



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

### Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:  
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:  
Ing. Claudio Lamberti

## - PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.

Titolo elaborato:

### MODIFICA TECNICA N. 95

### OPERE DI SOSTEGNO - ASSE PRINCIPALE - Lotto 2a OS03 - Paratie di pali sx dal km 1+647.937 al km 1+848.286 Relazione tecnica descrittiva - Nota di Modifica Tecnica n.°95

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P E	OS03	R T 0 1	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
0 7	PEOS03RT01_50_4137.dwg	1=1	4 1 3 7	Relazione
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	M. Mancone S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

A.T.I. Progettisti: Capogruppo:

### POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze  
tel 055/2001660 fax 055/2344856  
e-mail polifi@politecnica.it

Mandante:

### ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato  
tel 0574.527864 fax 0574.568066  
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile  
Ing. Marcello Mancone

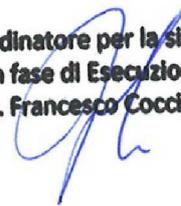


Il Geologo  
dott. Pietro Accolti Gil



Il Coordinatore per la Sicurezza  
in fase di esecuzione:  
Ing. Francesco Cocciante

Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di Esecuzione  
Ing. Francesco Cocciante



Il Direttore dei Lavori:  
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori  
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA: \_\_\_\_\_ PROTOCOLLO: \_\_\_\_\_

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

Si riporta a seguire la seguente documentazione di PED:

**- MODIFICA TECNICA N. 95**

**OGGETTO: Modifiche puntuali opera di sostegno OS03**

**DATA: 26/11/2014**

**- NOTA TECNICA N. 167**

**OGGETTO: Riscontro a nota Ufficio A.S. ANAS - Prot. CPA-0018298-P del 25/03/2015 (VERIFICHE INTEGRATIVE)**

**DATA: 03/04/2015**



**COMMITTENTE: ANAS S.p.A.**

**\* \* \* \* \***

**CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.**

**SS 189 e SS 121**

**ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO**

**PA 17/08**

Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 - svincolo Manganaro incluso), compresi i raccordi con le attuali S.S. n. 189 e S.S. n. 121

**CUP F41B03000230001**

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,

succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938

e succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057.

## **MODIFICA TECNICA N.95**

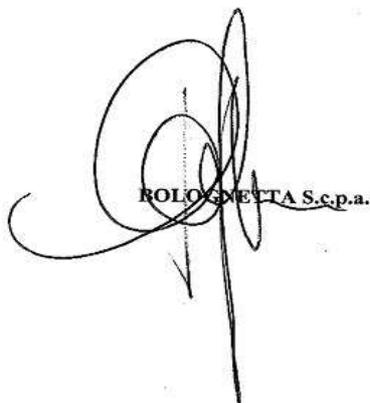
**WBS: Paratia di pali OS03**

**OGGETTO: Modifiche puntuali opera di sostegno OS03**

**DATA:26/11/2014**

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.  
Ing. Marcello Mancone**

**IL Contraente Generale**

  
BOLOGNETTA S.c.p.a.



## Sommario

1	Oggetto della nota .....	3
---	--------------------------	---

## 1 Oggetto della nota

La presente nota di modifica tecnica dell'opera di sostegno OS03, viene emessa nella presente fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED) a seguito di alcune modifiche puntuali apportate rispetto alla precedente versione di progettazione esecutiva, volte a velocizzare le lavorazioni ed a ottimizzare l'impiego dei materiali.

In particolare le principali variazioni effettuate rispetto alla soluzione di PEA dell'opera in esame sono sinteticamente le seguenti:

- Nei tratti terminali della paratia, sono stati sostituiti i pali da L=6,00m (pali n.°1 e n.°167) ed L=8,00m (pali n.°2 e n.°166) con pali da L=10,00m e contestualmente sono stati eliminati l'ultimo tirante (tipo A2) lato Palermo e l'ultimo lato Agrigento;
- E' stato rivisto l'allineamento dei tiranti intermedi del 2° ordine e delle relative travi di ripartizione costituite da doppi UPN240, al fine di ottimizzare e facilitare le operazioni di cantiere. Inoltre è stato aggiunto le informazioni grafiche per definire il piano dei tagli ed il posizionamento dei calastrelli;
- sono state effettuate modifiche non sostanziali sulle lunghezze di alcuni ferri longitudinali costituenti le gabbie di armatura dei pali, pur mantenendo invariati i diametri delle barre e garantendo in ogni caso le lunghezze di sovrapposizione/ancoraggio richieste da normativa. Sono stati inoltre rimodulati i ferri costituenti gli anelli di irrigidimento delle gabbie. Tali modifiche che, come detto, non determinano variazioni in termini di sezione resistente, consentono di ridurre gli sfridi ed ottimizzare quindi l'impiego delle barre di armatura;

Si riporta a seguire l'elenco degli elaborati, a cui si rimanda per maggiori dettagli, emessi nella presente fase 4, rev.0, a seguito delle modifiche sopra illustrate:

Planimetria, sviluppata e sezioni tipo	varie	PEOS03N001	-	40	-	4137
Carpenteria e armatura	varie	PEOS03N003	-	40	-	4137

**Ing. Marcello Mancone**





**COMMITTENTE: ANAS S.p.A.**

**\* \* \* \* \***

**CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.**

**SS 189 e SS 121**

**ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO**

**PA 17/08**

Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 - svincolo Manganaro incluso), compresi i raccordi con le attuali S.S. n. 189 e S.S. n. 121

**CUP F41B03000230001**

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,

succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938

e succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057.

**NOTA TECNICA N. 167**

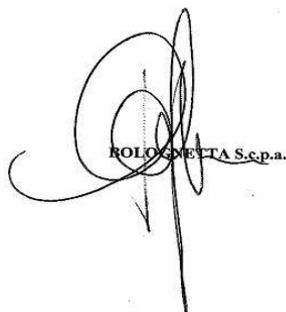
**WBS: Paratia di pali OS03**

**OGGETTO: Riscontro a nota Ufficio A.S. ANAS - Prot. CPA-0018298-P del 25/03/2015**

**DATA: 03/04/2015**

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.  
Ing. Marcello Mancone**

**VISTO: Il Contraente Generale**

  
BOLOGNETTA S.c.p.a.



## Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	OGGETTO DELLA NOTA.....	3
3	VERIFICHE INTEGRATIVE.....	5
3.1	Parametri geotecnici di calcolo .....	6
3.2	Sintesi dei risultati .....	6
3.3	Grafici dei risultati della modellazione .....	7
3.4	Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno .....	10
3.5	Verifiche SLU - Pali.....	12
4	CONCLUSIONI .....	13

## 1 PREMESSA

La presente Nota Tecnica, relativa all'opera di sostegno OS03, paratia di pali a sostegno della scarpata lato SX dell'asse principale, viene emessa al fine di fornire riscontro alla comunicazione trasmessa dall'Ufficio Alta Sorveglianza ANAS:

**Prot. n.° 0839 - Data: 26/03/2015**

**Oggetto : Restituzione elaborati di dettaglio non vidimati:  
OS03-Paratia di pali sx dal km 1+647,937 al km 1+848,286**

Si riporta di seguito la richiesta di integrazione ivi espressa:

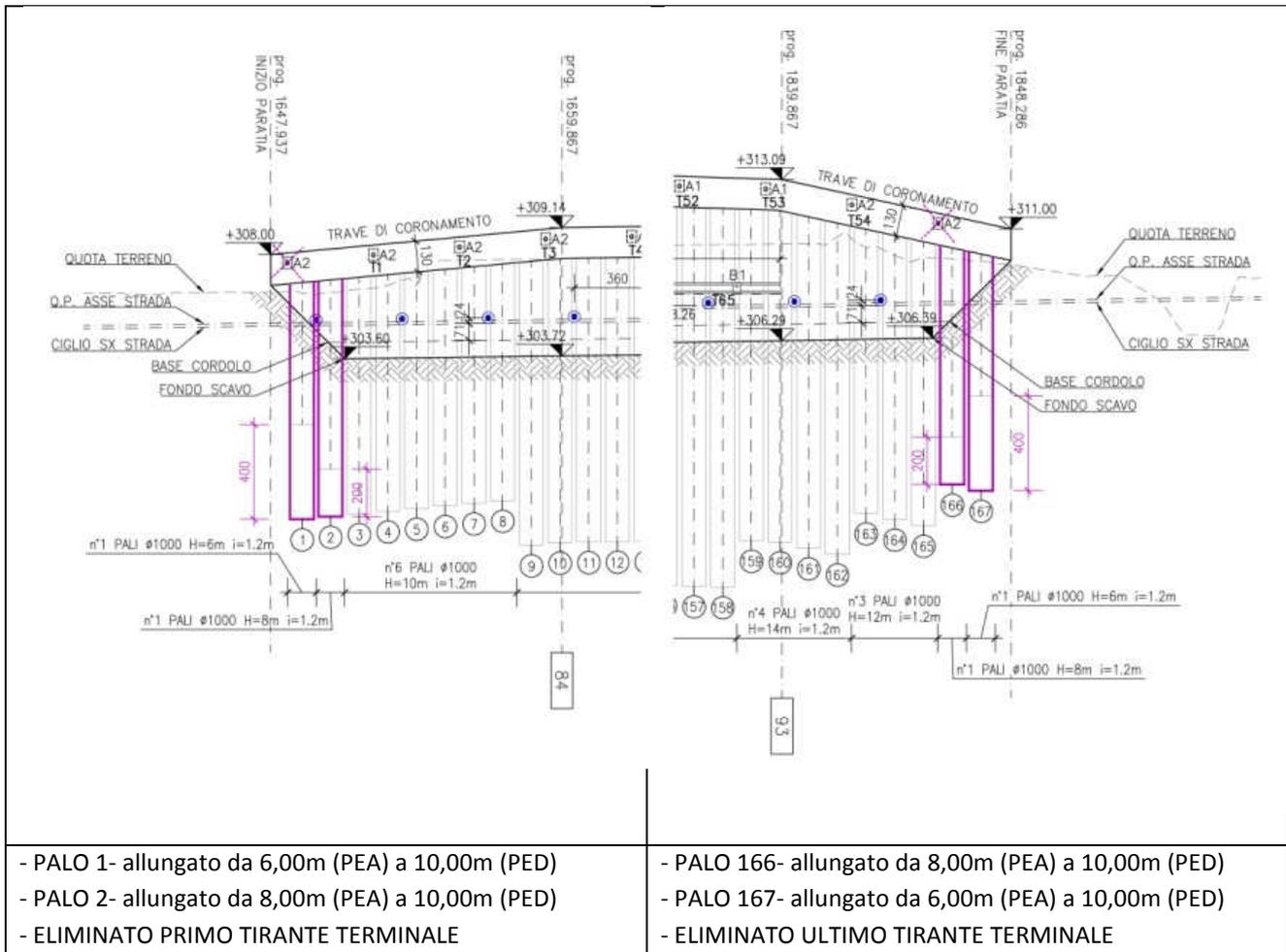
*"Si rappresenta che tale modifica tecnica di dettaglio proposta, consistente nell'eliminazione di due tiranti-seppur incrementando la lunghezza di n.°4 pali in corrispondenza dei relativi tratti – non risulta supportata da nessun calcolo di verifica delle nuove condizioni di vincolo nonché del nuovo meccanismo di funzionamento a sbalzo dei pali"*

La modifica tecnica di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), cui fa riferimento la richiesta di integrazione, è la **Nota di Modifica Tecnica n.95, emessa in data 26/11/2014**, all'interno della quale venivano descritte le modifiche puntuali apportate alla paratia in esame, fra le quali la seguente, di cui si riporta il passo estratto dalla citata MT 95:

- *Nei tratti terminali della paratia, sono stati sostituiti i pali da L=6,00m (pali n.°1 e n:°167) ed L=8,00m (pali n.°2 e n:°166) con pali da L=10,00m e contestualmente sono stati eliminati l'ultimo tirante (tipo A2) lato Palermo e l'ultimo lato Agrigento;*

## 2 OGGETTO DELLA NOTA

Al fine di fornire evidenza grafica delle modifiche puntuali apportate ai tratti terminali della paratia in esame nella presente fase di Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), rispetto a quanto previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo Approvato (PEA), si riportano nella figura seguente due stralci della sviluppata dell'opera OS03:



Si riporta poi per completezza di trattazione, il confronto fra geometria e condizioni di vincolo per i 4 pali in esami, rispettivamente nella configurazione di PEA e in quella di PED:

PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO (PEA)				
ID.PALO	Condizione di vincolo	Lunghezza palo	H fondo scavo max (*)	H fondo scavo- sistemazione finale (*)
		[m]	[m]	[m]
PALO 1	1 ORD. TIRANTI	6,00	2,73	2,73
PALO 2	1 ORD. TIRANTI	8,00	4,03	3,23
PALO 166	1 ORD. TIRANTI	8,00	4,33	3,73
PALO 167	1 ORD. TIRANTI	6,00	2,86	2,86

(\*) Le altezze di fondo scavo sono valutate rispetto alla testa trave di coronamento paratia

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO (PED)				
ID.PALO	Condizione di vincolo	Lunghezza palo	H fondo scavo max (*)	H fondo scavo- sistemazione finale (*)
		[m]	[m]	[m]
PALO 1	A MENSOLA	10,00	2,73	2,73
PALO 2	A MENSOLA	10,00	4,03	3,23
PALO 166	A MENSOLA	10,00	4,33	3,73
PALO 167	A MENSOLA	10,00	2,86	2,86

(\*) Le altezze di fondo scavo sono valutate rispetto alla testa trave di coronamento paratia

Nel successivo paragrafo si presentano, come da richiesta formulata da A.S. Anas, le verifiche integrative per il palo con altezza di scavo maggiore fra i 4 variati a seguito di modifica tecnica PED, vale a dire il palo n.166, evidenziato nella precedente tabella.

**Si tiene a precisare che le verifiche in merito alle variate condizioni di vincolo ed al nuovo meccanismo di funzionamento a sbalzo dei pali, erano state certamente svolte in occasione ed a supporto della modifica tecnica di PED, e che pur tuttavia si era ritenuto di ometterle all'interno della stessa nota, dal momento che :**

- la modifica apportata interessava solo i tratti marginali dell'opera in esame, con altezze di scavo limitate;
- i tratti terminali risultano risvoltati verso monte, assolvendo quindi più ad una funzione di transizione opera-terreno, che non di sostegno vero e proprio del versante ed i pali interessati da modifica si trovano pertanto arretrati rispetto all'asse di tracciamento della paratia;
- l'eliminazione dei due tiranti periferici è stata accompagnata da un adeguato incremento della lunghezza dei 4 pali, per un totale di 12,00 metri lineari di allungamento complessivo;

### 3 VERIFICHE INTEGRATIVE

Nelle tabelle seguenti sono fornite le principali caratteristiche geometriche e stratigrafiche utilizzate per la sezione di verifica integrativa in corrispondenza del palo n.166, assunto come rappresentativo degli altri pali a mensola.

Sezione di calcolo	Sezione in asse palo n.166
Opera di sostegno	Paratia di pali Ø=1000 mm – interasse 1.20 m
Altezza totale paratia	H = 11.30 m (trave di coronamento 1.30 m+pali L=10.00 m)
Stratigrafia di calcolo	DT da 0.00 m t.c. fino a -6.57 m t.c.
	LSA da -6.57 m t.c. a -9.57 m t.c.
	AG da -9.57 m t.c. a fino al limite del modello
Fondo scavo	-4.30 m da t.c.
N°Ordini di tiranti	-
Passo orizzontale tiranti	-
Falda	- 5.6 m da t.c.
t.c. = quota di testa trave di coronamento	

### 3.1 Parametri geotecnici di calcolo

OS03 - Paratia di pali sx km 1+647.94– km 1+848.29					
Terreno	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$E'_{vc}$ [MPa]	$E'_{ur}$ [MPa]
DT	20	5	28	20	50
LSA	20	15	25	25	62.5
AG	20.5	20	25	70	175

$\gamma$  = peso di volume naturale del terreno  
 $c'$  = coesione  
 $\phi'$  = angolo di resistenza al taglio  
 $E'_{vc}$  = modulo elastico in compressione vergine  
 $E'_{ur}$  = modulo elastico in condizioni di scarico-ricarico

### 3.2 Sintesi dei risultati

Nelle tabella seguente vengono riportati i risultati dell'analisi eseguita secondo le stesse ipotesi progettuali e gli stessi criteri di dimensionamento espressi nella relazione di calcolo di PEA, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

	SLU GEO		SLU STR		SLE
	Statico	Sismico	Statico	Sismico	
Spostamento massimo (cm)	1.05	0.74	0.63	0.47	0.63
Momento massimo (kNm/m)	-	-	161.72	121.62	124.4
Taglio massimo (kN/m)	-	-	70.3	48.8	54.08
Spinta passiva mobilitata a valle (%)	70	70	-	-	51.36

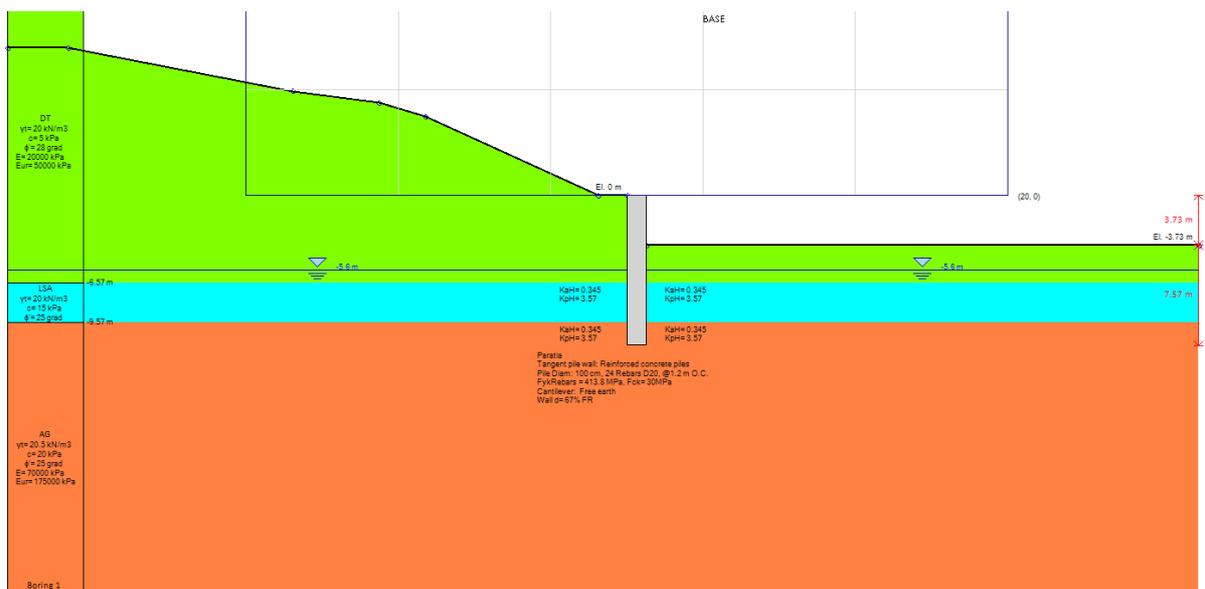


Figura 1 Modello di calcolo – step finale di calcolo

### 3.3 Grafici dei risultati della modellazione

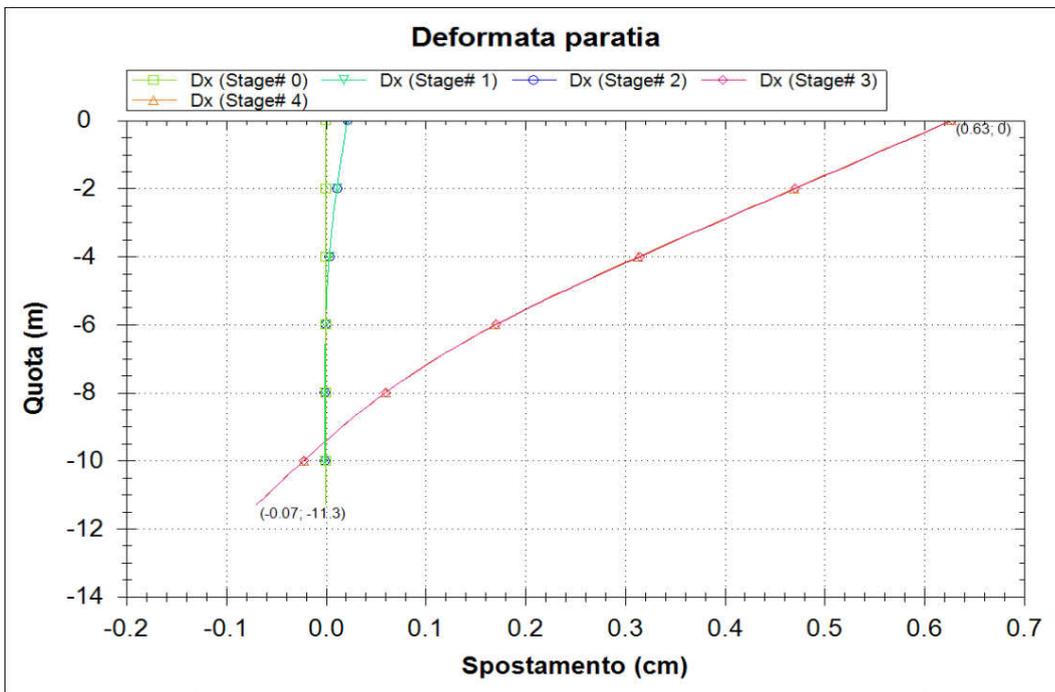


Figura 2 Spostamenti-profondità SLE

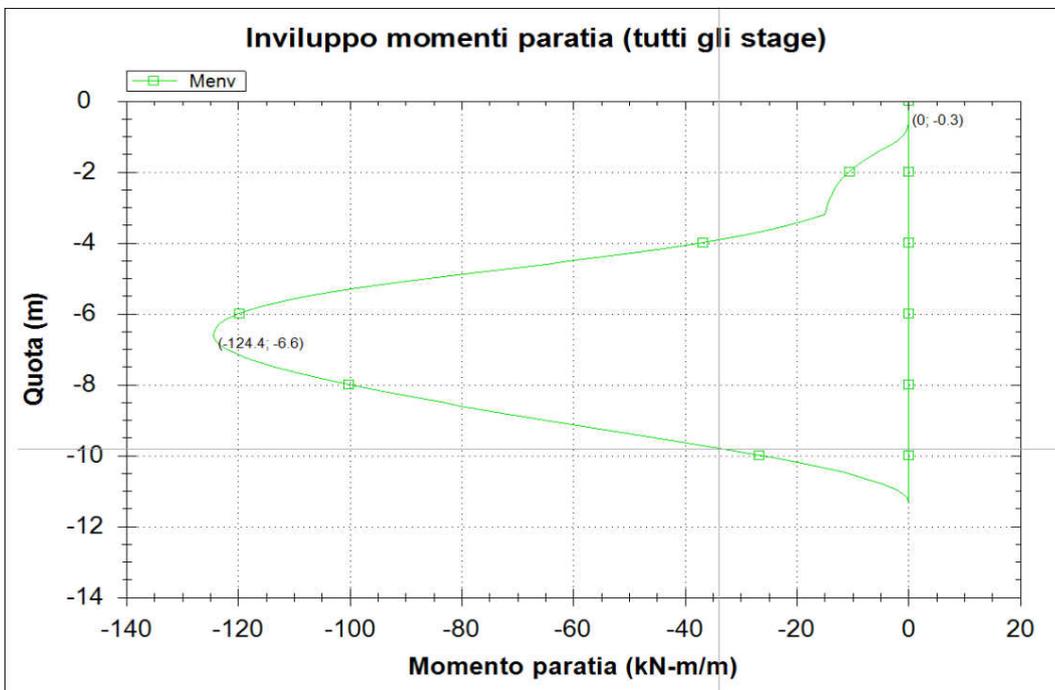


Figura 3 Momento-profondità SLE

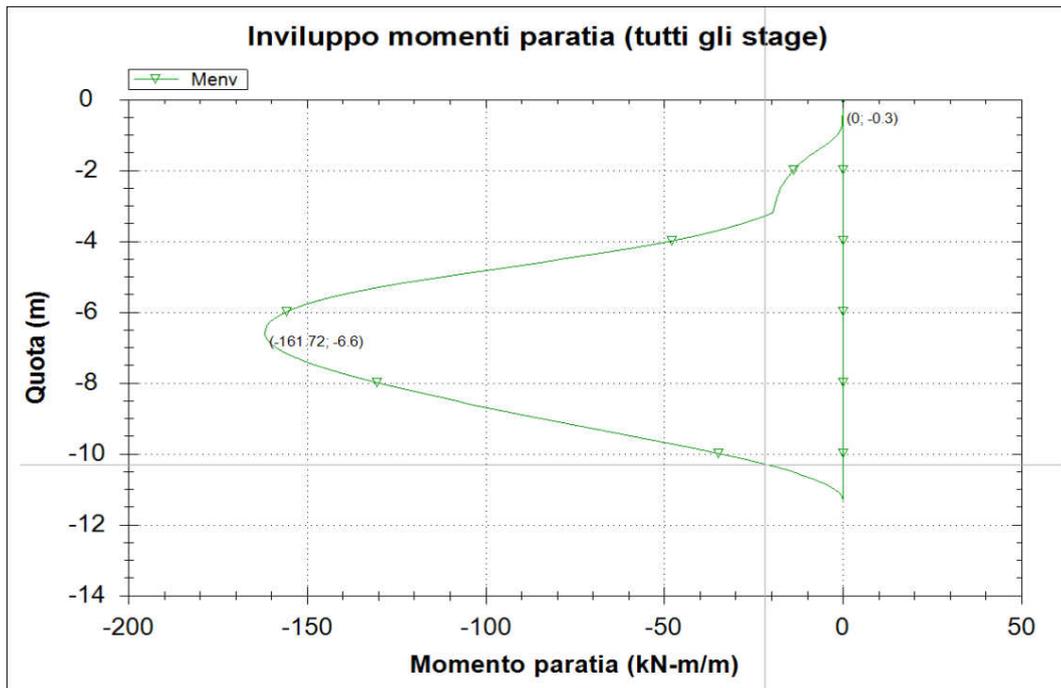


Figura 4 Momento-profondità SLU STR

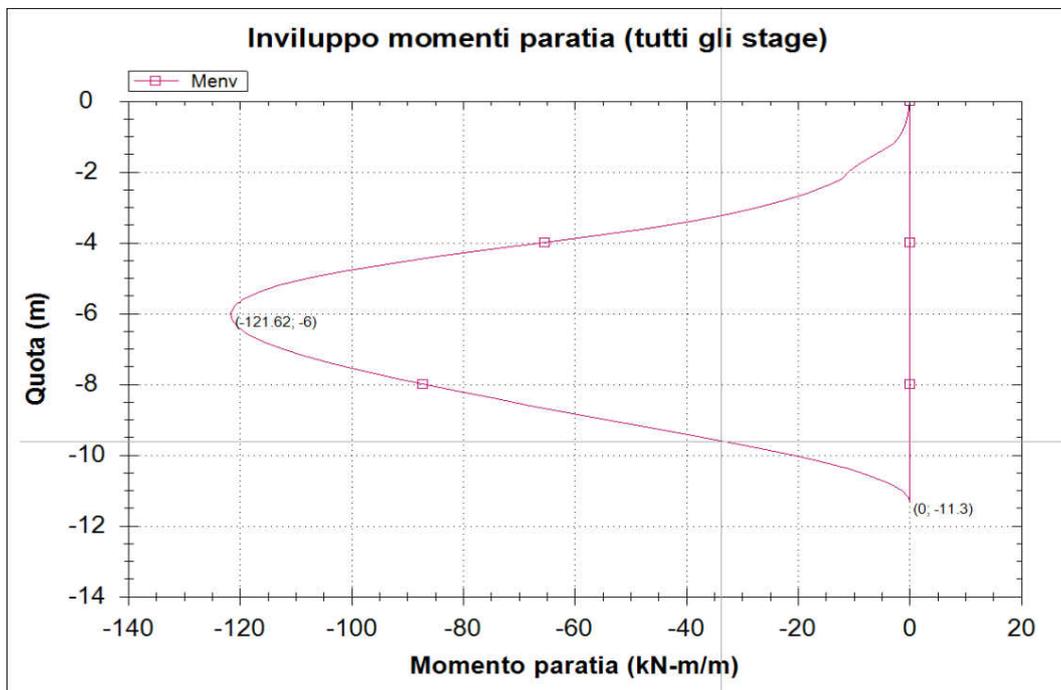


Figura 5 Momento-profondità SISMA STR

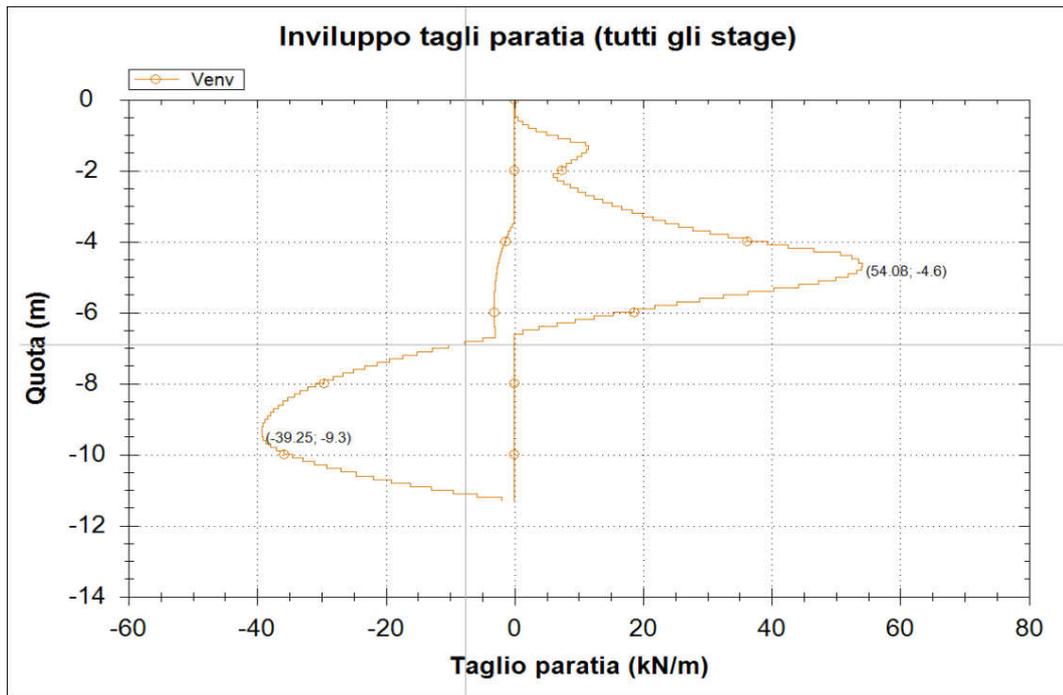


Figura 6 Taglio-profondità SLE

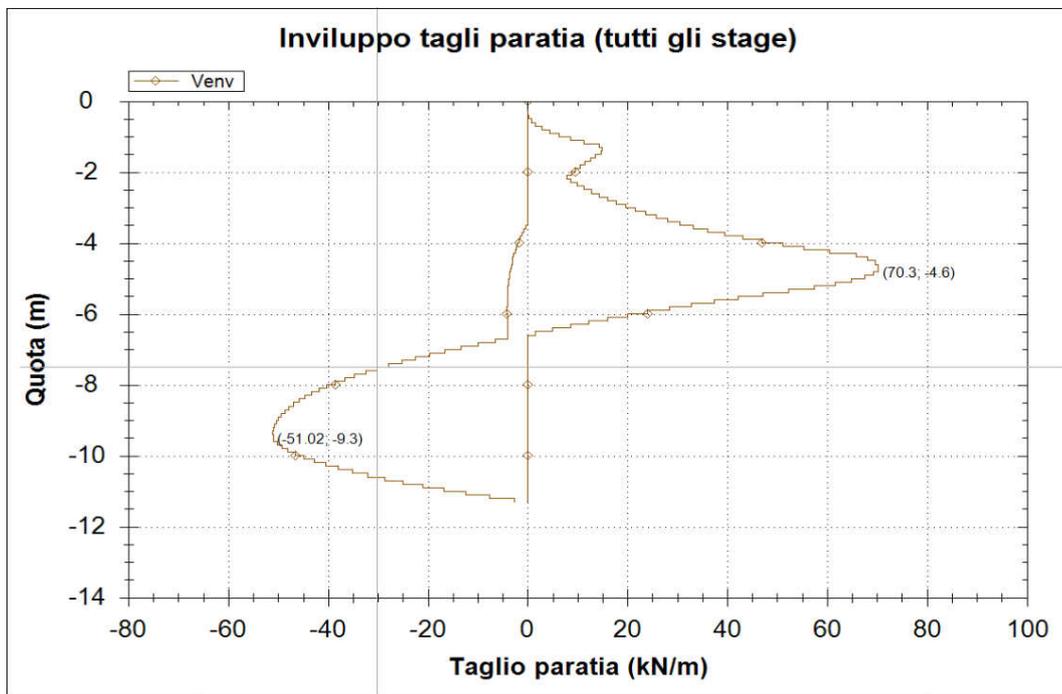


Figura 7 Taglio-profondità SLU STR

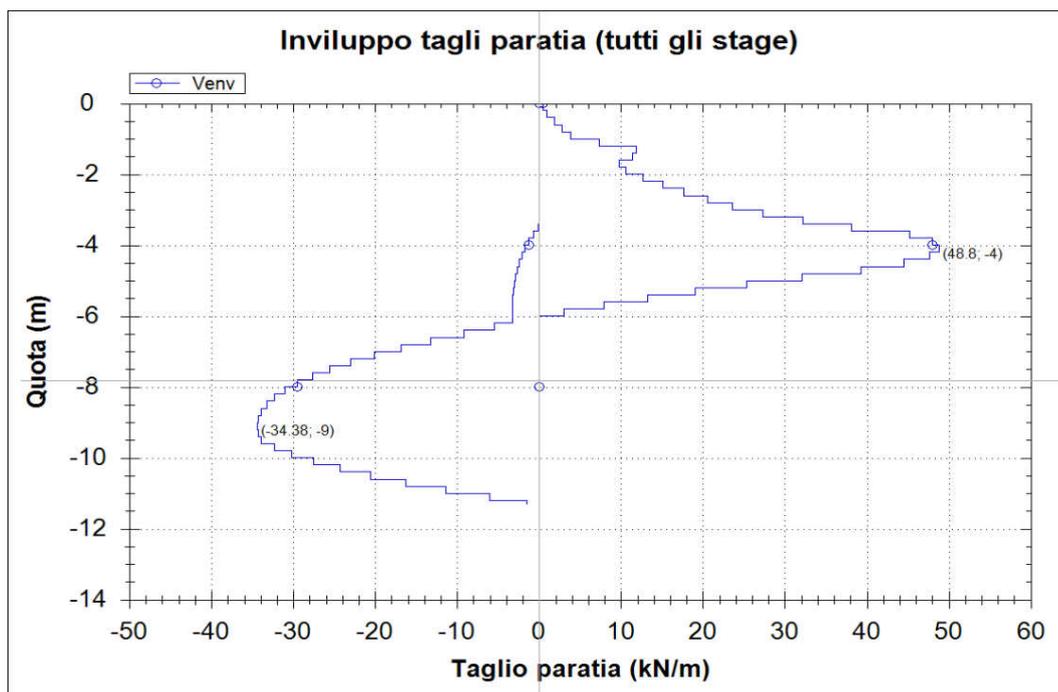


Figura 8 Taglio-profondità SISMA STR

### 3.4 Verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno

Per le verifiche di stabilità globale sono stati utilizzati i medesimi parametri indicati nel paragrafo precedente.

Per le verifiche si è utilizzato il modulo VSP Plus della Ceas. I coefficienti di sicurezza ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di verifica	Fs
Statica	1.58 > 1.10
Sismica	1.15 > 1.10

Nelle figure seguenti è rappresentata la sezione presa in considerazione per le analisi con le superfici investigate ed evidenziata la superficie più critica.

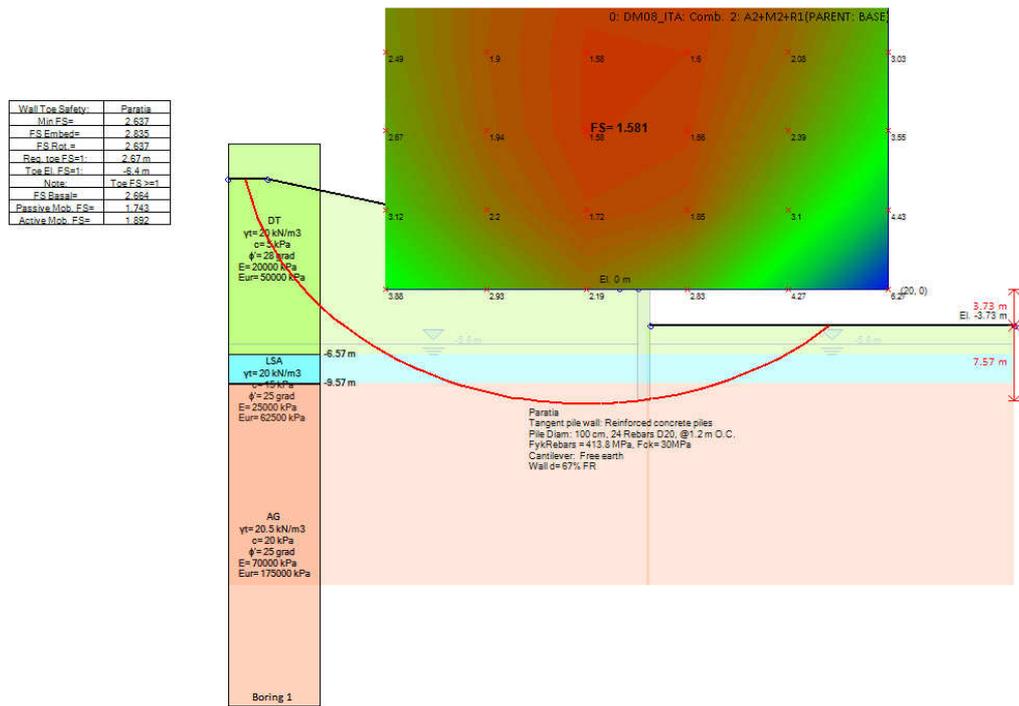


Figura 9 Verifica in condizione statica – superfici analizzate e superficie critica

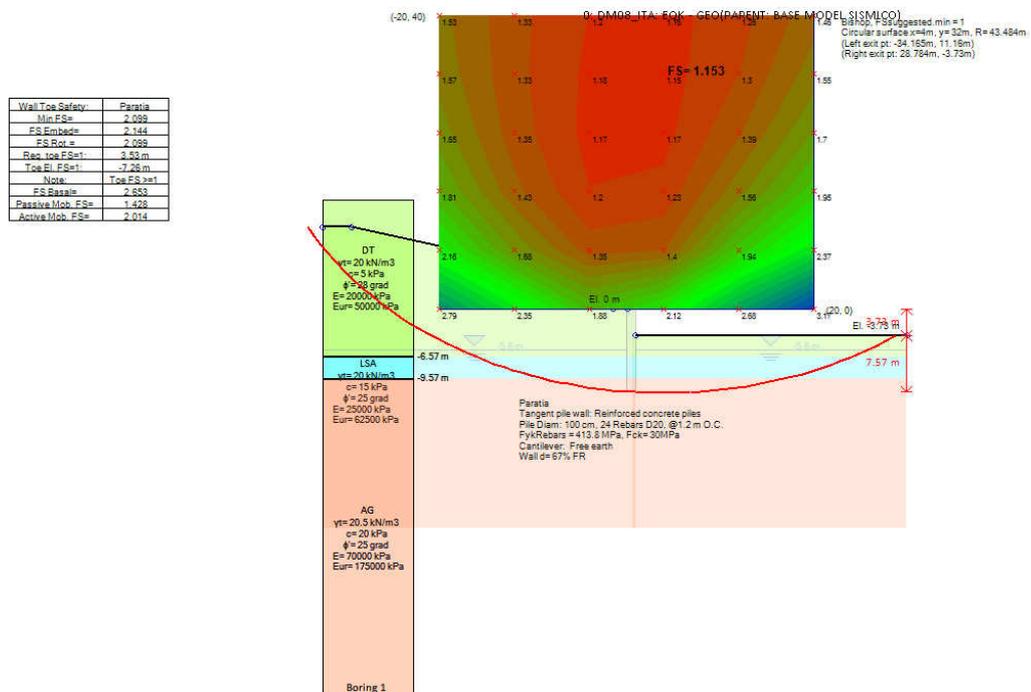


Figura 10 Verifica in condizione sismica – superfici analizzate e superficie critica

### 3.5 Verifiche SLU - Pali

Nelle verifiche si considerano le sollecitazioni massime sulla struttura secondo le varie analisi.

Le sollecitazioni sono state valutate per la sezione di riferimento della struttura sia in condizioni sismiche che in condizioni statiche. Nelle verifiche, a presso-flessione e taglio, si riporta di seguito il caso peggiore fra lo statico ed il sismico. Nella verifica a presso-flessione si è considerato il peso proprio del palo valutato alla corrispondente quota di verifica.

#### Verifica a Presso-flessione:

Combinazione STR Statico.

Gabbia di armatura	Quota da t.c. (m)	M (kNm/m)	M <sub>SLU</sub> (kNm)	N <sub>SLU</sub> (kN)	Armatura	c.s.
1	-6.6	161.72	194.06	168.47	24Φ20	6.06

#### Verifica al taglio:

Poiché la sezione di verifica è circolare i valori di  $b_w$  (larghezza dell'anima) e di  $d$  (altezza utile) saranno riferiti alle dimensioni di una sezione quadrata di lato di 707 mm inscritta in quella del palo. L'armatura al taglio è costituita da una spirale Ø12 passo 20.

Combinazione STR Statico:

$V_{sd,max}$  84.36 kN

Rck 37 N/mm<sup>2</sup>

fck 30 N/mm<sup>2</sup>

$\gamma_c$  1.5

fcd 17.0 N/mm<sup>2</sup>

f'cd 8.5 N/mm<sup>2</sup>

acciaio B450C

$f_{yk}$  450 N/mm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>

B 707 mm

H 0 mm

c 60 mm

n 12

$\phi_i$  20 mm

d 625 mm

k 1.57

$\rho_i$  0.0085

$\sigma_{cp}$  0.000000 N/mm<sup>2</sup>

$V_{min}$  0.3755

Verifica sezione non armata

$V_{rd,u}$  165999 N

$V_{sd,max}$  84360 N < 165999 N

## **4 CONCLUSIONI**

Sulla base di tutto quanto sopra esposto e delle verifiche integrative riportate, possiamo affermare che la configurazione di paratia a mensola introdotta per i pali periferici della paratia in esame a seguito di modifica tecnica n.95, risulta soddisfare tutti i requisiti ed i coefficienti di sicurezza strutturali e geotecnici prescritti da normativa.