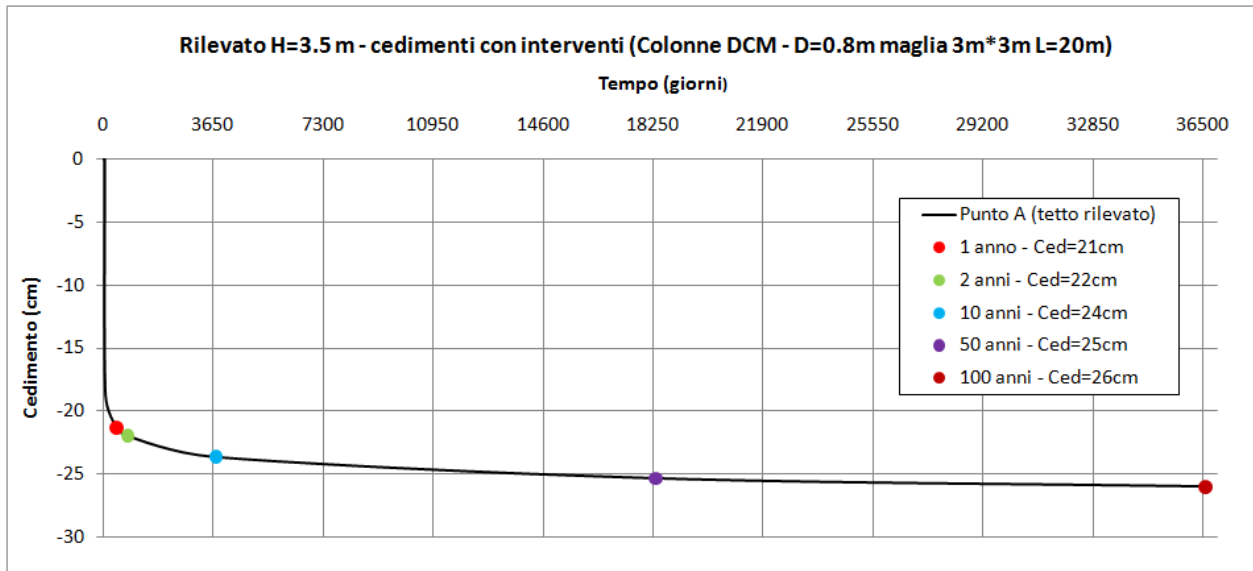


Figura 28 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato.

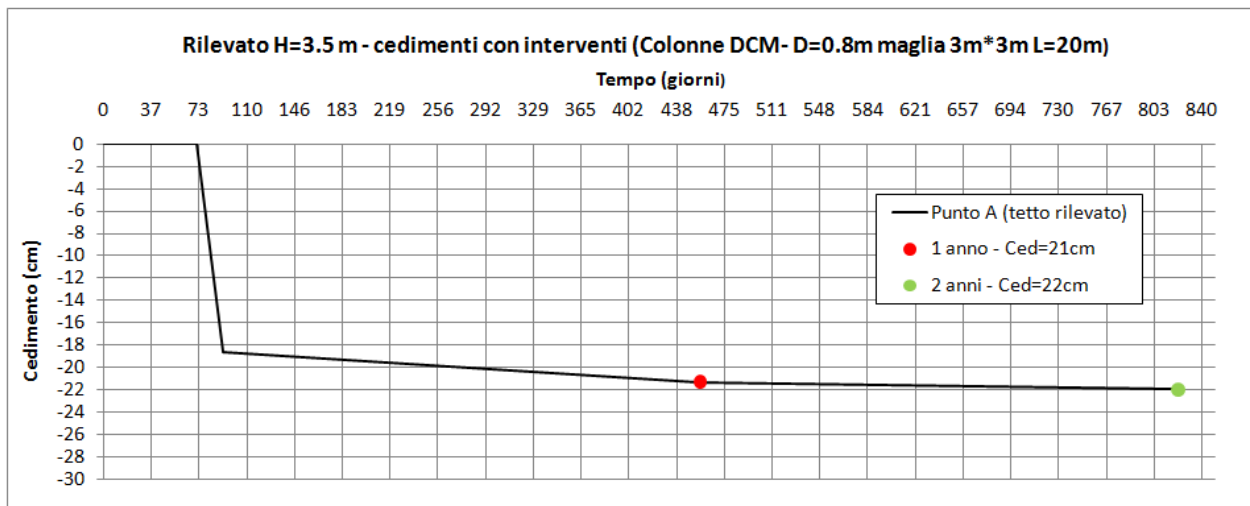


Figura 29 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato (zoom fasi di costruzione).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>40 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	40 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	40 di 52								

Nella Figura 30 e nella Figura 31 sono riportati i risultati ottenuti per il rilevato di altezza (distanza PF PC) pari a 5 m in termini di spostamenti verticali calcolati al termine delle fasi di costruzione prima della messa in esercizio della linea e a 100 anni dalla fine della costruzione.

I valori ottenuti sono pari a circa 16 cm prima della messa in esercizio (a due anni dalla costruzione) e pari a circa 21 cm dopo 100 anni.

Nelle successive Figura 32 e Figura 33 è invece riportato l'andamento nel tempo dello spostamento verticale di un punto posizionato in sommità al rilevato in corrispondenza della mezzeria. Nella prima figura c'è tutto l'arco temporale preso in considerazione nel calcolo, mentre nella seconda è riportato uno zoom sui primi anni in cui ragionevolmente si è ipotizzato che avvengano la costruzione e le successive installazioni e collaudi.

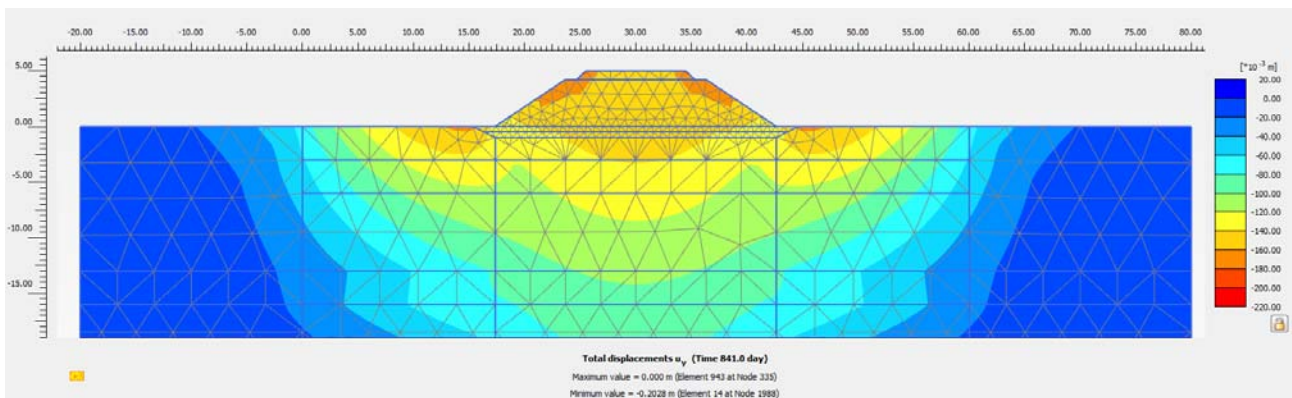


Figura 30 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m con interventi – Spostamenti verticali prima della messa in esercizio.

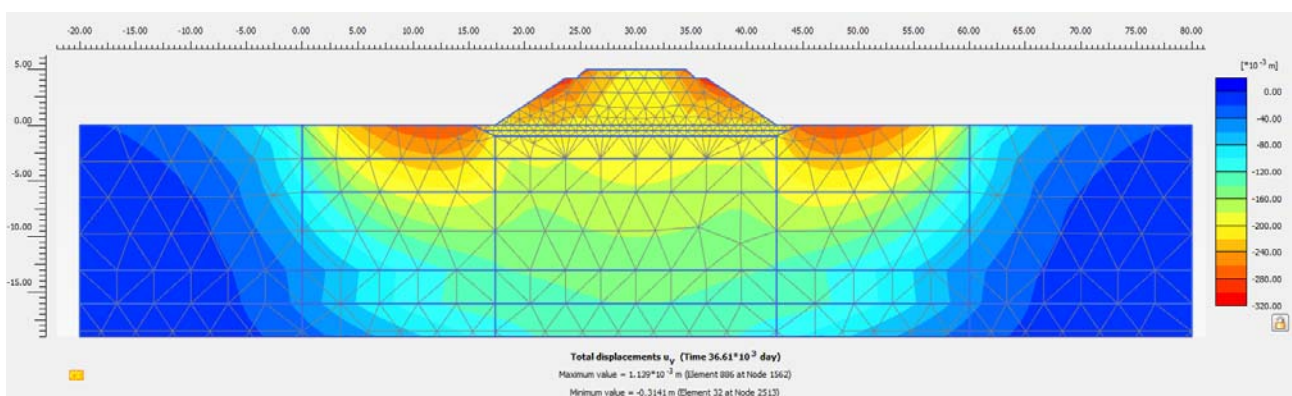


Figura 31 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5 m con interventi – Spostamenti verticali a 100 dalla costruzione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>41 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	41 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	41 di 52								

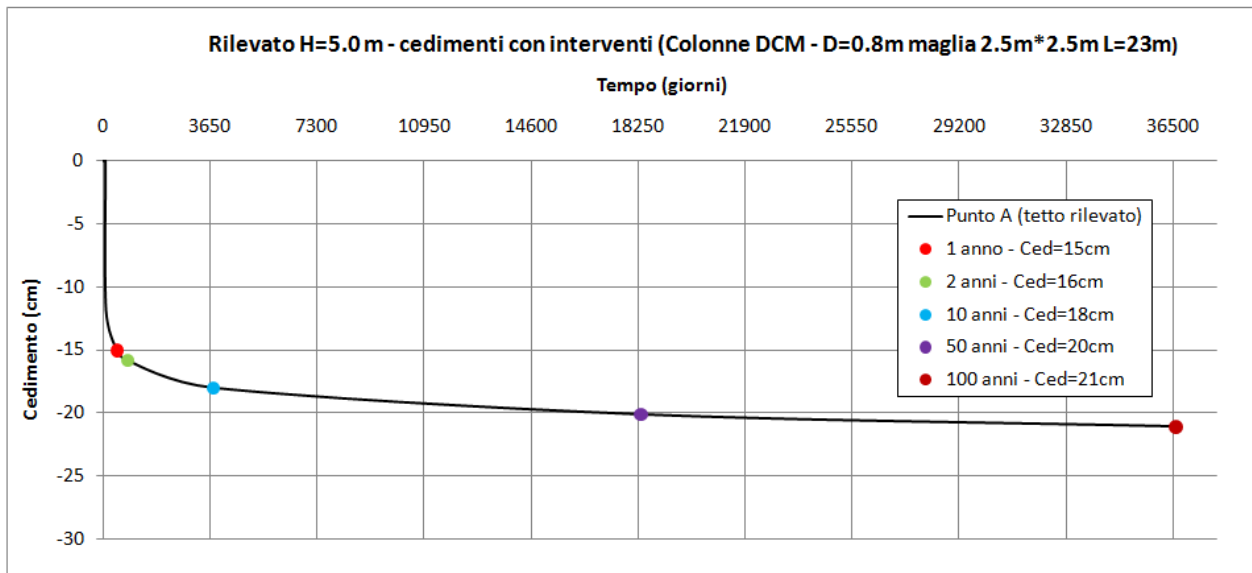


Figura 32 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5.0 m con interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato.

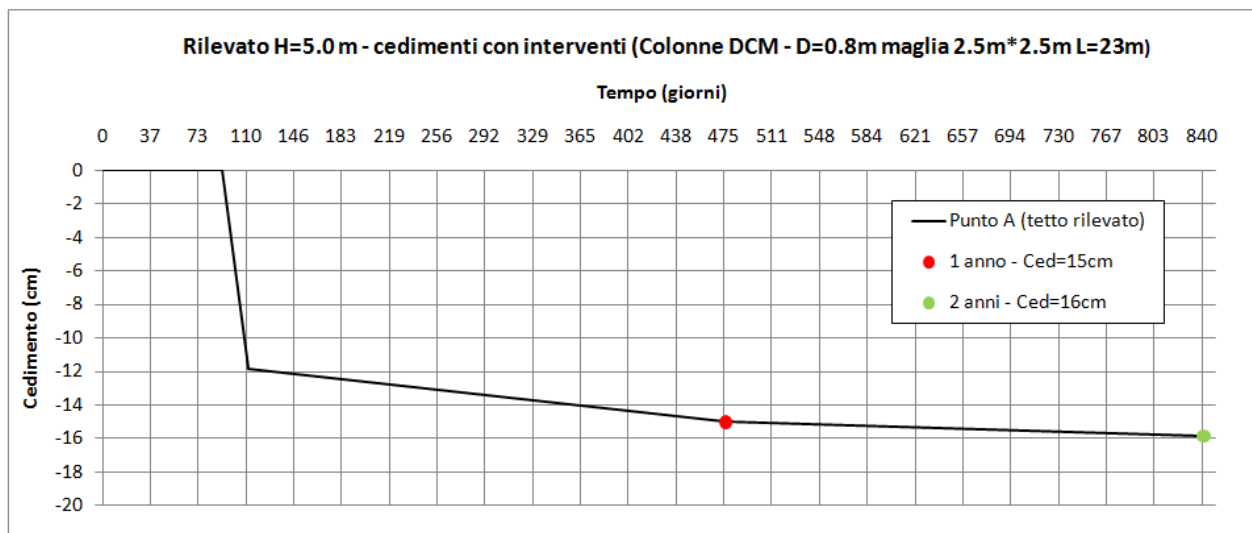


Figura 33 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5.0 m con interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato (zoom fasi di costruzione).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>42 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	42 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	42 di 52								

6.6 CEDIMENTI INDOTTI SUL RILEVATO ESISTENTE

La linea ferroviaria in progetto, per le progressive oggetto di questo elaborato, dista dalla linea esistente da un minimo di 14 m a un massimo di 30 m. Il cedimento indotto a fine costruzione ritenuto “ammissibile” sulla linea esistente a binario singolo (che verrà dismessa una volta che quella nuova a doppio binario entrerà in esercizio) si assume debba essere minore di 10 cm al fine di garantire la funzionalità e l’esercizio della linea.

Per i due rilevati tipologici studiati, in Figura 34 e in Figura 35 si riporta l’andamento dei cedimenti stimati a fine costruzione al di sotto del rilevato (sezione trasversale al tracciato principale); nelle stesse figure citate, per le distanze minime tra le mezzerie dei rilevati “in progetto” e “esistente”, è evidenziato il cedimento indotto calcolato in corrispondenza della linea esistente. In particolare:

- in Figura 34 è riportato l’andamento dei cedimenti stimati a fine costruzione a base rilevato con altezza $H=3.5\text{m}$ (distanza PF-PC). Tali cedimenti fanno riferimento ad un trattamento di DCM con maglia $3.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ e lunghezza $L=20\text{m}$; in corrispondenza della mezzeria del rilevato esistente (distante circa 14 m, nella condizione più sfavorevole) si stima un cedimento indotto pari a circa 8 cm a cui corrisponde una rotazione nel piano pari all’1.10%. Per maggiore dettaglio, si rimanda alla Tabella 4.
- in Figura 35 è riportato l’andamento dei cedimenti stimati a fine costruzione a base rilevato con altezza $H=5.0\text{m}$ (distanza PF-PC). Tali cedimenti fanno riferimento ad un trattamento di DCM con maglia $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ e lunghezza $L=23\text{m}$; in corrispondenza della mezzeria del rilevato esistente (distante circa 19 m, nella condizione più sfavorevole) si stima un cedimento pari a circa 7 cm a cui corrisponde una rotazione nel piano pari all’0.4%. Per maggiore dettaglio, si rimanda alla Tabella 4.

Le attività di costruzione del rilevato in progetto per la tratta in esame è compatibile con la funzionalità e l’esercizio della linea esistente essendo i cedimenti indotti calcolati in asse a quest’ultima minori del valore limite assunto (pari a 10cm).

H rilevato (*)	Trattamento	Tratti di intervento	Distanza minima tra le mezzerie dei rilevati (in progetto/esistente)	Rilevato esistente - $L_{\text{base}} = 5\text{m}$		
				Cedimento in mezzeria δ	Differenziale $\Delta\delta$	Rotazione α
				m	cm	cm
3.5m<H<=5.0m	DCM 2.5x2.5 L=23m	km 8+485	20	7	2	0.40%
		km 8+525				
2.0m<H<=3.5m	DCM 3.0x3.0 L=20m	km 8+950	14	8	6	1.10%
		km 9+076				
		km 9+135				

(*) Distanza tra PF e PC

Tabella 4 – Cedimenti indotti sul rilevato esistente – Tabella riassuntiva-

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	43 di 52

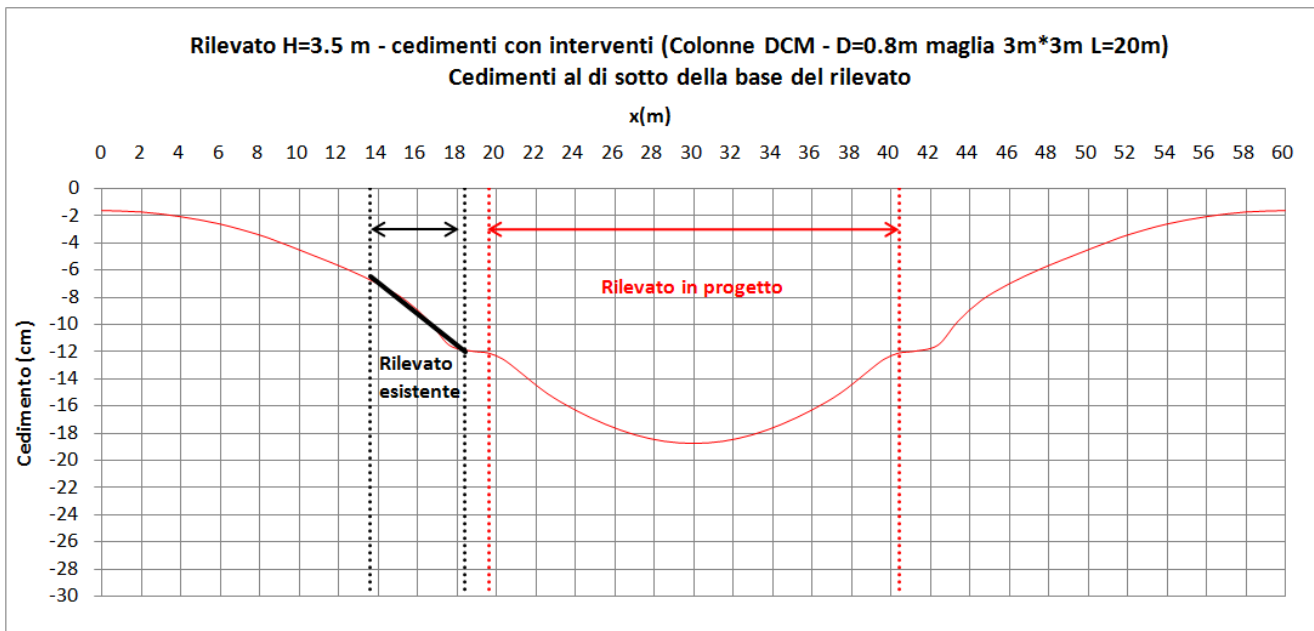


Figura 34 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 3.5 m con interventi – Spostamenti verticali a fine costruzione.

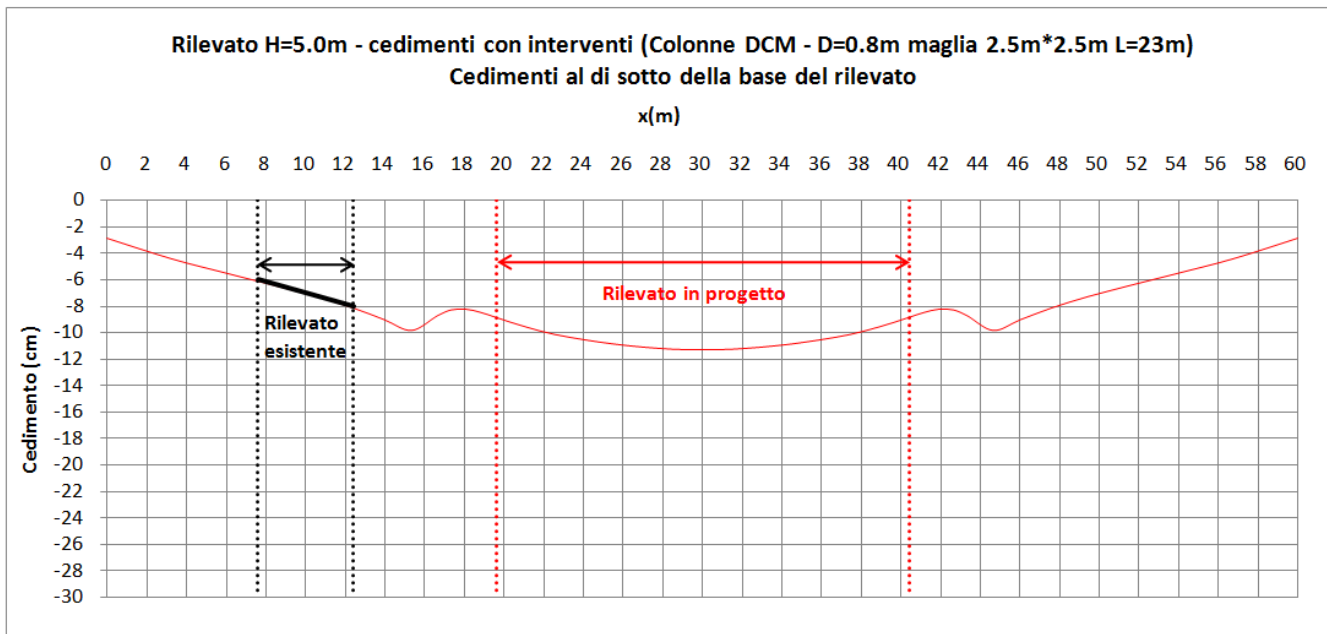


Figura 35 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 5.0 m con interventi – Spostamenti verticali a fine costruzione.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>44 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	44 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	44 di 52								

6.7 ANALISI DIMENSIONAMENTO GEOGRIGLIE

Si riporta quanto sviluppato in fase di progettazione definitiva nella “Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari” (IF0F01D 11CLGE0005011), a cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

6.7.1 MODELLI E FASI DI CALCOLO

Il modello utilizzato per quest’analisi è mostrato nella Figura 36.

Si tratta di un modello assialsimmetrico del tutto analogo a quelli che hanno permesso di effettuare il dimensionamento degli interventi colonnari DCM. In particolare si è scelto un modello rappresentativo dell’intervento di consolidamento per i rilevati da 2 a 3.5 m di altezza (con rilevato di altezza (distanza PF PC) pari a 3.5 m). Tale scelta è stata dettata dal fatto che, volendo verificare il comportamento delle geogriglie, l’intervento più rappresentativo è quello in cui le colonne hanno interasse maggiore, e quindi è più evidente il fenomeno di punzonamento.

Nel modello, Figura 36, la colonna trattata DCM ha lunghezza pari a 20 m, un diametro della colonna pari a 800 mm e la dimensione della cella ha raggio 1.7 m per simulare una maglia di trattamento quadrata 3.0 m x 3.0 m. Nella figura la geogriglia è indicata con la linea gialla (quota modello z=0 m).

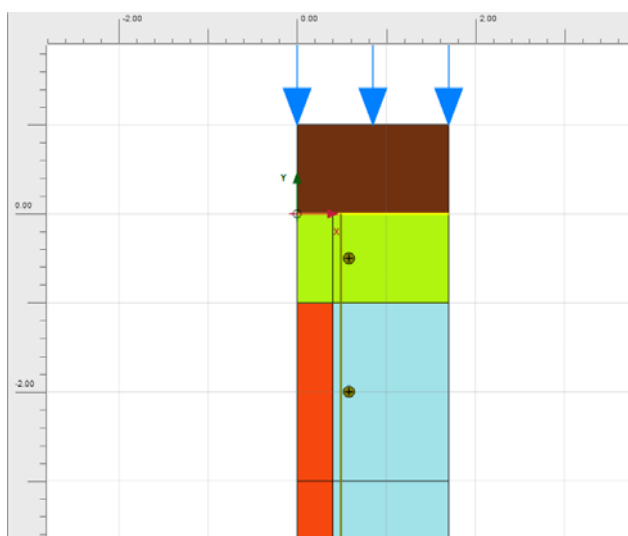


Figura 36 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 3 x 3 per rilevato H (Distanza PF-PC) = 3.5 m con geogriglie.

Per quanto riguarda le geogriglie, si sono proposti elementi con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Resistenza caratteristica a breve termine in direzione longitudinale = 50 kN/m
- Resistenza caratteristica a breve termine in direzione trasversale = 6 kN/m
- Allungamento in corrispondenza della resistenza caratteristica (longitudinale) = 11%
- Spessore = 6 mm

Sulla base di tali caratteristiche, nel modello, tali rinforzi, sono stati inseriti utilizzando l’elemento “geogrid” cui sono stati assegnati i seguenti parametri:

Rigidezza del rinforzo

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>45 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	45 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	45 di 52								

EA = 415 kN/m in entrambe le direzioni, così da tenere in conto il fatto che la geogriglia è posizionata in doppio strato e incrociando le direzioni longitudinali.

I risultati ottenuti sono mostrati e commentati al successivo punto 6.7.2.

6.7.2 RISULTATI

Nella Figura 37 e Figura 38 sono riportati i risultati ottenuti con il modello assialsimmetrico in termini azioni generate all'interno della geogriglia nelle due direzioni, calcolati a 77 anni (vale a dire 75 anni dopo la messa in servizio).

Tali risultati sono stati utilizzati per valutare la compatibilità delle azioni che si generano con la resistenza della geogriglia stessa. Si consideri che la geogriglia non ha alcuna funzione strutturale ma viene posizionata per uniformare il piano di posa del rilevato e migliorare la distribuzione del carico vista la presenza dell'intervento di consolidamento.

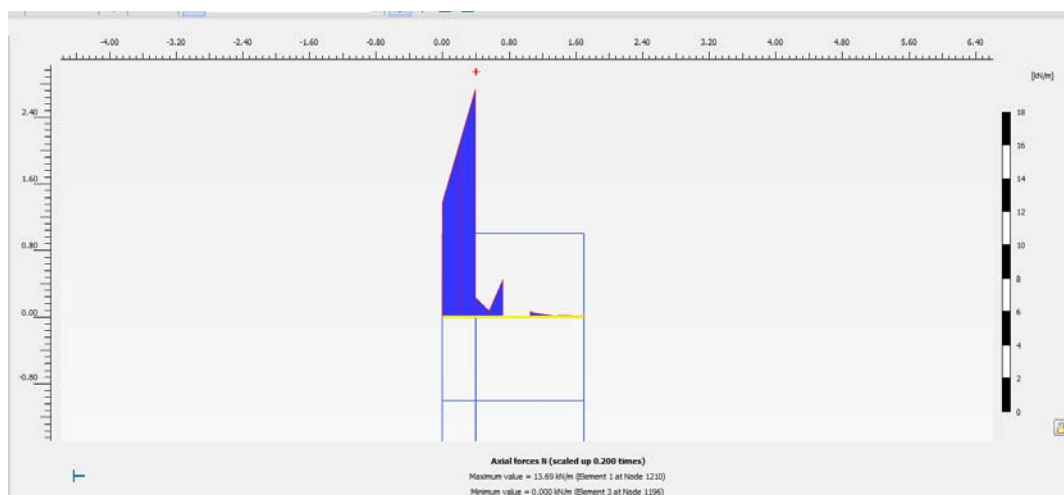


Figura 37 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 3 x 3 per rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con geogriglie – Azioni assiali nella geogriglia.

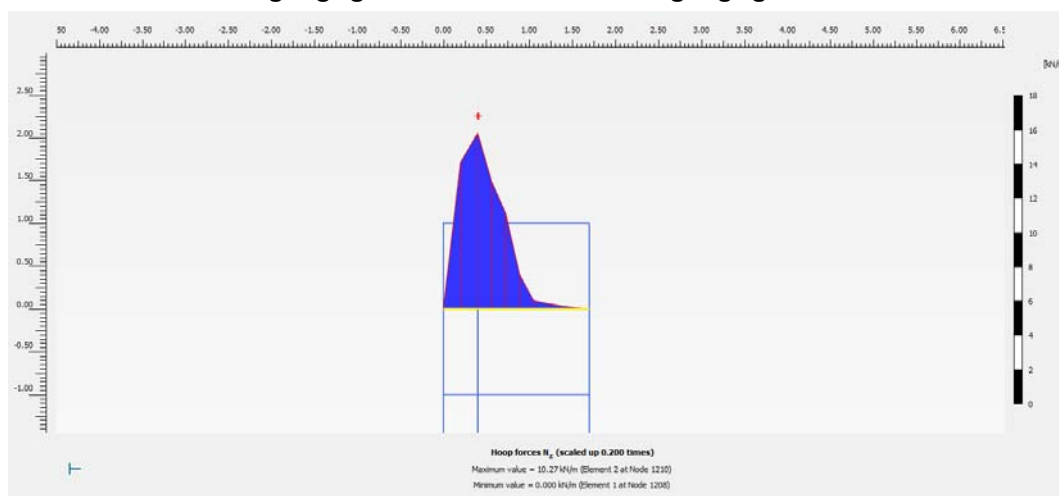


Figura 38 - Modello assialsimmetrico DCM maglia 3 x 3 per rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 3.5 m con geogriglie – Azioni tangenziali nella geogriglia.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>46 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	46 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	46 di 52								

Come si può vedere le massime azioni nelle due direzioni risultano pari a circa 10 – 14 kN/m che risulta essere compatibile con la resistenza caratteristica a breve termine in direzione longitudinale della singola geogriglia pari a 50 kN/m.

6.8 COMMENTO AI RISULTATI OTTENUTI

Alla luce dei risultati ottenuti si fanno le seguenti considerazioni e osservazioni:

- in assenza di interventi, per entrambe le altezze di rilevato, i valori di cedimento residui post-costruzione risultano essere non compatibili con le operazioni di manutenzione ordinaria prevista per le linee ferroviarie. Inoltre i valori di cedimento assoluti calcolati sono elevati, specie in relazione alle altezze modeste dei rilevati considerati e quindi necessitano comunque un intervento di consolidamento per ridurre la grandezza;
- gli interventi di consolidamento proposti sono stati valutati in modo da omogeneizzare il comportamento del rilevato e pertanto si sono previste due maglie diverse per le diverse fasce di altezza dei rilevati associate a lunghezze di trattamento anch'esse diversificate;
- l'effetto del trattamento colonnare in DCM si traduce principalmente in una significativa riduzione dei valori assoluti di cedimento attesi, sia prima della messa in esercizio, sia a lungo termine;
- i cedimenti residui attesi risultano essere, per entrambe le altezze di rilevato, dell'ordine dei 5 cm. Cedimenti di questa entità sono in accordo con le tolleranze abitualmente richieste per opere di questo tipo;
- i cedimenti indotti sulla linea esistente risultano compatibili con la funzionalità e l'esercizio della stessa.
- in merito alle dimensioni degli interventi di trattamento si sottolinea che nei calcoli di seguito presentati la zona trattata da un punto di vista planimetrico coincide esattamente con l'impronta del rilevato. Da un punto di vista costruttivo, per poter assumere che l'intervento abbia la stessa efficacia inserita nel calcolo numerico, si dovrà trattare un'area più estesa, generalmente prevedendo una fila di elementi colonnari in più oltre il bordo del rilevato.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>47 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	47 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	47 di 52								

7 RILEVATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE KM 8+113 E KM 8+138

Si riporta quanto sviluppato in fase di progettazione definitiva nella “Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari” (IF0F01D 11CLGE0005011), a cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Sulla base delle indicazioni di progetto iniziali sono state condotte delle analisi 2D ad elementi finiti (FEM), per valutare i cedimenti attesi al di sotto dei rilevati ed il loro decorso in funzione del tempo anche per i tratti di rilevato tradizionale tra il km 8+113 ed il km 8+138 (distanza PF – PC - H=7m).

Come già anticipato, per questo tratto di rilevato non sono attesi cedimenti viscosi (creep), sono però da attendersi cedimenti differenziali importanti dovuti alla forte discontinuità geotecnica qui presente.

In questo capitolo, per questa tratta viene studiata la risposta del sistema in termini di cedimenti in assenza di interventi. I cedimenti valutati, come atteso, sono di modesta entità e pertanto sarebbero ritenuti accettabili. Tuttavia, data la transizione tra due condizioni geotecniche molto differenti dovuta alla presenza della faglia, al fine di evitare cedimenti differenziali nelle sezioni più critiche, si prevede un trattamento colonnare di raccordo alla successiva tratta km 8+138 e km 8+189.

7.1 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

In corrispondenza della progressiva 8+138 è stata intercettata una forte discontinuità geotecnica rispetto alle progressive successive (km 8+138 - km 8+189) per cui è valida la stratigrafia di cui in Tabella 5.

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione
1	0.0	10.0	Coltre E/C -Limi argillosi
2	10.0	24.0	Tufo grigio alterato
3	24.0	38.0	Sabbie limose
4	38.0	-	Argille Varicolori
Profondità della falda: 20 ÷ 25 m da p.c.			

Tabella 5 – km 8+113 - km 8+138 - Stratigrafia di progetto.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>48 di 52</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	48 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	48 di 52								

7.2 PARAMETRI DI CALCOLO

Per le progressive (km 8+113-km 8+138) sulla base di quanto sopra descritto, nella Tabella 6 sono riportati i valori dei parametri geotecnici caratteristici adottati per i calcoli svolti nella presente relazione. La falda di progetto è stata assunta nei calcoli a 20.00m dal piano campagna.

Parametri	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
	C_E/C	T_alt	S(L)	AV
γ_t (kN/m ³)	15.0 ÷ 18.0	16.0 – 17.0	15.0 – 16.0	18.0 – 19.0
GSI	-	-	-	-
σ_c (MPa)	-	-	-	-
σ_t (MPa)	-	-	-	-
m_i (-)	-	-	-	-
ϕ' (°)	26	33 - 34	26	-
c' (kPa)	-	0	-	-
c_u (kPa)	15 – 50 ^(*)	-	-	150 – 500 ^(*)
V_s (m/s)	100 - 150 ^(*)	200 – 300 ^(*)	200 ^(*)	250 - 350 ^(*)
G_0 (MPa)	20 - 50 ^(*)	80 – 160 ^(*)	100 ^(*)	120 – 230 ^(*)
E_{op} (MPa)	8 - 20 ^(*)	30 – 70 ^(*)	40	50 -100 ^(*)
ν' (-)	0.25	0.25	0.25	0.25
k (m/s)	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$

Tabella 6 - km 8+113-km 8+138- Parametri di progetto.

7.3 ANALISI RILEVATO IN ASSENZA DI INTERVENTI

Il modello geometrico utilizzato per le analisi oggetto di questo documento considera un rilevato di altezza (distanza PF – PC) pari a 7.00 m; tale modello bi-dimensionale è mostrato in Figura 39.

In questa sede, per altezza di un rilevato, si intende la distanza verticale tra piano campagna PC e ciglio di bordo della piattaforma ferroviaria PF.

Le fasi di calcolo simulate per la condizione “Rilevato senza interventi” sono le seguenti:

- Generazione dello stato tensionale iniziale con piano campagna attuale;
- Scavo di 1 m di profondità per scotico e bonifico (durata 5 gg);
- Posa del materiale granulare con funzione di bonifico (durata 5 gg);
- Costruzione del rilevato sino all'altezza di progetto (durata 70 gg);
- Attesa fino a 100 anni.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>49 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	49 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	49 di 52								

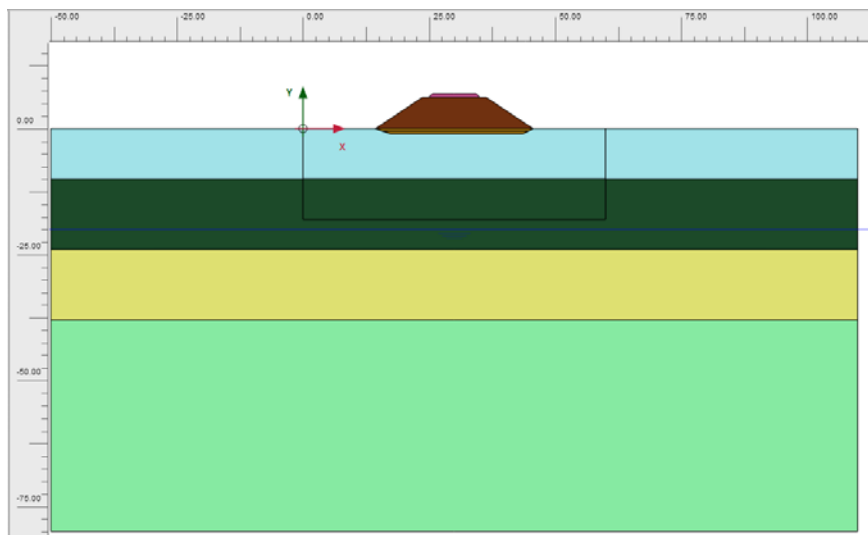


Figura 39 - Modello rilevato H (Distanza PF-PC) = 7.0 m – senza interventi.

7.3.1 RISULTATI

Nella Figura 40 sono riportati i risultati ottenuti per il rilevato di altezza (PF-PC) pari a 7.00 m in termini di spostamenti verticali calcolati al termine delle fasi di costruzione prima della messa in esercizio della linea (a circa due anni dall'inizio della costruzione); i valori ottenuti sono pari a circa 12 cm.

Nella Figura 41 è riportato l'andamento nel tempo dello spostamento verticale di un punto posizionato in sommità al rilevato (livello PF) in corrispondenza della mezzeria: l'aliquota di cedimento residua può considerarsi trascurabile e comunque esaurita entro 1/2 mesi dalla fine della costruzione (prevista entro il 70° giorno dall'inizio lavori).

Nella Figura 42 è riportato l'andamento dello spostamento verticale (cedimento) in corrispondenza della base del rilevato: il cedimento atteso per il rilevato esistente è dell'ordine di circa 8 cm; tale valore è compatibile con il valore limite, pari a 10 cm, imposto per la funzionalità e l'esercizio del rilevato esistente.

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>50 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	50 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	50 di 52								

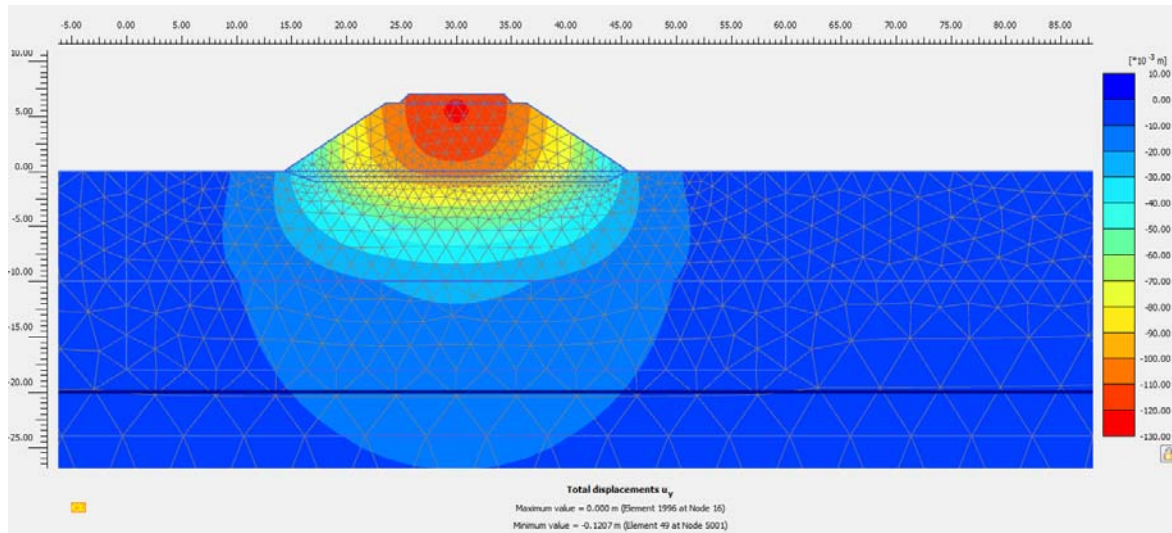


Figura 40 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 7.0 m senza interventi – Spostamenti verticali prima della messa in esercizio.

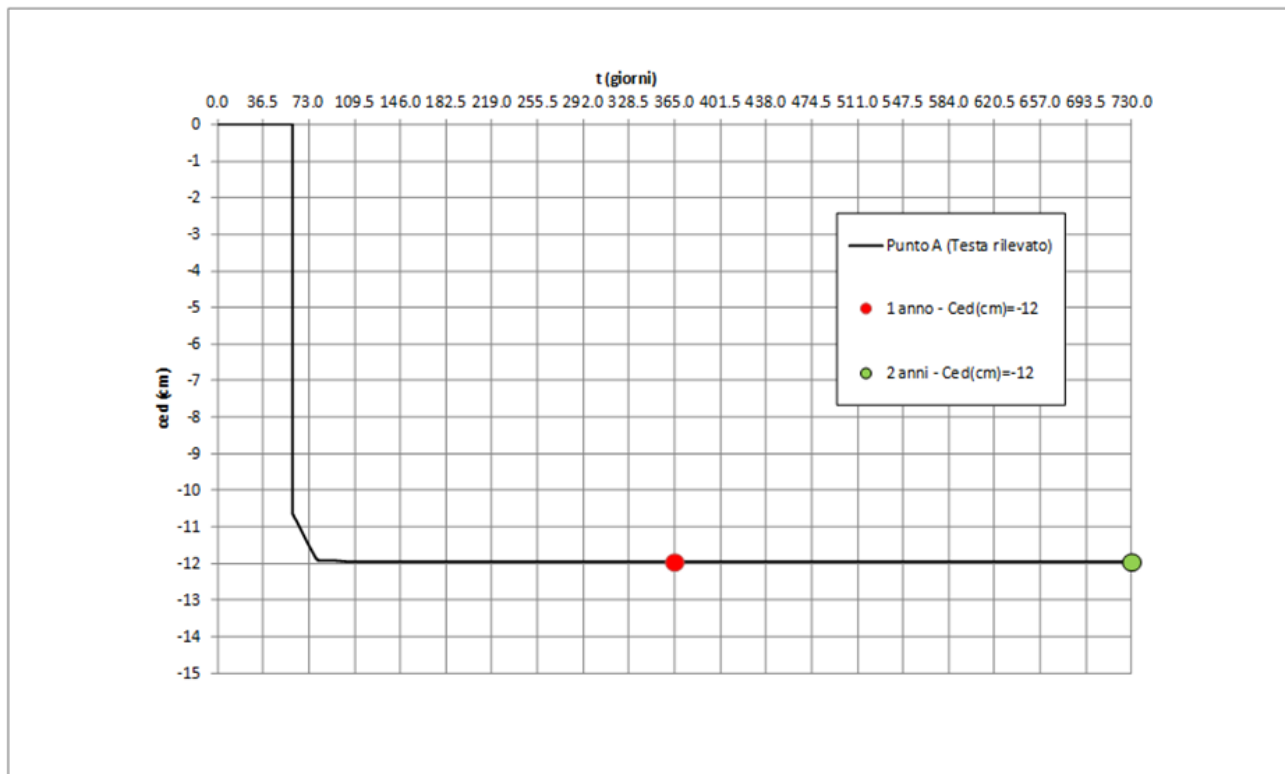


Figura 41 - Rilevato H (DISTANZA PF-PC) = 7.0 m senza interventi – Spostamenti verticali nel tempo in sommità al rilevato.

GEOTECNICA

Relazione intervento consolidamento rilevati
ferroviari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	51 di 52

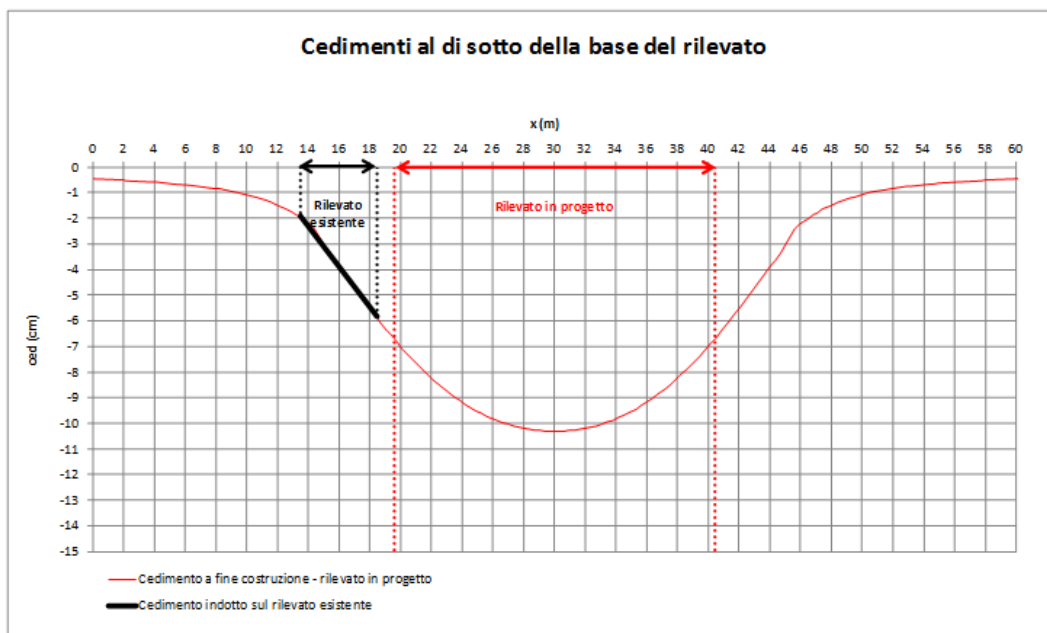


Figura 42 - Rilevato H (Distanza PF-PC) = 7.0 m senza interventi – Spostamenti verticali al di sotto del rilevato.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO												
GEOTECNICA Relazione intervento consolidamento rilevati ferroviari	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GE0005 001</td> <td>C</td> <td>52 di 52</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	52 di 52
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GE0005 001	C	52 di 52								

8 ALLEGATO 1

Modello rilevato H= 3.5 m – senza interventi.

9 ALLEGATO 2

Modello rilevato H= 5.0 m – senza interventi.

10 ALLEGATO 3

Modello rilevato H = 3.5 m – con interventi.

11 ALLEGATO 4

Modello rilevato H = 5.0 m – con interventi.