

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i> <i>Tipo di sistema</i> <i>Raggruppamento di opere/attività</i> <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> <i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI PIAZZALE DI ESAZIONE FABBRICATO FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SS0976_F0</p>
---	---	------------------

<p>CODICE</p>	<p>C G 0 7 0 0 P C L D S S C P 0 F A 0 0 0 0 0 2 F 0</p>
---------------	--

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	E.PASSADORE	G.SCIUTO	F.COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
PREMESSA.....	5
1 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2 CARATTERISTICHE MATERIALI.....	7
2.1 Cemento armato strutturale	7
2.1.1 Calcestruzzo magro.....	7
2.1.2 Conglomerato cementizio per fondazioni	7
2.1.3 Conglomerato cementizio per travi e pilastri	8
2.1.4 Conglomerato cementizio per cordoli impalcato e opere minori	8
2.1.5 Conglomerato cementizio per soletta impalcato.....	9
2.2 Acciaio per conglomerato cementizio armato.....	10
3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA.....	13
4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO	13
4.1.1 Descrizione delle litologie	13
4.1.2 Indagini previste.....	14
4.1.3 Caratterizzazione geotecnica.....	15
4.1.4 Capacità portante del terreno.....	25
4.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO.....	27
5 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	31
6 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	33
7 ANALISI IMPALCATO	35
7.1 ANALISI DEI CARICHI	35
7.1.1 Impalcato a quota 0.0 (ove presente).....	35
7.1.2 Impalcato a quota 4.20	35
7.1.3 Neve	36
7.1.4 Vento	36
7.1.5 Valutazione dell'azione sismica	37
7.1.6 Verifiche di regolarità	37
7.1.7 Classe di duttilità.....	39

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7.1.8	Spettri di Progetto per S.L.U. e S.L.D.	39
7.2	Metodo di Analisi	40
7.3	Combinazione delle componenti dell'azione sismica.....	40
7.4	Eccentricità accidentali	41
7.5	MODELLO DI CALCOLO.....	41
7.5.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	41
7.6	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	41
7.7	Stato Limite Ultimo.....	41
7.8	Stato Limite di Danno.....	43
7.9	Stati Limite di Esercizio.....	44
7.10	Progetto e Verifica degli elementi strutturali	46
7.11	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	46
7.12	PRESCRIZIONI FINALI	46
ALLEGATO: TABELLE DI CALCOLO STATICO DELLE SEZIONI PRINCIPALI		48

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

PREMESSA

La presente relazione intende illustrare le opere strutturali relative al fabbricato tecnologico a servizio della barriera di esazione sulla sponda Siciliana del Ponte sullo Stretto di Messina.

L'intervento – ai soli fini strutturali - prevede la realizzazione di due edifici monopiano di 130 e 180 m² circa per un'altezza fuori terra di 6.10 m circa.

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il dimensionamento delle strutture viene condotto nel rispetto delle normative vigenti con particolare riferimento a:

- Eurocodice 1 (ENV 1991) - "Basi del progetto e azioni sulle strutture".
- Legge n°64 del 2 Febbraio 1974 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n°219 del 14 Maggio 1981 - "Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma".
- D.M. 20 Novembre 1987 - "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Legge 05/11/1971 n° 1086: "Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica"
- D.P.R. 6/06/2001 n° 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 14/02/1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 09/01/1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 05/08/1999: "Modificazioni al D.M. 09/01/1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circolare Ministero LL.PP del 15/10/1996 n° 252: "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 09/01/1996".
- D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Circolare Ministero LL.PP del 04/07/1996 n° 156 AA.GG/STC: "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16 Gennaio 1996".
- Normativa UNI 9502 del maggio 2001 : "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso".
- Ordinanza Ministeriale nr. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i.: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e relative istruzioni (Circ. LL.PP. 10/04/97, n. 65);
- Norma Tecnica CNR-UNI 10011/88: " Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione , il collaudo e la manutenzione ."
- CNR-UNI 10024/86: "Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo".
- D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per la costruzioni"
- Circ. Min. Infrastrutture 2 Febbraio 2009 n. 617 "Istruzione per l'applicazione della Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 CARATTERISTICHE MATERIALI

Il progetto delle strutture viene effettuato adottando per i materiali impiegati le caratteristiche sotto riportate.

2.1 Cemento armato strutturale

2.1.1 Calcestruzzo magro

Classe di esposizione ambientale: X0 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)

Classe di resistenza: classe C12/15

2.1.2 Conglomerato cementizio per fondazioni

Classe di esposizione ambientale: XC2 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)

Classe di resistenza: C30

Rapporto A/C massimo: 0.50

Classe di consistenza: S4

Diametro massimo degli aggregati: 32 mm

Contenuto minimo di cemento: 300 kg/m³

Resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione

$$f_{ctm} = 2.998 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione da flessione

$$f_{ctfm} = 3.5976 \text{ MPa}$$

Modulo elastico CLS

$$E_{cm} = 34671.75 \text{ MPa}$$

Sollecitazione normale ammissibile

$$\sigma_{c,amm} = 11.5 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che non richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c0} = 0.6933 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c1} = 2.028571 \text{ MPa}$$

coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$$\gamma_c = 1.6$$

resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$$f_{ck} = 30.7 \text{ MPa}$$

resistenza a compressione

$$f_{cd} = 19.1938 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd}^* = 16.31469 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica a trazione

$$f_{ctk} = 2.0986 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a trazione

$$f_{ctd} = 1.311625 \text{ MPa}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.1.3 Conglomerato cementizio per travi e pilastri

Classe di esposizione ambientale: XC4-XS1-XF2 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)

Classe di resistenza: C33

Rapporto A/C massimo: 0.40

Classe di consistenza: S4

Diametro massimo degli aggregati: 32 mm

Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³

Resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione

$$f_{ctm} = 3.157939 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione da flessione

$$f_{ctfm} = 3.789527 \text{ MPa}$$

Modulo elastico CLS

$$E_{cm} = 36049.97 \text{ MPa}$$

Sollecitazione normale ammissibile

$$\sigma_{c,amm} = 12.25 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che non richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c0} = 0.733333 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c1} = 2.114286 \text{ MPa}$$

coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$$\gamma_c = 1.6$$

resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa}$$

resistenza a compressione

$$f_{cd} = 20.75 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd}^* = 17.6375 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica a trazione

$$f_{ctk} = 2.210557 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a trazione

$$f_{ctd} = 1.381598 \text{ MPa}$$

2.1.4 Conglomerato cementizio per cordoli impalcato e opere minori

Classe di esposizione ambientale: XS1-XF2 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)

Classe di resistenza: C33

Rapporto A/C massimo: 0.50

Classe di consistenza: S4

Diametro massimo degli aggregati: 20 mm

Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³

Resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione

$$f_{ctm} = 3.157939 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione da flessione

$$f_{ctfm} = 3.789527 \text{ MPa}$$

Modulo elastico CLS

$$E_{cm} = 36049.97 \text{ MPa}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Sollecitazione normale ammissibile	$\sigma_{c,amm} = 12.25 \text{ MPa}$
Sollecitazione a taglio che non richiede il calcolo staffe	$\tau_{c0} = 0.733333 \text{ MPa}$
Sollecitazione a taglio che richiede il calcolo staffe	$\tau_{c1} = 2.114286 \text{ MPa}$
coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c = 1.6$
resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa}$
resistenza a compressione	$f_{cd} = 20.75 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}^* = 17.6375 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2.210557 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = 1.381598 \text{ MPa}$

2.1.5 Conglomerato cementizio per soletta impalcato

Classe di esposizione ambientale: XF1-XS1 (UNI 11104 e UNI EN 206-1)

Classe di resistenza: 40

Rapporto A/C massimo: 0.50

Classe di consistenza: S4

Diametro massimo degli aggregati: 20 mm

Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³

Resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} = 49 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione

$$f_{ctm} = 3.615440 \text{ MPa}$$

Resistenza media a trazione da flessione

$$f_{ctfm} = 4.338528 \text{ MPa}$$

Modulo elastico CLS

$$E_{cm} = 39\,900 \text{ MPa}$$

Sollecitazione normale ammissibile

$$\sigma_{c,amm} = 14.50 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che non richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c0} = 0.853333 \text{ MPa}$$

Sollecitazione a taglio che richiede il calcolo staffe

$$\tau_{c1} = 3.371429 \text{ MPa}$$

coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$$\gamma_c = 1.6$$

resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$$f_{ck} = 40.7 \text{ MPa}$$

resistenza a compressione

$$f_{cd} = 25.42 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd}^* = 21.6059 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica a trazione

$$f_{ctk} = 2.530808 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo a trazione

$$f_{ctd} = 1.581755 \text{ MPa}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.2 Acciaio per conglomerato cementizio armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento

Che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk/\gamma} = 450/1.15 = 391.30 \text{ MPa}$
Deformazione caratteristica al carico massimo	$\epsilon_{uk} = 7.5 \%$
Deformazione di progetto	$\epsilon_{ud} = 6.75 \%$
Copriferro	
Copriferro nominale : $C_{nom} = C_{min} + h$	
Fondazioni:	copriferro minimo (C_{min}) = 40 mm
Elevazioni:	copriferro minimo (C_{min}) = 30 mm
Soletta impalcato:	copriferro minimo (C_{min}) = 30 mm
Tolleranza	$h = 5 \text{ mm}$

3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nella fase progettuale di riferimento si e' optato per la realizzazione di un edificio interamente gettato in opera. Tale scelta e' stata adottata per la necessita' di determinare analiticamente la consistenza strutturale ai fini tecnico - economici, nonche' per la puntuale determinazione di carichi in fondazione e delle spinte orizzontali (azione sismica).

Nel progetto in esame assume infatti particolare importanza l'analisi della interazione fondazione - terreno ed edificio - paratie perimetrali, alla luce della presenza di un cunicolo tecnico.

Tale approccio progettuale infatti non impedisce, sulla base dei risultati ottenuti, il ricorso - in fase esecutiva - a strutture di tipo prefabbricato anche per le elevazioni.

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura si trova in Comune di Messina, a circa 70 m s.l.m. in luogo aperto.

L'intervento allo studio - ai soli fini strutturali - prevede la realizzazione di due edifici monopiano di 130 e 180 m² circa rispettivamente per un'altezza fuori terra di 6.25 m circa entrambi.

In particolare i due fabbricati cosiddetti "tecnologici" presentano uno sviluppo complessivo in pianta di 37.60 x 8.90 m.

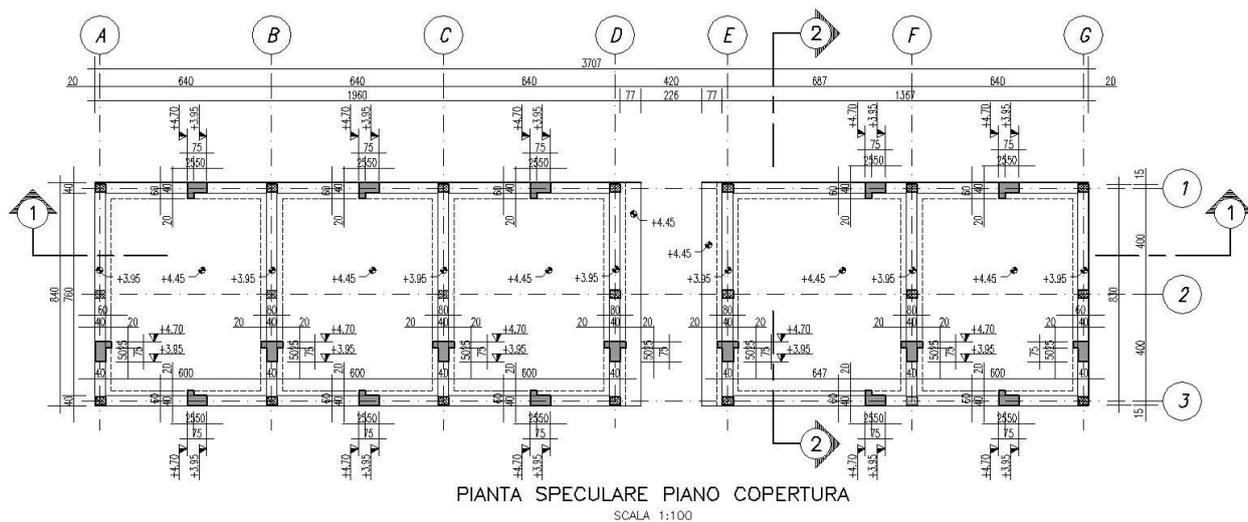


Fig. 1 – pianta fabbricato tecnologico

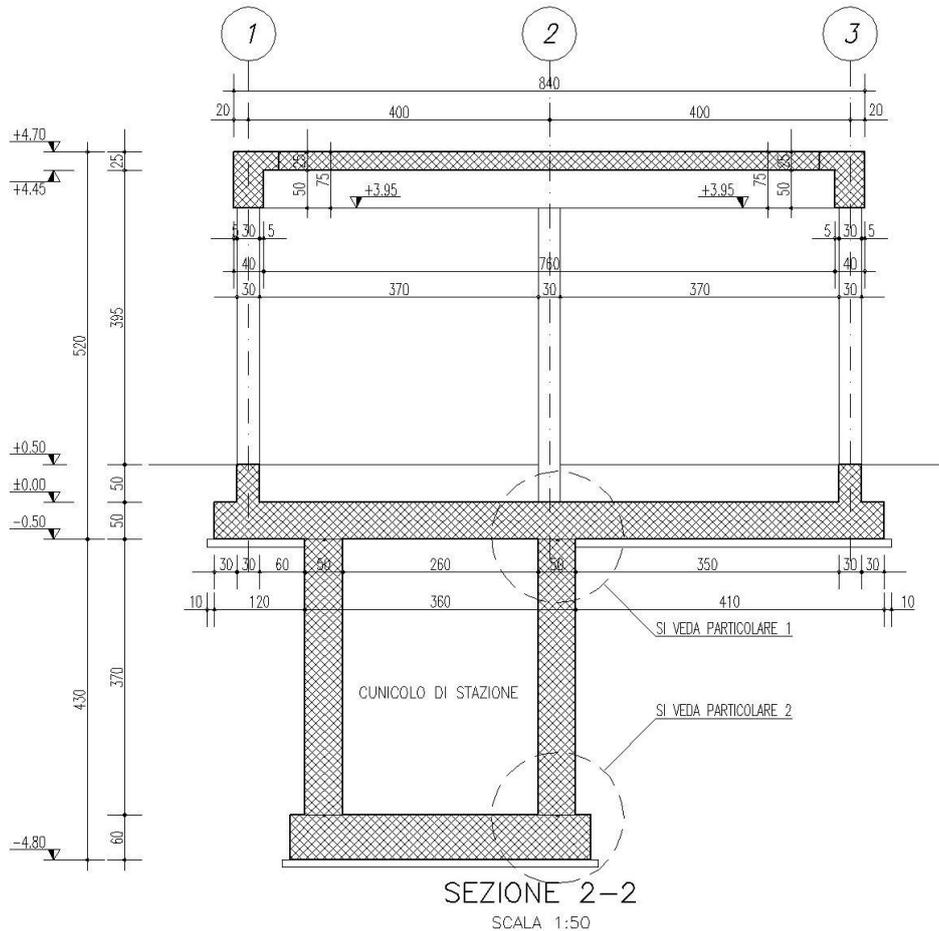
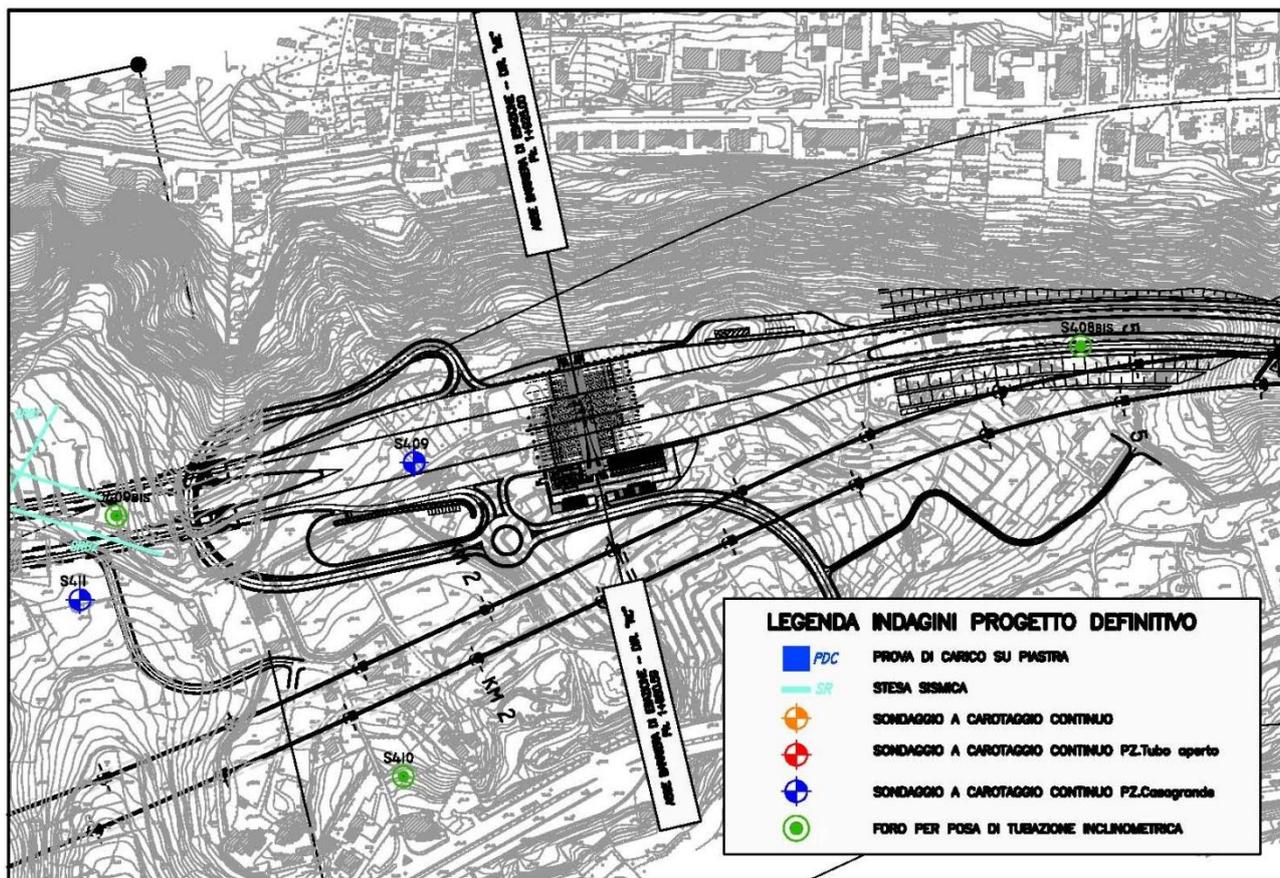


Fig. 2 – sezione fabbricato tecnologico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA

Area Barriera Esazione



Stralcio planimetrico dell'area con ubicazione sondaggi

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

4.1.1 Descrizione delle litologie

Le litologie presenti in quest'area sono le Sabbie e Ghiaie di Messina e i Depositi Terrazzati Marini. La litologia prevalente è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina. I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Si rilevano strati di ghiaie cementate, come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco della galleria stradale Faro Superiore; in questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

arrotondati ed appiattiti.

I Depositi Terrazzati Marini sono invece rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente.

L'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio-superiore.

La falda non risulta interferente con le opere come si evince dagli elaborati di geotecnica generale, di seguito riportati:

- CG0800PRBDSSBC8G000000001
Relazione geotecnica generale versante SICILIA
- CG0800PRGDSSBC6G000000003
Relazione idrogeologica
- CG0800PN5DSSBC6G000000009-10-11-12
Carta idrogeologica versante Sicilia
- CG0800PF6DSSBC6ST000000001-02-03-04-05-21-22-23-24
Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
- CG0800PF6DSSBC6ST000000011-12-13-14-15-25-26-27-28
Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

4.1.2 Indagini previste

Data l'esiguità delle prove, si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona dell'ancoraggio della tratta stradale e ferroviaria da 0 ad 1+0 km.

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S9 (campagna del 1984), S13 (campagna del 1987), AS-BH4, SPT8-AS, DMT1-AS, DMT2-AS (campagna del 1988), S102pz, S103pz e S104pz (campagna del 1992), SPPS00 e SPPS09 (campagna del 2002), S407, S408, S408bis, S409, S409bis, S411, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504 (campagna del 2010).

Data l'esiguità di indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo, alla zona in esame si assegna cautelativamente la categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) di classe **C** (riferimento ai sondaggi S409, S409bis, S410, S411).

Facendo riferimento alla Relazione sismica generale, doc. n° CG0800PRGDSSBC8G000000001, dove sono riportati i valori calcolati di V_{S30} e di V_{spt30} (tabelle a pagg. 32 e 33), si evidenziano i

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

valori considerati per l'area in esame:

SONDAGGI	V_{s30}	N_{spt30}
V409bis	//	C (valore 32)
V409	//	C (valore 28)
V411	//	C (valore 25)
V410	//	C (valore 35)
S408	B (valore 444.30m/s)	

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Sabbie e Ghiaie di Messina

- Prove granulometriche (sondaggio SPPS00 e SPPS09) ;
- SPT (sondaggi S9, S408, S409, S409bis, S411, SPPS00 ,SPPS09, ASLPT2508, ASCH1501, ASLPT3503, ASLPT3506, ASCH1504, SPT8-AS, S102pz,S103pz, S104pz) ;
- prove sismiche in foro (S408, SPPS00, SPPS02, S108pz, BH4-AS, ASCH1504, ASCH1501) ;
- prove pressiometriche (sondaggi S409);
- prove dilatometriche (S408, DMT1-AS, DMT2-AS) ;
- 6 prove Le Franc (sondaggi S408, S409).

Depositi terrazzati marini

- Prove granulometriche (sondaggio S411, da PE101 a PE109) ;
- SPT (sondaggio S409) ;
- 1 prova Down Hole (sondaggio ASCH1504) ;
- 1 prova dilatometrica (DMT2-AS).

4.1.3 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G000000001.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Stratigrafia media	prof. (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (Kpa)	E'* (MPa)	K (m/s)
Depositi terrazzati marini	0 – 0/15	17-19	38-40	0	10÷20 / 40÷80 (da 2 a 10 m)	-
Sabbie e Ghiaie di Messina	>0/15	18-20	38-40	0-10	65-160 / 128-320 (0-20m)	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶
Falda	ASSENTE					

* E' = modulo di Young "operativo"; * = si considerano valori nel range per fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

Sabbie e Ghiaie di Messina

In questa tratta la formazione si presenta, dalle prove SPT analizzate, in egual misura composta da sabbie e ghiaie con densità relative che sembrerebbero diminuire con la profondità mostrando uno stato di addensamento medio.

Con riferimento al fuso medio (155 prove granulometriche) si ha che: d₅₀=2.2mm, d₆₀=4mm e d₁₀=0.03mm. Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 51%, 36%, 11%.

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo C_{sg}=0.55 corrispondente al d₅₀=2.2mm
- **e_o:** a partire dal d₅₀ stimato si ottiene di e_{max}-e_{min} pari a 0.26, non dissimile dai valori reperibili in letteratura (0.17<e_{max}-e_{min}<0.29) Stimando per e_{max} un valore pari a 0.7 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito.
- **γ_d :** in base a tali valori di e_o e da γ_s si può stimare γ_d =18-20KN/m³
- **K₀:** si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

I primi 20 m sembrerebbero maggiormente addensati soprattutto nella porzione sabbio-ghiaiosa, probabilmente a causa dell'influenza del grado di sovraconsolidazione che ha caratterizzato alcune zone erose e/o del debole grado di cementazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per i parametri di resistenza si ha:

z(m)	Dr(%) sabbie e ghiaie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-20	40-70	38-42	33-35	0.45-0.5
>20	35-60	37-39	33-35	0.45-0.5

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà $\phi' = 38-40$.

I parametri di deformabilità ricavabili dall'interpretazione delle prove sismiche in foro presentano una grande dispersione anche nell'ambito del medesimo contesto (da 300m/s ad oltre 800m/s).

Valori generalmente crescenti con la profondità si sono registrati nelle sismiche in foro ASCH1504 e ASCH1501 che comunque hanno evidenziato valori localmente molto variabili, non sempre correlabili, in base ai dati ricavabili dalle colonne stratigrafiche, con la variazione granulometrica; ad esempio nei primi 15 m÷20 m le Vs appaiono maggiori di quelle misurate fino a 30-35 m di profondità, e risultano mediamente pari a circa 400 m/s, in analogia a quanto rilevabile dai maggiori valori di densità relativa.

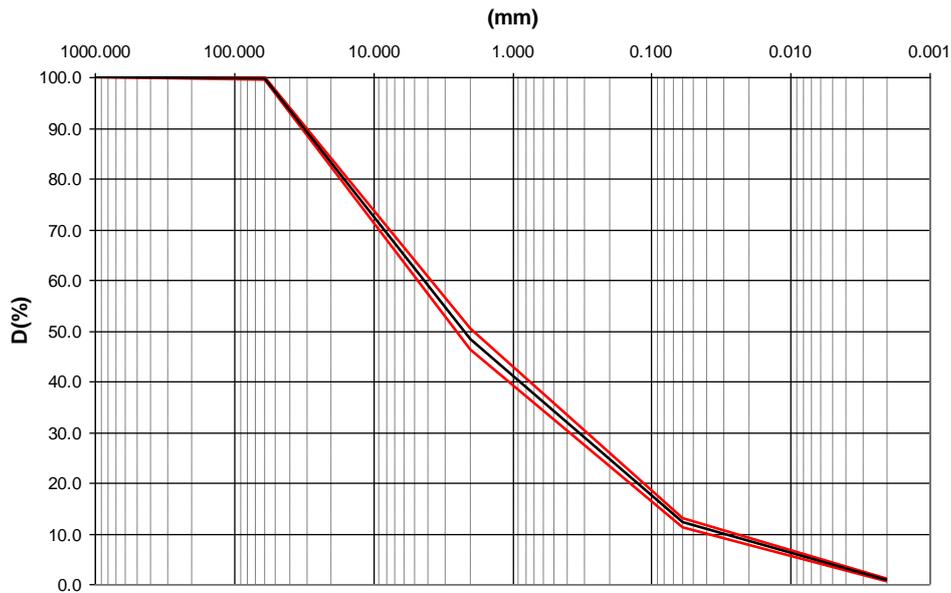
La variabilità locale rende una correlazione delle Vs sismiche con quelle ricavate dalle correlazioni di prove SPT alquanto difficoltosa; si ottiene comunque una buona correlazione con i valori medi o minimi delle Vs sismiche (tranne che nel caso della sismica ASCH1504) per profondità tra 20 e 50 m.

Una stima dei moduli, considerando anche l'esito delle prove sismiche è riportata in tabella.

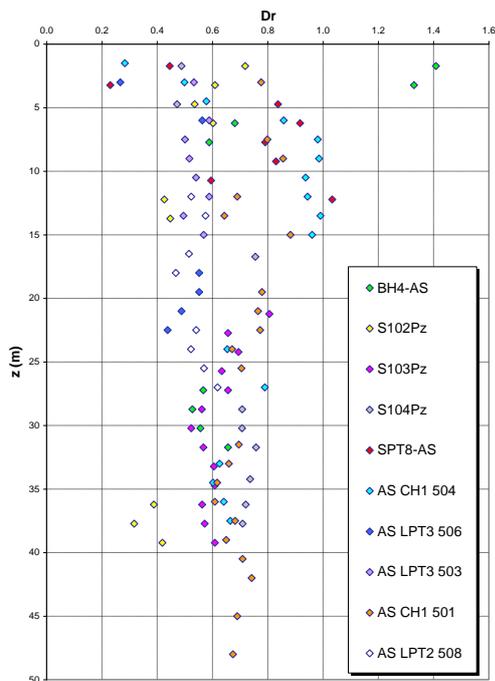
z(m)	G_0(MPa)	E_0(MPa)	E'(MPa)
0-20	200-400	480-960	65-160 / 128-320
20-50	$G_0 = 25 z^{0.64}$	$E_0 = 60 z^{0.64}$	$9-23 z^{0.64}$

Le prove pressiometriche forniscono valori molto discordanti (S408, ramo di scarico e ricarico, $E' = 170$ MPa e 300 MPa a 26 e a 34 m di profondità e circa 400MPa in S409 contro il range 30-100 MPa nelle dilatometriche DMT1AS e DMT2AS) .

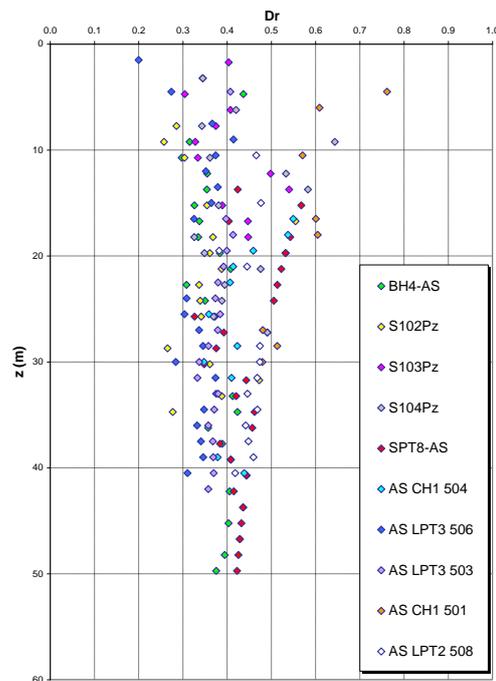
Sabbie e Ghiaie di Messina

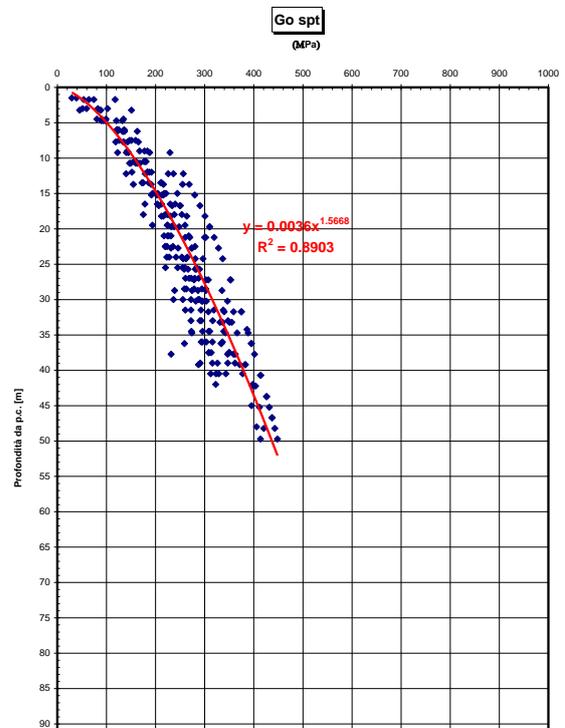
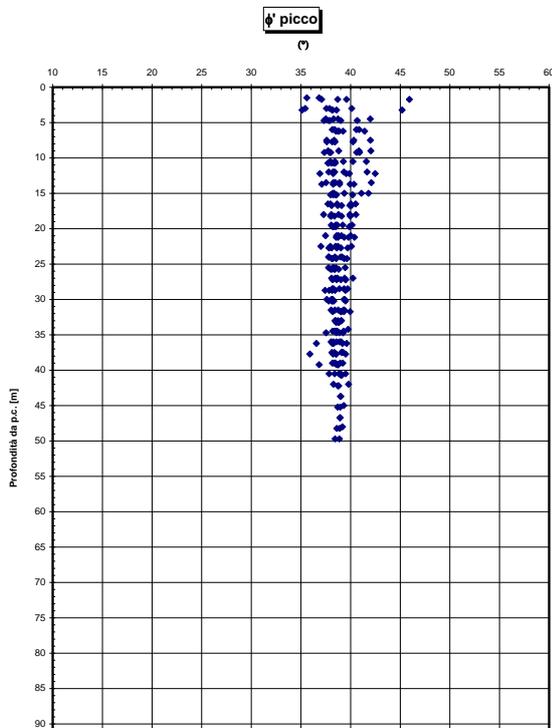
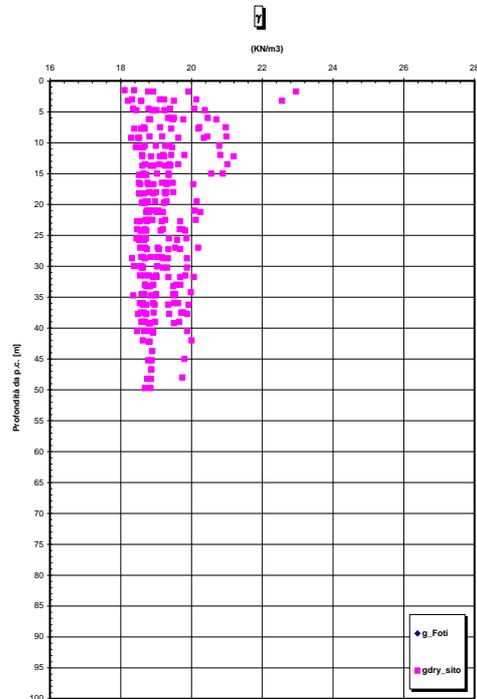
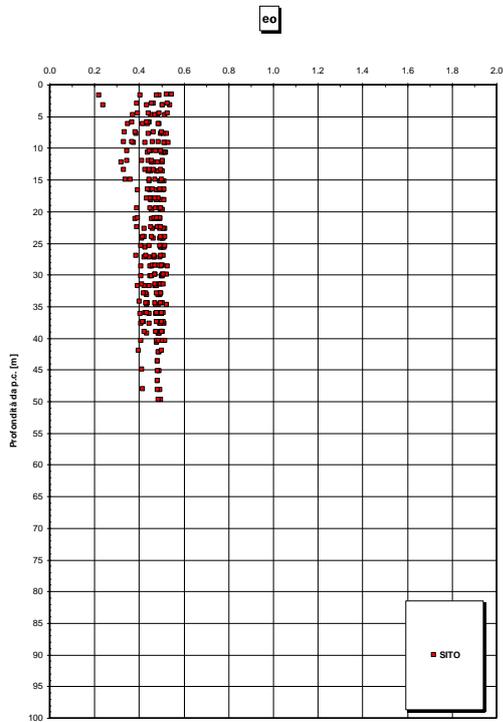


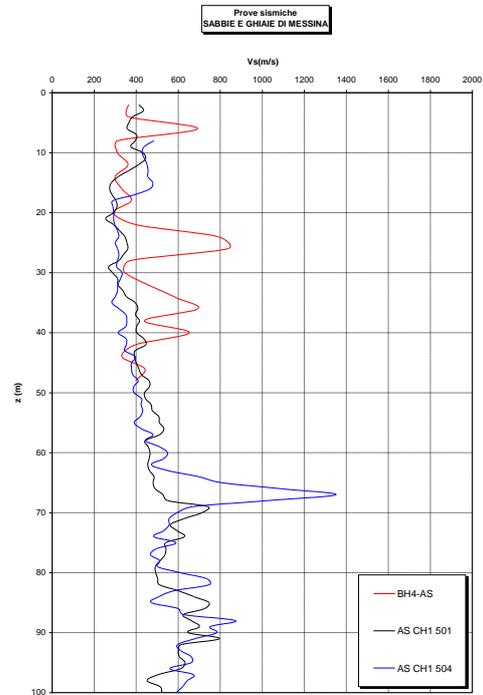
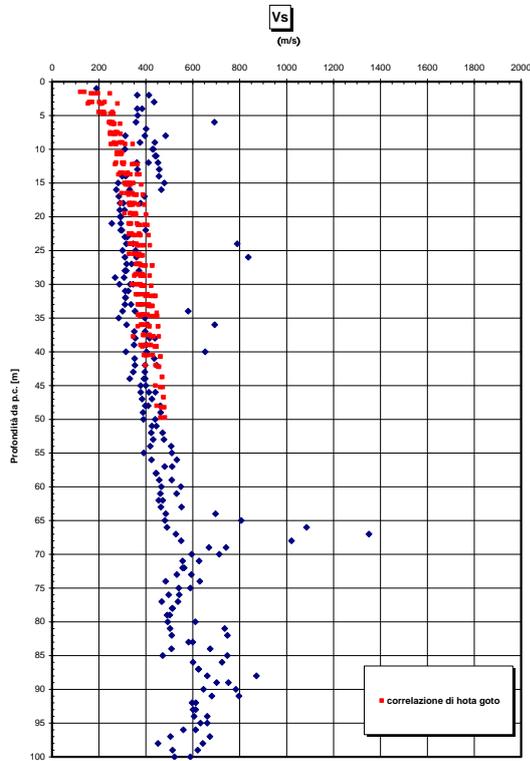
Dr Skempton (1986)
Componente sabbiosa prevalente
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA



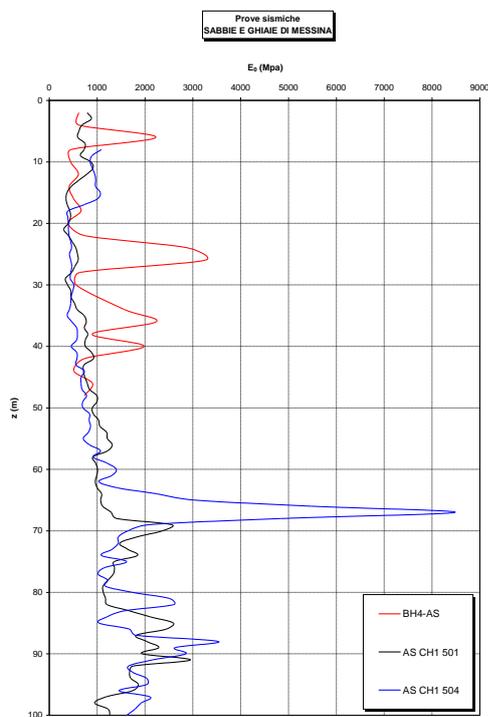
Dr Cubrinovski e Ishihara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
SABBIE E GHIAIE DI MESSINA



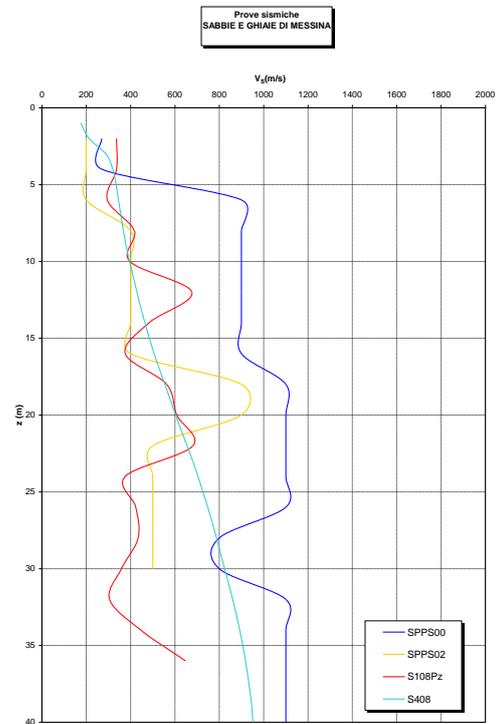


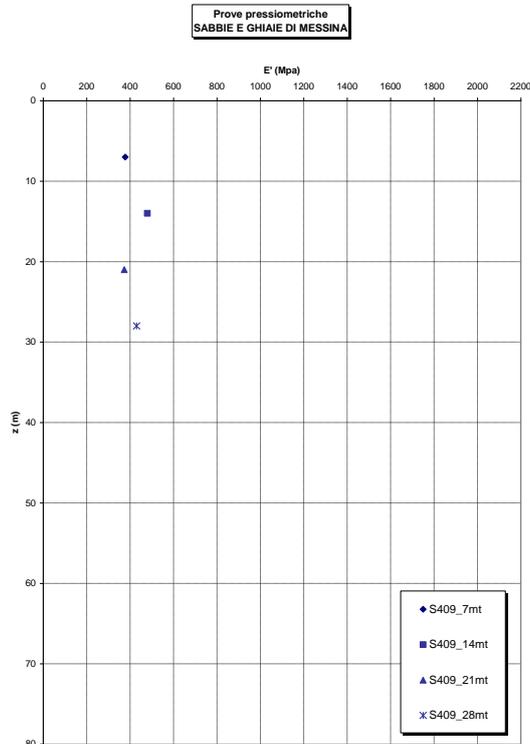
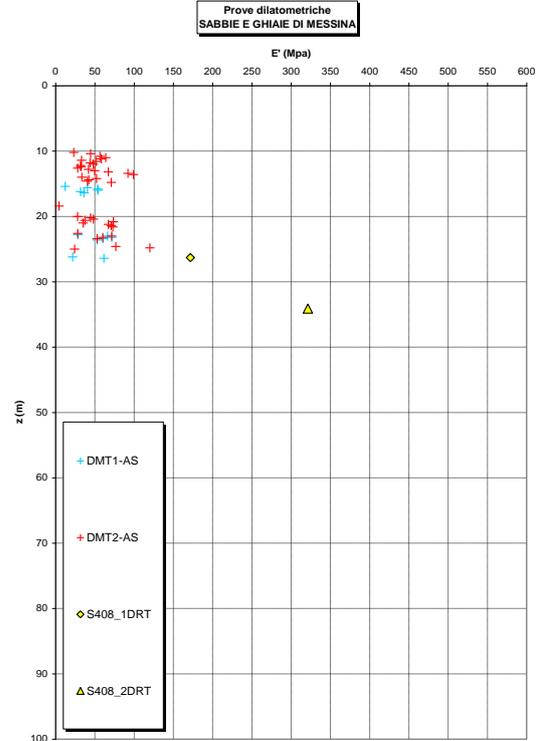
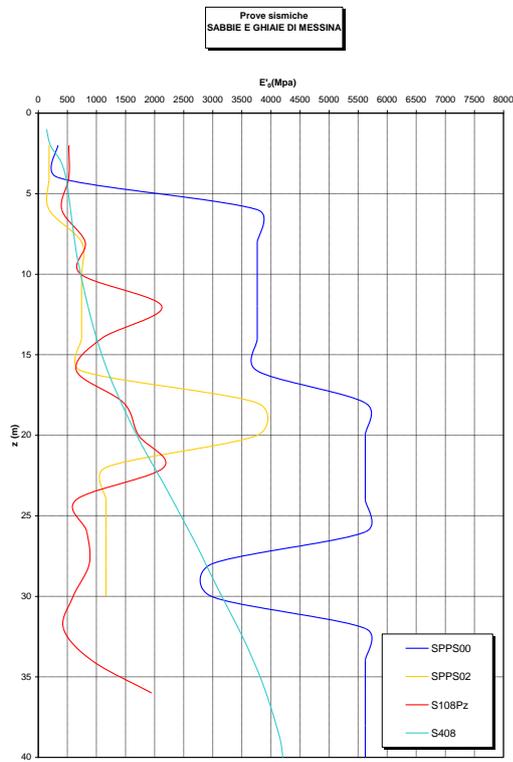


Zona dell'ancoraggio del ponte



Zona dell'ancoraggio del ponte





Depositi terrazzati marini

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In presenza di un esiguo numero di indagini locali per le caratteristiche granulometriche si fa riferimento alla caratterizzazione generale:

- Il valore di D_{50} è pari a 0.8 mm
- Il valore di D_{60} è pari a 2 mm
- Il valore di D_{10} è pari a 0.01 mm

Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo e argilla sono rispettivamente di 39%, 45%, 12% e 8%.

Il peso di volume dei grani medio γ_s è risultato pari a circa 26 kN/m³.

Per quanto concerne stato iniziale e parametri di resistenza si ha:

- **Dr:** I valori di N_{spt} sono stati corretti con il fattore correttivo $C_{sg}=0.75$ corrispondente al $d_{50}=0.8$ mm,
- **e_o :** a partire dal d_{50} stimato si ottiene di $e_{max}-e_{min}$ pari a 0.36 stimando per e_{max} un valore pari a 0.8 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di e_o in sito. Si ottiene il valore di e_o pari a 0.5-0.7.
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m³.
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

z(m)	Dr(%) Sabbie	ϕ'_p (pff=0-272KPa) (°)	ϕ'_{cv} (°)	K_0
0-10	60-80	38-40	35-37	0.4-0.35

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà $\phi' = 38-40$.

Per i parametri di deformabilità non si hanno localmente a disposizione prove sismiche dalle quali ricavare leVs, e di conseguenza i parametri di deformabilità.

Il range di variazione ottenuto in base alle correlazioni dalle prove SPT della tratta per il modulo G_0 , per z che varia da 2 a 10 metri, è :

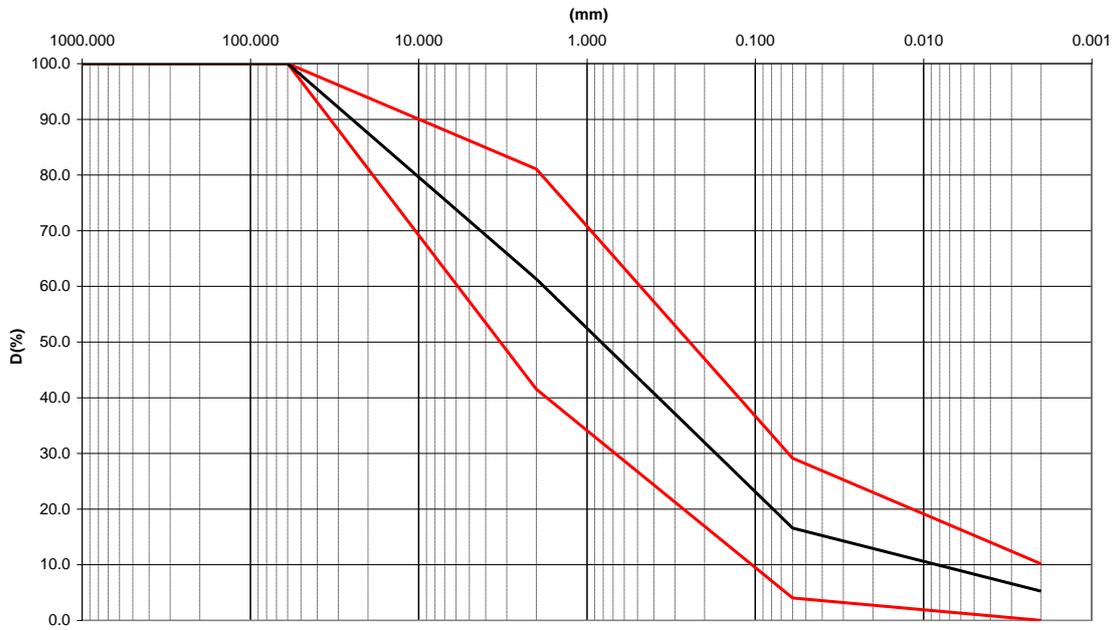
$$G_0 \approx 20 \div 100 \text{ MPa}$$

$$E_0 \approx 50 \div 250 \text{ MPa}$$

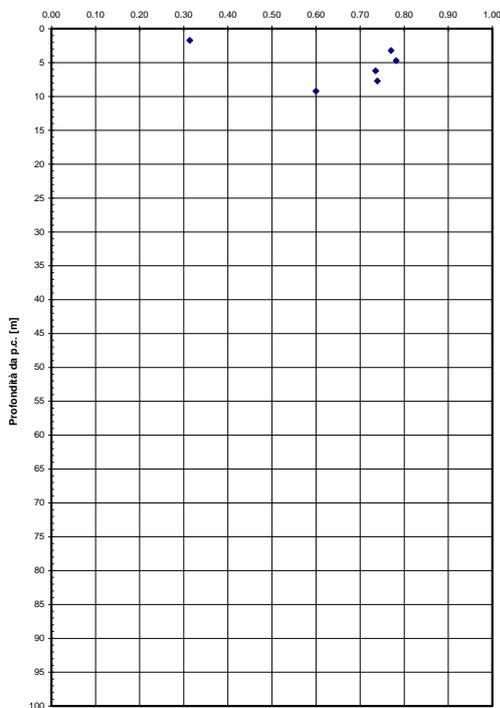
$$E' \approx 10 \div 20 / 40 \div 80 \text{ MPa (da 2 a 10 metri)}$$

Quest'ultimo range è relativo rispettivamente ad $1/10 \div 1/5 E_0$ ed ad $1/3 E_0$ corrispondenti rispettivamente a medie-grandi deformazioni ed a piccole deformazioni.

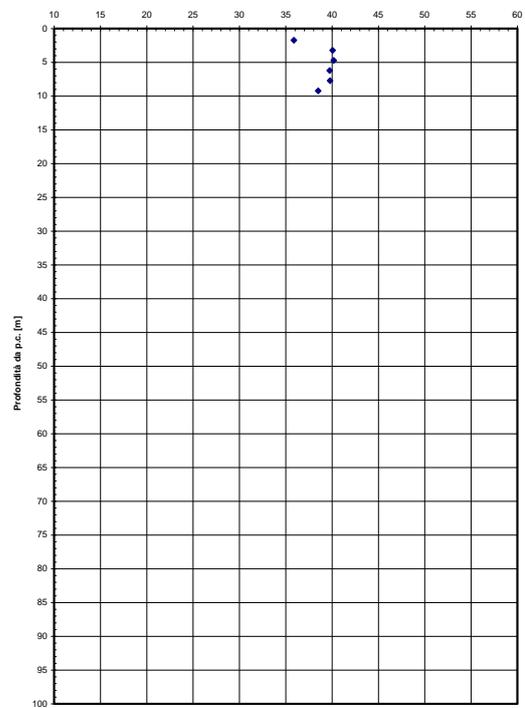
Depositi terrazzati marini

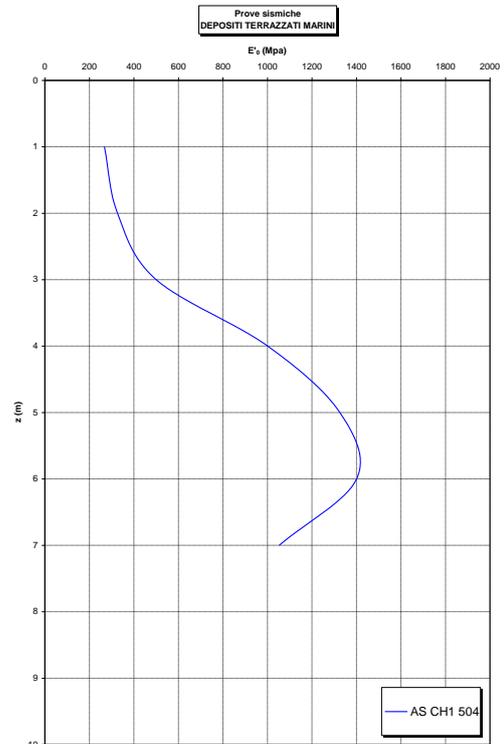
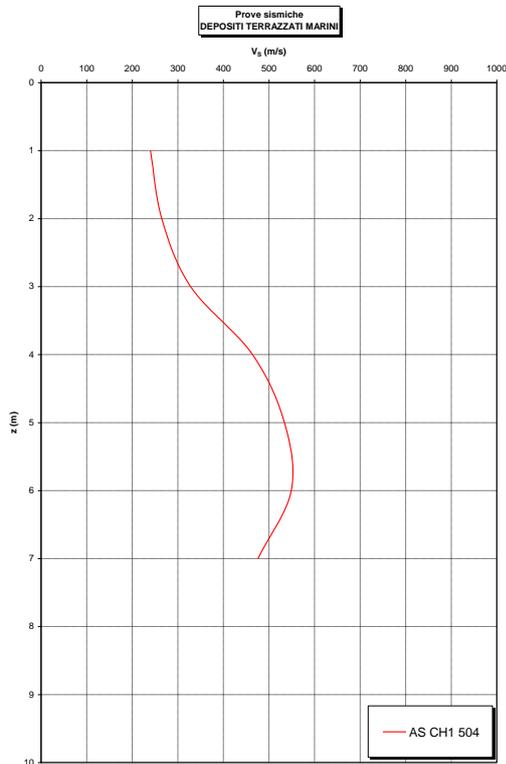
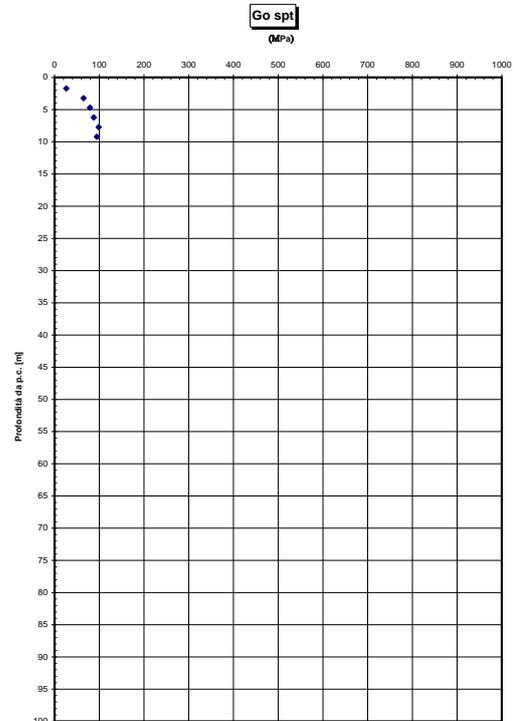
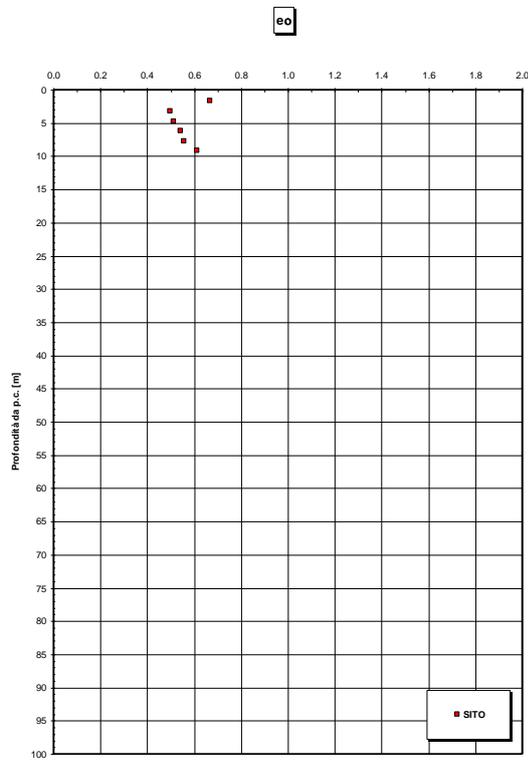


Dr sabbie

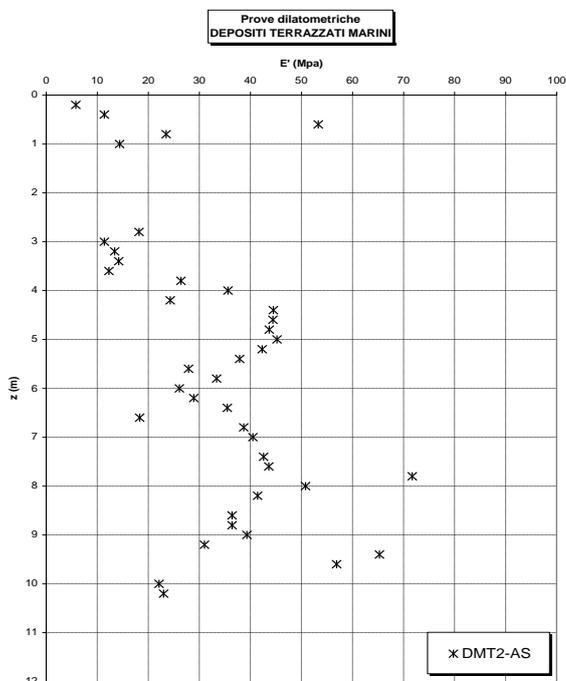


picco





		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



4.1.4 Capacità portante del terreno

Alla luce di quanto su esposto, di seguito i parametri geotecnici salienti:

tipo di terreno	Ghiaie di Messina
categoria terreno	B
peso specifico	$\gamma = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$
(si sceglie il valore intermedio)	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
angolo d'attrito interno	$\phi = 38^\circ \div 40^\circ$
(a favore di sicurezza si sceglie il valore inferiore)	$\phi = 38^\circ$
coesione	$c' = 0 \text{ kPa}$
modulo di deformazione normale	$E' = 20 * z^{0.67} E_{\min}$
modulo di Poisson	$\nu = 0.20$

Formula generale di BRINCH - HANSEN

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Angolo di resistenza a taglio	$\phi' = 0.6632$
Coesione	$c' = 0.00 \text{ MPa}$
Coesione non drenata	$c_u = 0.00 \text{ MPa}$
Profondità del piano di posa	$H = 0.80 \text{ m}$
Inclinazione del piano di posa	$\eta = 0$
Inclinazione del pendio	$\beta = 0$
Adesione lungo la base della fondazione	$c_a = 0.00 \text{ MPa}$
Angolo di attrito terreno-fondazione	$\delta = 0.174533$
Pressione litostatica in corrispondenza del piano di posa	$q = 14.4 \text{ kN/m}^2$

Fattori di capacità portante

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \quad K_p = 4.203$$

$$N_\phi = K_p$$

$$N_q = N_\phi \cdot (e^{\pi \cdot \tan \phi}) \quad N_q = 48.93325$$

$$N_c = \frac{1}{\tan \phi} \cdot (e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot K_p - 1) \quad N_c = 61.35177$$

$$N_\gamma = \frac{N_q - 1}{\tan \phi} \quad N_\gamma = 61.35177$$

Fattori di forma

S_q	1.424
S_c	1.480
S_γ	0.600

Fattori di profondità

k	0.571
d_q	1.180
d_c	1.229
d_γ	1.000

Fattori di inclinazione del carico

i_q	1.000
i_c	1.000

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

i_y 1.000

Fattori di inclinazione del piano di posa

b_q 1.000

b_c 1.000

b_γ 1.000

Fattori di inclinazione del terreno

g_q 1.000

g_c 1.000

g_γ 1.000

Carico limite ultimo

q_{ult} 1.635 MPa

q_{amm} 0.545 MPa

Stanti le caratteristiche empiriche della formula adottata, a favore di sicurezza si decide di assumere un valore di riferimento inferiore q_{amm} **0.15 MPa**

4.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

Da punto di vista sismico, il Comune di Messina, ai sensi della più recente normativa in materia sismica, risulta essere classificato come in zona 1.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza, nel periodo di riferimento R V. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

La normativa definisce le forme spettrali per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In particolare per il Comune di Messina (long. 15.5505; lat. 38.1943), per tali parametri si hanno i seguenti valori:

TR [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_C [s]
30	0.061	2.364	0.277
50	0.081	2.318	0.294
72	0.099	2.305	0.312
101	0.118	2.319	0.319
140	0.139	2.343	0.326
201	0.166	2.361	0.334
475	0.247	2.411	0.359
975	0.336	2.446	0.384
2475	0.482	2.491	0.432

Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

L'edificio in esame, pur non essendo in sé una infrastruttura strategica è comunque pertinenziale di un'opera più completa e pertanto per esso valgono gli stessi principi applicabili all'opera nel complesso. Pertanto si assume una vita nominale V_N , intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, di 100 anni. Quanto alla classe d'uso, analogamente a quanto sopra trattandosi di fabbricato pertinenziale di costruzione con funzioni pubbliche e strategiche importanti si prende in considerazione la IV.

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per edifici appartenenti alla classe IV $C_U = 2.0$.

Spettro di risposta elastico in accelerazioni delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle seguenti espressioni:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_o \cdot \left(\frac{T}{T_C} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T_D} \right)$$

Nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica;

- Il fattore di struttura q è un fattore riduttivo delle forze elastiche che tiene conto delle capacità dissipative delle strutture ed è funzione dei materiali impiegati e delle tipologie strutturali;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

Dove C_C è un coefficiente funzione della categoria del sottosuolo

- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Amplificazione stratigrafica

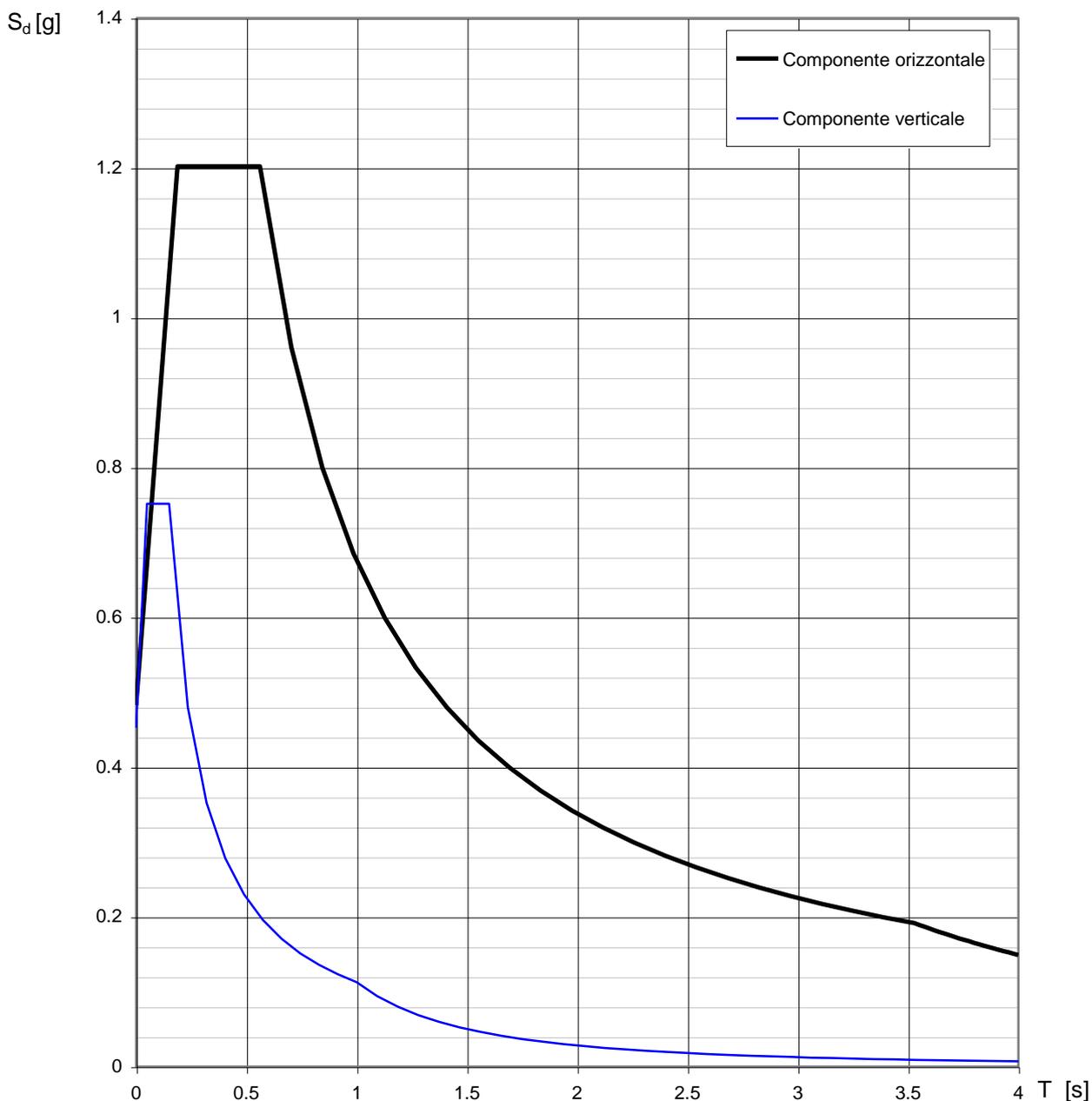
Per suoli di categoria B i coefficienti S_S e C_C si calcolano, in funzione dei valori di F_o e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Amplificazione topografica

Per categoria topografica, date le caratteristiche orografiche del terreno scelto, di tipo pianeggiante, si sceglie la T1: superficie pianeggiante [...]. Di conseguenza per il valore del coefficiente di amplificazione topografico si assume $ST = 1$.

Per le tipologie strutturali in oggetto si assume:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

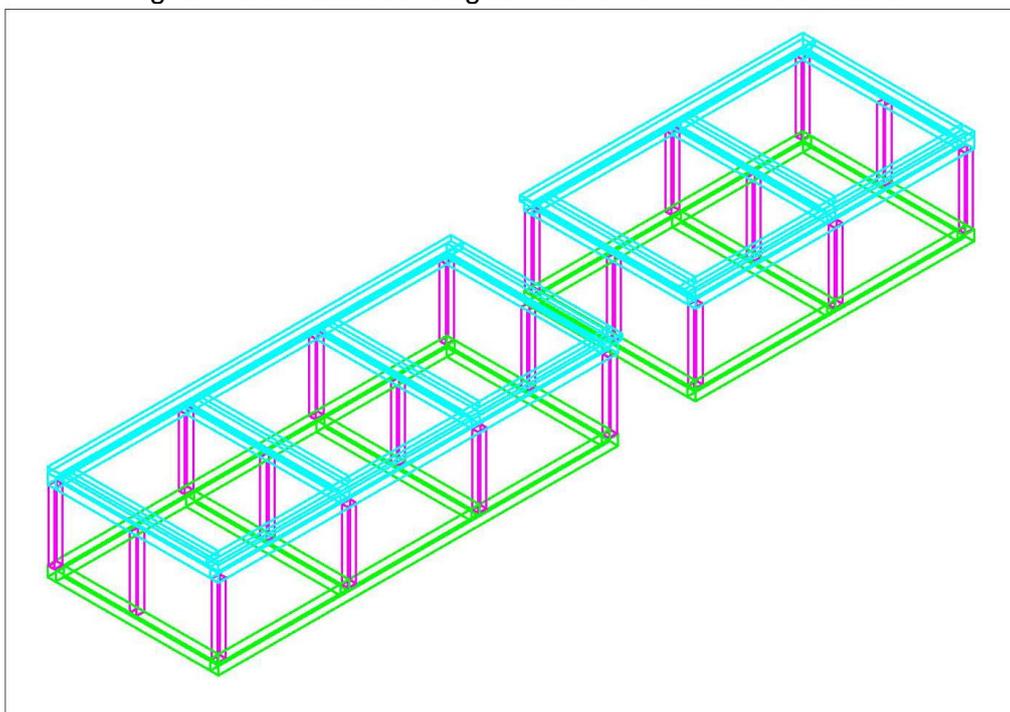
5 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Al fine di addivenire ad una corretta progettazione delle opere in previsione, si è operato il primo dimensionamento strutturale dei manufatti, calcolandone tutte le sezioni più importanti.

Tutti i calcoli sono stati sviluppati secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

Date le caratteristiche di semplicità della struttura in questione, essa è stata studiata come successione di portali piani multipli, come riportato in figura 3.

Fig. 3 – fabbricato tecnologico – schematizzazione struttura



La vita nominale V_N delle strutture in esame (numero di anni previsti di uso dell'opera) è di 50 anni.

Ai sensi del D.M. 14-1-2008, gli edifici in esame risultano essere in classe d'uso IV.

Di conseguenza, le azioni sismiche sono valutate in relazione al periodo di riferimento $V_r = V_n \times C_u$

Per edifici appartenenti alla classe II $C_u = 2$.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

- CG0700PPZDSSCP0FA00000001
Fabbricati tecnologici - Piante prospetti e sezioni
- CG0700PTTDSSCP0FA00000001
Fabbricati tecnologici - Abaco serramenti - nodi verticali e orizzontali - tabella finiture
- CG0700PBZDSSCP0FA00000002
Fabbricati tecnologici - Carpenterie-piante sezioni e dettagli costruttivi

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc</p>		<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

7 ANALISI IMPALCATO

7.1 ANALISI DEI CARICHI

Per l'analisi dei carichi, i pesi propri sono dettati da esigenze strutturali, i pesi permanenti portati (massetto di diffusione calore, massetto d'alleggerimento ecc.), scaturiscono da esigenze impiantistiche, architettoniche e dalla scelta dei materiali eseguita. Questi ultimi in sede di progetto definitivo potranno essere variati in funzione delle scelte esecutive. I sovraccarichi accidentali sono derivati dalla normativa vigente.

Di seguito saranno riportati i valori individuati per i diversi impalcati

7.1.1 Impalcato a quota 0.0 (ove presente)

Elemento	Spessore (cm)	Peso Unit. (kN/m ³)	Peso Totale (kN/m ²)
Pavimento	2	27	0.54 kN/m ²
Malta d'allettamento	2	21	0.42 kN/m ²
Massetto di diffusione calore	4	24	0.96 kN/m ²
Massetto d'alleggerimento	15	14	2.10 kN/m ²
Soletta strutturale	25	25	6.25 kN/m ²
Intonaco	2	20	0.40 kN/m ²
Murature eq. Distribuito	----	----	1.50 kN/m ²
Totale Permanente			12.17 kN/m²
Sovraccarico variabile	----	----	3.00 kN/m²
Carico Totale (Permanente + Accidentale)			15.17 kN/m²

7.1.2 Impalcato a quota 4.20

Elemento	Spessore (cm)	Peso Unit. (kN/m ³)	Peso Totale (kN/m ²)
Pavimento	2	27	0.54 kN/m ²
Malta d'allettamento	2	21	0.42 kN/m ²
Massetto di diffusione calore	4	24	0.96 kN/m ²
Massetto d'alleggerimento	5	14	0.70 kN/m ²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Soletta strutturale	25	25	6.25 kN/m ²
Intonaco	2	20	0.40 kN/m ²
Controtetto in lamiera e carpenteria di supporto	----	----	3 kN/m ²
Totale Permanente			12.27 kN/m²
Sovraccarico variabile	----	----	0.50 kN/m ²
Carico Totale (Permanente + Accidentale)			12.77 kN/m²

7.1.3 Neve

Neve su copertura

Il luogo di realizzazione della struttura in progetto rientra nel Comune di Messina ricade nella Zona III. Il sito è posto a circa 70 m s.l.m.

Si ha:

valore di riferimento	$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$
angolo α tra l'orizzontale e la tangente alla copertura	$0^\circ < \alpha < 15^\circ$
coefficiente di forma 1	$\mu_1 = 0.8$

Pertanto il carico neve assume il seguente valore:

$$q_{s1} = \mu_1 \times q_{sk} = 0.8 \times 0.6 = 0.48 \text{ kN/m}^2$$

7.1.4 Vento

Pressione

Per la definizione delle azioni dovute al vento, sono stati assunti i seguenti parametri:

Provincia di Messina	Zona 4
$V_{ref,0}$ [m/s]	28
a_0 [m]	500
k_a [1/s]	0.02
a_s [m]	10
Classe di rugosità del terreno	D
Categoria di esposizione del sito	I
k_r	0.17
z_0 [m]	0.01
z_{min} [m]	2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

z [m]	6.25
C _d	1.00
z[m]	10.36
C _t	1.00
C _{pe}	0.80
C _{pi}	±0.20
ρ [kg/m ³]	1.25

Si ha che la pressione del vento sulle pareti dell'edificio è data dall'espressione

$$V_{ref} = V_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$$

$$q_{ref} = V_{ref}^2 \cdot \rho / 2 = 490 \text{ N/m}^2$$

$$C_e = C_e(z_{min}) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z/z_0)] = 2.50$$

Si ha che la pressione del vento sulla parete sopravento è:

$$P = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 490 \times 2.50 \times 0.8 \times 1.00 = 980 \text{ N/m}^2$$

Azione tangenziale

L'azione radente del vento è data dalla formula:

$$P = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_f$$

dove C_f è il coefficiente d'attrito per il quale si assume

$$C_f = 0.04$$

Quindi l'azione radente risulta pari a:

$$P = 490 \times 2.50 \times 0.04 = 49 \text{ N/m}^2$$

Temperatura

In fase di progettazione esecutiva (o costruttiva) si dovrà tenere di un ΔT uniforme pari a $\pm 25^\circ$ agente su tutti gli elementi della struttura.

7.1.5 Valutazione dell'azione sismica

La zona sismica in cui sorge l'edificio è la zona 3 caratterizzata da una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico massima $a_g = 0.35g$.

7.1.6 Verifiche di regolarità

Sia per la scelta del metodo di calcolo, sia per la valutazione del fattore di struttura adottato, deve essere effettuato il controllo della regolarità della struttura.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La tabella seguente riepiloga, per la struttura in esame, le condizioni di regolarità in pianta ed in altezza soddisfatte.

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze	SI
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto è inferiore a 4	SI
Almeno una dimensione di eventuali rientri o sporgenze non supera il 25 % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione	SI
I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	SI

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti verticali dell'edificio (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza dell'edificio	SI
Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla cima dell'edificio (le variazioni di massa da un piano all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si abbassa da un piano al sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	SI
Il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo nelle strutture intelaiate progettate in Classe di Duttività Bassa non è significativamente diverso per piani diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta calcolata ad un generico piano non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro piano); può fare eccezione l'ultimo piano di strutture intelaiate di almeno tre piani	SI
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio avvengono in modo graduale da un piano al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni piano il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo piano, né il 20% della dimensione corrispondente al piano immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	SI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La rigidezza è calcolata come rapporto fra il taglio complessivamente agente al piano e , spostamento relativo di piano (Il taglio di piano è la sommatoria delle azioni orizzontali agenti al di sopra del piano considerato).

La struttura è pertanto: **REGOLARE** in pianta ed in altezza

7.1.7 Classe di duttilità

La classe di duttilità è rappresentativa della capacità dell'edificio in cemento armato di dissipare energia in campo anelastico per azioni cicliche ripetute.

Le deformazioni anelastiche devono essere distribuite nel maggior numero di elementi duttili, in particolare le travi, salvaguardando in tal modo i pilastri e soprattutto i nodi travi pilastro che sono gli elementi più fragili.

Il D.M. 14-1-2008 definisce due classi di duttilità:

- CD"A" (Alta) - sotto l'azione sismica di progetto la struttura si trasforma in un meccanismo dissipativo ad elevata capacità;
- CD"B" (Bassa) - tutti gli elementi strutturali devono possedere una soglia minima di duttilità.

La struttura in esame è stata progettata in classe di duttilità BASSA.

7.1.8 Spettri di Progetto per S.L.U. e S.L.D.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il suolo di fondazione di categoria C, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Spettro	S	T _B	T _C	T _D
Orizzontale	1.25	0.15	0.50	2.00
Verticale	1.00	0.05	0.15	1.00

Per la definizione degli spettri di risposta, oltre all'accelerazione a_g al suolo (dipendente dalla classificazione sismica del Comune) occorre determinare il Fattore di Struttura q .

Il Fattore di struttura q è un fattore riduttivo delle forze elastiche introdotto per tenere conto delle capacità dissipative della struttura che dipende dal sistema costruttivo adottato, dalla Classe di Duttilità e dalla regolarità in altezza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

L'edificio è stato progettato per appartenere alla Classe 2.

Per la struttura in esame sono stati determinati i seguenti valori:

Stato Limite Ultimo

Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione X: 3.08

Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione Y: 3.08

Fattore di Struttura q per sisma verticale: 3.08

Stato Limite di Danno

Fattore di riduzione dello spettro elastico per sisma orizzontale e verticale: 2,50

7.2 Metodo di Analisi

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi lineare statica, ai sensi dell'art. 7.3.2 delle NTC.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi verticali, orizzontali non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche.

Il calcolo è stato effettuato mediante un foglio di calcolo per le principali componenti strutturali (travi, pilastri, solette).

Si è tenuto conto delle deformabilità assiali, taglianti e flessionali degli elementi monodimensionali; pareti, setti, solette sono stati correttamente schematizzati tramite elementi finiti a tre/quattro nodi con comportamento sia a piastra che a lastra.

Sono stati considerati sei gradi di libertà per nodo; in ogni nodo della struttura sono state applicate le forze sismiche derivanti dalle masse circostanti.

Le sollecitazioni derivanti da tali forze sono state poi combinate con quelle derivanti dagli altri carichi come prima specificato.

7.3 Combinazione delle componenti dell'azione sismica

Il sisma viene convenzionalmente considerato come agente separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate; per tenere conto che nella realtà il moto del terreno durante l'evento sismico ha direzione casuale e in accordo con le prescrizioni normative, per ottenere l'effetto complessivo del sisma, a partire dagli effetti delle direzioni calcolati separatamente, si è provveduto a sommare i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.4 Eccentricità accidentali

Per valutare le eccentricità accidentali, previste in aggiunta all'eccentricità effettiva sono state considerate condizioni di carico aggiuntive ottenute applicando l'azione sismica nelle posizioni del centro di massa di ogni piano ottenute traslando gli stessi, in ogni direzione considerata, di una distanza pari a +/- 5% della dimensione massima del piano in direzione perpendicolare all'azione sismica.

7.5 MODELLO DI CALCOLO

7.5.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La struttura è stata idealizzata come combinazione di telai piani iperstatici. Tale modellazione ha permesso lo studio dei singoli elementi (soletta, travi, pilastri, platea), tenendo conto dell'analisi dei carichi suessposta.

7.6 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti sulle membrature (travi, pilastri, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

7.7 Stato Limite Ultimo

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot \gamma_{EGj} \cdot G_{Kj}) + \gamma_{Q1} \cdot \gamma_{EQ1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot \gamma_{EQi} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (\gamma_{Ph} \cdot \gamma_{EPH} \cdot P_{kh})$$

dove:

G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente

P_{kh} rappresenta il valore caratteristico della h-esima deformazione impressa

Q_{kl} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione.

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;

ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le differenti combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$\gamma_E \cdot E + \gamma_G \cdot G_K + \gamma_P \cdot P_K + \sum_i \psi_{2i} \cdot \gamma_Q \cdot Q_{Ki}$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

G_k il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k il valore caratteristico delle azioni da precompressione;

ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i .

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i ;

$\gamma_E, \gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ coefficienti parziali pari ad 1.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{Ki})$$

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

Destinazione d'uso	$\psi_{2,i}$
Abitazioni, Uffici, Scale	0.30
Uffici aperti al pubblico, Scuole, Negozi, Autorimesse	0.60
Tetti e Coperture	0.20
Magazzini, Archivi	0.80

Le massime sollecitazioni sul terreno sono state calcolate con riferimento alle istruzioni contenute al punto 7.2.5.2. ed applicando ai parametri meccanici (coesione, angolo d'attrito) i coefficienti parziali di riduzione riportati in tabella 7.2.1

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei "Tabulati di calcolo" in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

Per quanto riguarda le fondazioni esse sono state calcolate secondo i due Stati Limite Ultimi di tipo geotecnica (GEO) e di tipo strutturale (STRU) con verifiche su: collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, collasso per scorrimento sul piano di posa, stabilità globale, raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

7.8 Stato Limite di Danno

L'azione sismica, ottenuta dallo spettro di progetto per lo Stato Limite di Danno, è stata combinata con le altre azioni mediante una relazione del tutto analoga alla precedente:

$$\gamma_E \cdot E + \gamma_G \cdot G_K + \gamma_P \cdot P_K + \sum_i \psi_{2i} \cdot \gamma_Q \cdot Q_{Ki}$$

dove:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

E azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

G_k il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k il valore caratteristico delle azioni da precompressione;

ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i .

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i ;

$\gamma_E, \gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ coefficienti parziali pari ad 1.

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{Ki})$$

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

Destinazione d'uso	$\psi_{2,i}$
Abitazioni, Uffici, Scale	0.30
Uffici aperti al pubblico, Scuole, Negozi, Autorimesse	0.60
Tetti e Coperture	0.20
Magazzini, Archivi	0.80

7.9 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 5.1.2.2.2. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- combinazione frequente

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot \gamma_{EGj} \cdot G_{Kj}) + \psi_{11} \cdot \gamma_{Q1} \cdot \gamma_{EQ1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot \gamma_{EQi} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (\gamma_{Ph} \cdot \gamma_{EPH} \cdot P_{kh})$$

- combinazione quasi permanente

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot \gamma_{EGj} \cdot G_{Kj}) + \psi_{21} \cdot \gamma_{Q1} \cdot \gamma_{EQ1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot \gamma_{EQi} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (\gamma_{Ph} \cdot \gamma_{EPH} \cdot P_{kh})$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	sfavorevoli alla sicurezza	favorevoli alla sicurezza
Y_{Gi}	1.0	0.9
Y_{Qi}	1.0	0
Y_{Ph}	1.0	0.9

Y_{EGi}	1
Y_{EQi}	definiti dalla norme relative alle diverse azioni variabili
Y_{EPH}	1

Ai coefficienti ψ_{1i} , ψ_{2i} sono attribuiti i seguenti valori:

Azione	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Carichi variabili nei fabbricati per abitazione ed uffici	0.5	0.3
Negozi, uffici aperti al pubblico ed autorimesse	0.7	0.6
Magazzini, depositi	0.9	0.8
Vento	0.2	0
Neve	0.3	0.1
Altre Azioni	1.0	1.0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento (trave, pilastro etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente", "Frequente" e "Rara".

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

7.10 Progetto e Verifica degli elementi strutturali

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni in base al D.M. 14-01-2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma (nel caso più semplice si hanno altre quattro combinazioni, nel caso più complesso una serie di altri valori);
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.;
- i pilastri vengono verificati secondo il metodo dello stato limite di equilibrio facendo variare il posizionamento dell'asse neutro.

7.11 VERIFICA DELLE SEZIONI

Per sintesi si allegano i tabulati di calcolo .

Resta inteso che il dimensionamento della struttura in questa fase di progettazione, andrà affinato nella fase di progettazione successiva.

7.12 PRESCRIZIONI FINALI

Tutte le misure riportate nella presente relazione si intendono prescrittive e in caso dubbio, prevalgono rispetto a quanto individuato sul progetto architettonico.

Le tipologie degli elementi si intendono prescrittive.

Eventuali modifiche di dettaglio devono essere sottoposte per approvazione alla Direzione Lavori.

In corrispondenza delle estremità dei pilastri e delle travi per una distanza pari al doppio della dimensione trasversale maggiore si necessita infittimento delle staffe secondo le prescrizioni del

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

calcolo sismico.

Nei casi ove è previsto l'uso di strutture prefabbricate, il prefabbricatore è tenuto a sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori il progetto costruttivo generale di tutti gli elementi da fornire, inclusa revisione dei calcoli strutturali in funzione delle tipologie fornite. Lo stesso è tenuto a sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori progetto dettagliato completo di tutti i particolari costruttivi e tecnologici quali, ad esempio ma non esclusivamente: distanziatori giunzioni, dispositivi di centraggio, innesti dei pilastri, giunti vari. Ogni elemento prefabbricato deve avere sufficiente armatura di richiamo per la realizzazione in opera dei nodi strutturali indicati.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

ALLEGATO: TABELLE DI CALCOLO STATICO DELLE SEZIONI PRINCIPALI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> 2

RESISTENZE DI PROGETTO

CLS	25 kN/m ²										
γ_{CLS}	travi principali e tegoli					travi secondarie					
R_{ck}	55	50	49	45	40	37	35	32	30 MPa		
f_{ctm}	3.904860803	3.664463782	3.615439935	3.415902	3.157939	2.998	2.888966	2.721429	2.606821 MPa		
f_{cfm}	4.685832964	4.397356539	4.338527923	4.099083	3.789527	3.5976	3.466759	3.265715	3.128186 MPa		
E_c	42272.33138	40305.08653	39900	38236.76	36049.97	34671.75	33721.65	32244.07	31220.19 MPa		
$\sigma_{c,amm}$	16	14.75	14.5	13.5	12.25	11.5	11	10.25	9.75 MPa		
τ_{c0}	0.933333333	0.866666667	0.853333333	0.8	0.733333	0.693333	0.666667	0.626667	0.6 MPa		
τ_{c1}	2.542857143	2.4	2.371428571	2.257143	2.114286	2.028571	1.971429	1.885714	1.828571 MPa		
γ_c	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
f_{ck}	45.65	41.5	40.67	37.35	33.2	30.71	29.05	26.56	24.9 MPa		
f_{cd}	28.53125	25.9375	25.41875	23.34375	20.75	19.19375	18.15625	16.6	15.5625 MPa		
f_{cd}^*	24.2515625	22.046875	21.6059375	19.84219	17.6375	16.31469	15.43281	14.11	13.22813 MPa		
f_{ctm}	3.904860803	3.664463782	3.615439935	3.415902	3.157939	2.998	2.888966	2.721429	2.606821 MPa		
f_{ctk}	2.733402562	2.565124648	2.530807955	2.391132	2.210557	2.0986	2.022276	1.905001	1.824775 MPa		
f_{ctd}	1.708376601	1.603202905	1.581754972	1.494457	1.381598	1.311625	1.263923	1.190625	1.140484 MPa		
ACCIAIO ARMONICO			ACCIAIO LENTO (FeB 44 K)				T				
area trefolo	0.000139 m ²		γ_s				σ_{cc}		σ_{ct}		σ_c
$\phi_{trefolo}$	13.30339418 mm		1.15				[MPa]		[MPa]		
f_{ptk}	1860 MPa		f_{yk}				26.4		-4.4		
f_{p1k}	1670 MPa		$\sigma_{s,amm}$				0 pretese		-2.2 senza armatura lenta		
f_{ptd}	1617.391304 MPa		σ_{slp}				Eserc.		-3.3		
f_{p1d}	1452.173913 MPa		E_s				Eserc. pre		-1.65 senza armatura lenta		
σ_{sp}	1116 MPa		206000 MPa				principale		13.2		1.1 niente taglio
σ_{sspi}	1503 MPa		n								
E_{sp}	200000 MPa		f_{sd}								
m	4.731227105		373.913 MPa								
α	0.9		ϵ_{sy}								
β	0.75		0.001815								
γ	0.35		ϵ_{su}								
δ	0.6		0.01								
TERRENO			ϵ_{cu}								
σ_t	0.936 MPa		0.002								
σ_{td}	0.216 MPa		0.0035								

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

ANALISI DEI CARICHI

CARICHI VARIABILI

Neve

zona	II	
a_s		10 m
q_{sk}		1 kN/m ²
μ		0.8
q_s		0.8 kN/m ²

Vento

Zona		4
rugosità		B
Cat. esposizione		I
<i>Pressione</i>		
a_s		10 m s.l.m.
a_0		500 m s.l.m.
k_a		0.02
$V_{b,0}$		28 m/s
V_b		28 m/s
q_{ref}		490 N/m ²
k_r		0.17
Z		6.25 m
Z_0		0.01 m
Z_{min}		2 m
C_t		1
C_e	2.500107	
C_d		1
	C_p	q_f
		kN/m ²
sopravvento	0.8	0.980042
sottovento	-0.4	-0.49002
laterale	-0.7	-0.85754
interno	0	0

Peso proprio

γ_c	25 kN/m ³
------------	----------------------

Altri variabili

q_v	
Copertura accessibile	2 kN/m ²
p_a	
Copertura non accessibile	
p_n	0.5 kN/m ²

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
FABBRICATI TECNOLOGICI – RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> SS0976_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CARICHI

Altri variabili			
Cat.		2	
affollamento			
p		3 kN/m ²	
Cat.		7	
copertura non accessibile			
p		0.5 kN/m ²	
Carichi tetto			
Elemento	Spessore (Peso Unit.	Peso Totale (kN/m ²)
Pavimento	2	27	0.54
Malta d'allettamento	2	21	0.42
Massetto di diffusione ca	4	24	0.96
Massetto d'alleggeriment	5	14	0.7
Soletta strutturale	25	25	6.25
Intonaco	2	20	0.4
Controtetto in lamiera e c	----	----	3
Totale Permanente			12.27
Sovraccarico variabile	----	----	0.5
Carico Totale (Permanente + Accidentale)			12.77
Carichi soletta			
Elemento	Spessore (Peso Unit.	Peso Totale (kN/m ²)
Pavimento	2	27	0.54
Malta d'allettamento	2	21	0.42
Massetto di diffusione ca	4	24	0.96
Massetto d'alleggeriment	15	14	2.1
Soletta strutturale	25	25	6.25
Intonaco	2	20	0.4
Murature eq. Distribuito	----	----	1.5
Totale Permanente			12.17
Sovraccarico variabile	----	----	3
Carico Totale (Permanente + Accidentale)			15.17

FABBRICATO TECNOLOGICO

SOLETTA

QUOTA 6.25 TRAVE

SOLUZIONE STATICA

Dimensioni		Carichi		SLE		
		SLU	rara	freq.	semiperm.	
l_1	4 m	γ_g	1.4	1	1	1
l_2	4 m	γ_q	1.5	1	1	1
s influenz.ε	1 m	p.p.	7.5			kN/m
s influenz.k	1 m	perm.	4.77			kN/m ²
a	0.3 m	solaio 1	4.77			kN/m ²
b	1 m	solaio 2	4.77			kN/m ²
copriferro	0.03 m	p	19.08			kN/m
Materiali		G_k	26.58	26.58	26.58	26.58 kN/m
γ_{CLS}	25 kN/m ³	q_n	0.8	0.8	0.8	0.8 kN/m ²
R_{ck}	40 MPa	variabili	0.5	0.5	0.6	0.3
f_{yk}	430 MPa	ψ	0.7	0.7	0	0
E_c	36049.965 MPa	q_k	1.15	1.15	0.48	0.24 kN/m ²
E_s	206000 MPa	Q_k	2.3	2.3	0.96	0.48 kN/m
n	15	F_d	40.662	28.88	27.54	27.06 kN/m
γ_c	1.6	X	-81.324	-57.76	-55.08	-54.12 kNm
γ_s	1.15	R	101.655	72.2	68.85	67.65 kN
f_{sd}	373.91304 MPa	S	121.986	86.64	82.62	81.18 kN
f_{ck}	33.2 MPa	T	101.655	72.2	68.85	67.65 kN
f_{cd}	20.75 MPa					
f_{cd}^*	17.6375					
ϵ_{sy}	0.0018151					
ϵ_{su}	0.01					
ϵ_{co}	0.002					
ϵ_{cu}	0.0035					
f_{ctm}	3.1579392 MPa					
f_{ctk}	2.2105574 MPa					
f_{ctd}	1.3815984 MPa					

appoggio 1

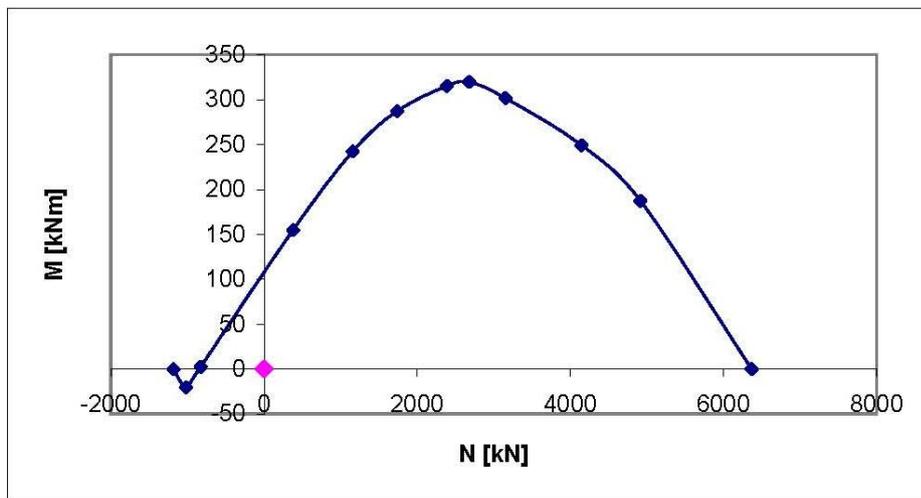
M	0	0	0	0 kNm
N	0	0	0	kN
T	101.655	72.2	68.85	67.65 kN

σ_c	0	0	0 MPa	OK!!
σ_s	0	0	MPa	OK!!

V_{Rduc}	1680.75	OK!!
V_{Rdust}		

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃	
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	0	0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s	0.3	0.3	0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α	90	90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8	8	8	8 mm
comp. 2	4	12	0.0004524	0.042	A	5.0265E-05	5.0265E-05	5.0265E-05	m ²
comp. medio			0.0015834	0.0334286	V_{Rdust}	258.833873	258.833873	258.833873	

h_0	0.132 m	i	0.0911111
f	0.040715 m		OK!!
y	0.0706694 m		
z	0.2438614 m		
J_{id}	0.0008246 m ⁴		



mezzeria

X₁ 2.5 m da 1

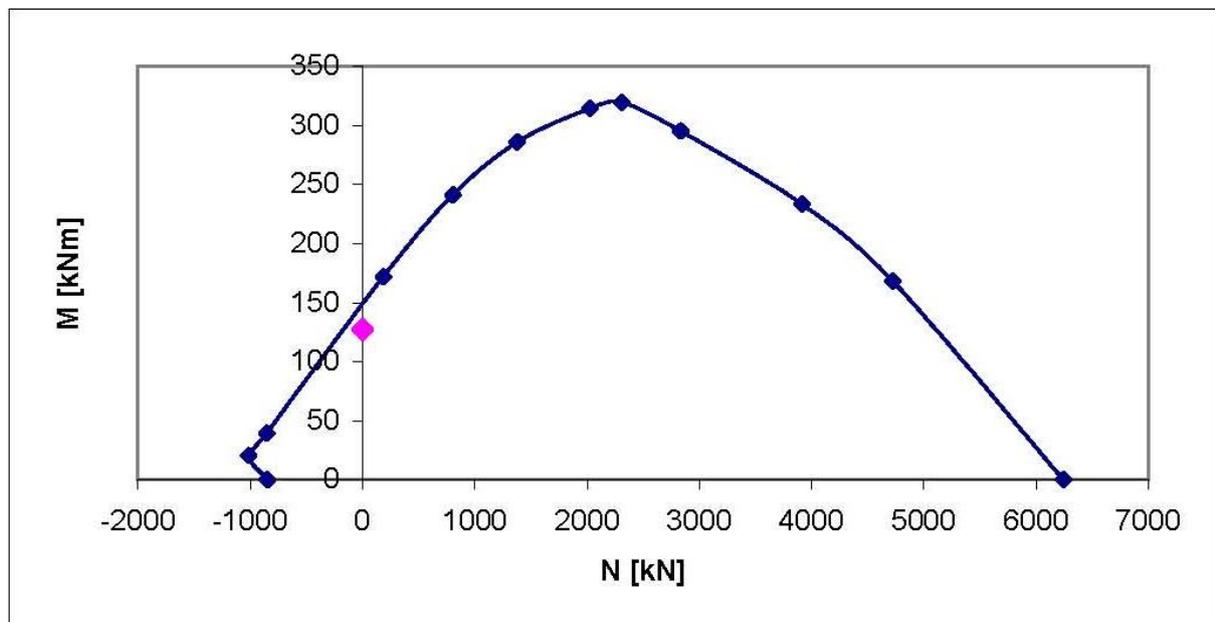
M	127.06875	90.25	86.0625	84.5625 kNm
N	0	0		kN
T	0	0	0	0 kN

σ_c	7.7342403	7.3753801	7.2468332	MPa	OK!!
σ_s	239.1023			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1659.4071	OK!!
-------------------	-----------	------

V _{Rdustl}						
acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	m
teso 2	4	12	0.0004524	0.258	s	0.3
teso medio			0.0015834	0.2665714	α	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.02655E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V _{Rdust}	258.8338729
fibres tese sotto						
h ₀	0.168 m			i	0.0911111	OK!!

f	0.040715 m
y	0.0831315 m
z	0.2383873 m
J _{id}	0.0010386 m ⁴



appoggio 2 verso 1

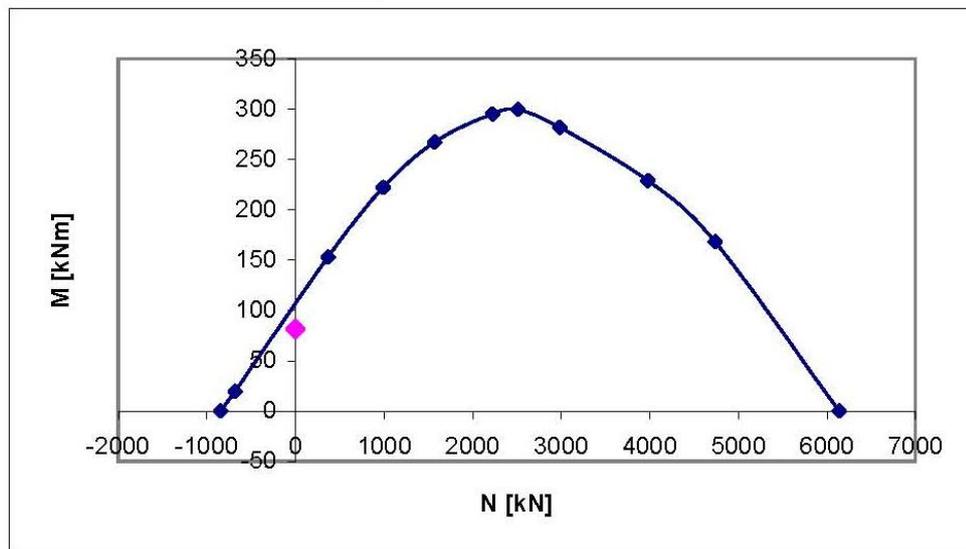
M	-81.324	-57.76	-55.08	-54.12 kNm
N	0	0		kN
T	-60.993	-43.32	-41.31	-40.59 kN

σ_c	4.949914	4.720243	4.637973 MPa	OK!!
σ_s	208.8162		MPa	OK!!

V_{Rduc}	1680.75	OK!!
------------	---------	------

V_{Rdust}								
acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s	0.3	0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α	90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8	8	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339
fibre tese sopra								
h ₀	0.15 m			i	0.091111	OK!!	OK!!	OK!!

f	0.033929 m
y	0.072513 m
z	0.244574 m
J _{id}	0.000819 m ⁴



appoggio 2 verso 3

M	-81.324	-57.76	-55.08	-54.12	kNm
N	0	0			kN
T	60.993	43.32	41.31	40.59	kN

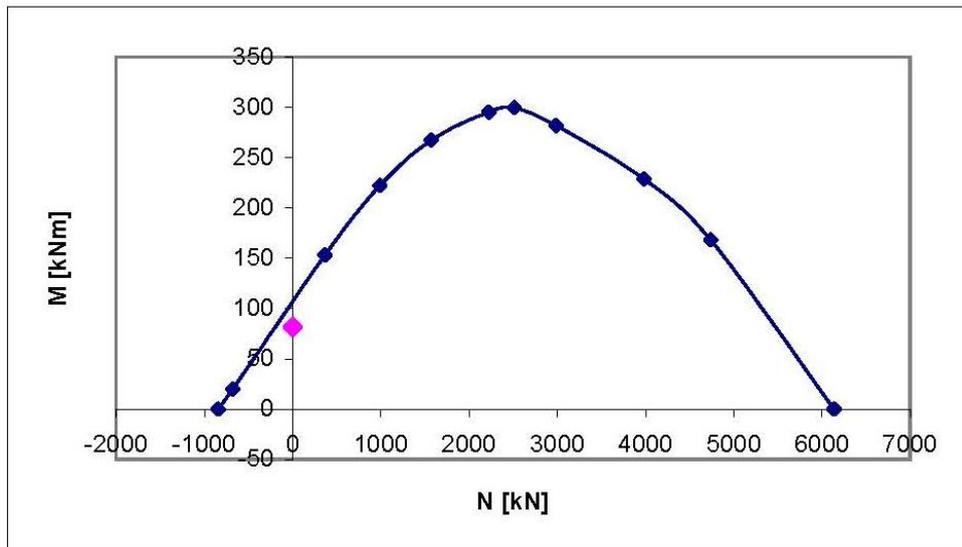
σ_c	4.949914	4.720243	4.637973	MPa	OK!!
σ_s	208.8162			MPa	OK!!

V_{Rduc}	1680.75	OK!!
------------	---------	------

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃	
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l		0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s		0.3	0.3	0.3
\$			0.001131	0.27	α		90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ		8	8	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05	m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339	

fibres tese sopra

h_0	0.15 m	i	0.091111
f	0.033929 m		OK!!
y	0.072513 m		
z	0.244574 m		
J_{id}	0.000819 m ⁴		



mezzeria 2-3

X₁ 2.5 m da 3

M	127.0688	90.25	86.0625	84.5625 kNm
N	0	0		kN
T	0	0	0	0 kN

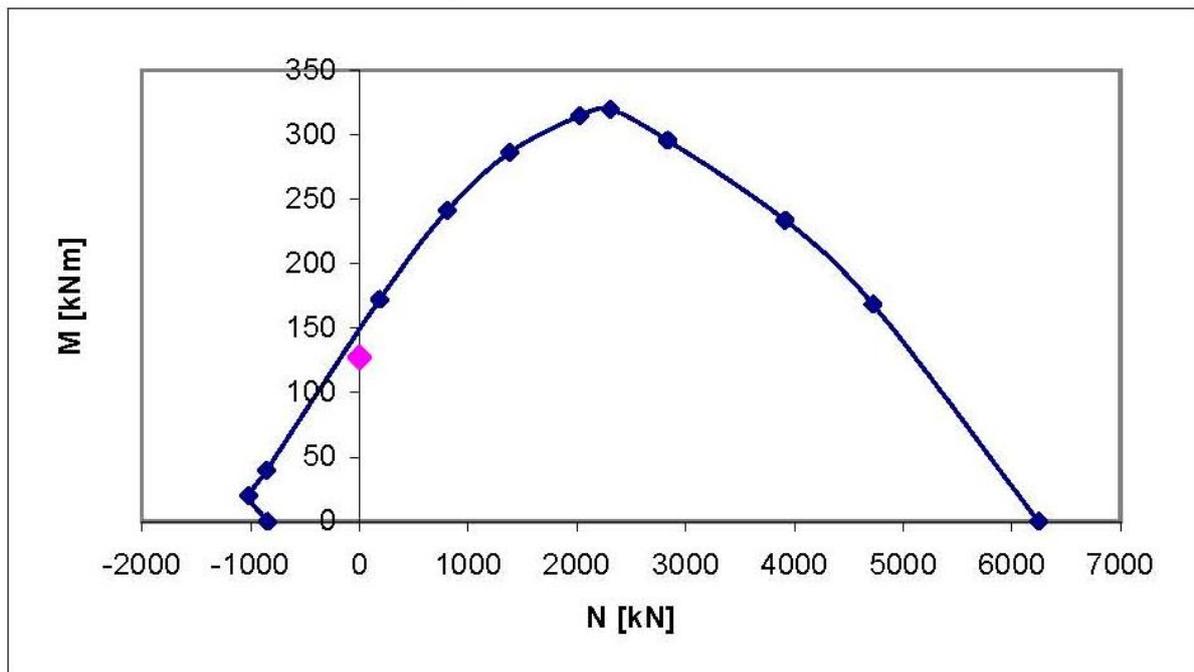
σ_c	7.73424	7.37538	7.246833 MPa	OK!!
σ_s	239.1023		MPa	OK!!

V _{Rduc}	1659.407	OK!!
V _{Rdust}		

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	m
teso 2	4	12	0.000452	0.258	s	0.3
teso medio			0.001583	0.266571	α	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V _{Rdust}	258.8339

fibre tese sotto

h ₀	0.168 m	i	0.091111
f	0.040715 m		OK!!
y	0.083132 m		
z	0.238387 m		
J _{id}	0.001039 m ⁴		



appoggio 3 verso 2

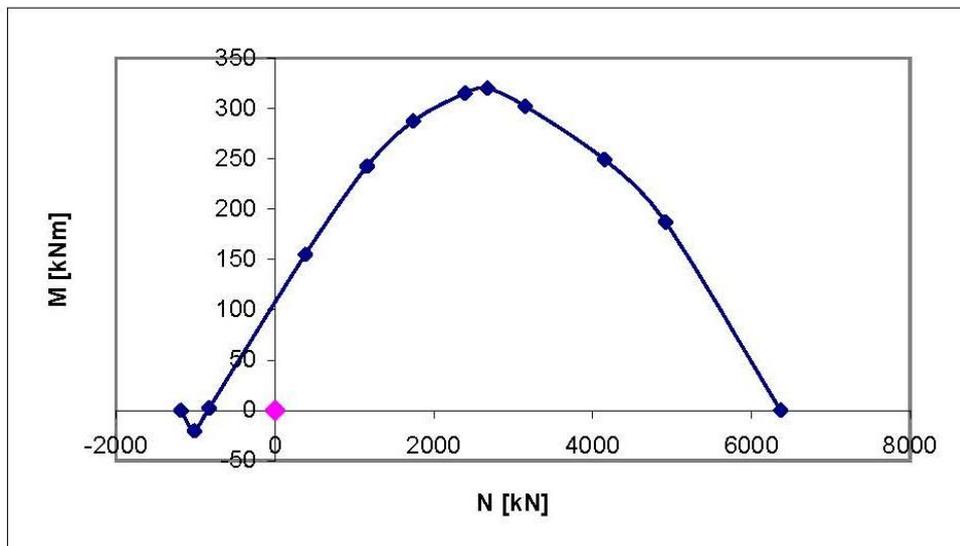
M	0	0	0	0 kNm
N	0	0		kN
T	101.655	72.2	68.85	67.65 kN

σ_c	0	0	0 MPa	OK!!
σ_s	0		MPa	OK!!

V_{Rduc}	1680.75	OK!!
V_{Rdust}		

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l		0	0
teso 2	0	12	0	0.258	s		0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α		90	90
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ		8	8
comp. 2	4	12	0.000452	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05
comp. medio			0.001583	0.033429	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339

h_0	0.132 m	i	0.091111
f	0.040715 m		OK!!
y	0.070669 m		
z	0.243861 m		
J_{id}	0.000825 m ⁴		



FABBRICATO TECNOLOGICO

SOLETTA QUOTA 6.25 TRAVE SOLUZIONE SISMICA

Dimensioni		Carichi		SLU		SLE	
				rara	freq.	semiperm.	
l_1	4 m	γ_G	1	1	1	1	1
l_2	4 m	γ_Q	1	1	1	1	1
s influenz.a	1 m	γ_E	1	1	1	1	1
s influenz.k	1 m	p.p.	7.5				kN/m
a	0.3 m	perm.	4.77				kN/m ²
b	1 m	solaio 1	4.77				kN/m ²
copriferro	0.03 m	solaio 2	4.77				kN/m ²
Materiali		p	19.08				kN/m
γ_{CLS}	25 kN/m ³	G_k	26.58	26.58	26.58	26.58	kN/m
R_{ck}	40 MPa	q_n	0.8	0.8	0.8	0.8	kN/m ²
f_{yk}	430 MPa			1	0.6	0.3	
E_c	36049.965 MPa	variabili	0.5	0.5	0.5	0.5	kN/m ²
E_s	206000 MPa	ψ	0.7	0.7	0	0	
n	15	q_k	1.15	1.15	0.48	0.24	kN/m ²
γ_c	1.6	Q_k	2.3	2.3	0.96	0.48	kN/m
γ_s	1.15	E	16.668113	16.668113	16.66811	16.668113	kN/m
f_{sd}	373.91304 MPa	F_d	45.548113	28.88	27.54	27.06	kN/m
f_{ck}	33.2 MPa	X	-91.09623	-57.76	-55.08	-54.12	kNm
f_{cd}	20.75 MPa	R	113.87028	72.2	68.85	67.65	kN
f_{cd}^*	17.6375	S	136.64434	86.64	82.62	81.18	kN
ε_{sy}	0.0018151	T	113.87028	72.2	68.85	67.65	kN
ε_{su}	0.01						
ε_{cu}	0.002						
ε_{cu}	0.0035						
f_{ctm}	3.1579392 MPa						
f_{ctk}	2.2105574 MPa						
f_{ctd}	1.3815984 MPa						

appoggio 1

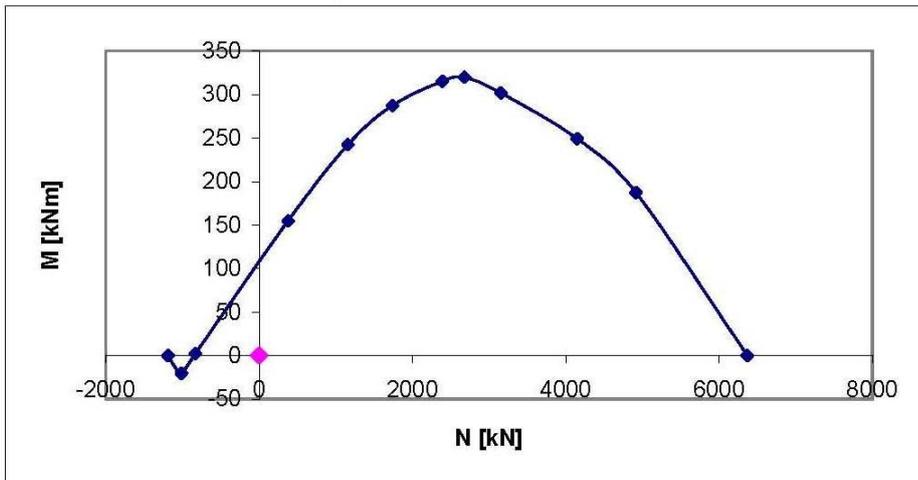
M	0	0	0	0 kNm
N	0	0		kN
T	113.87028	72.2	68.85	67.65 kN
σ_c		0	0	0 MPa
σ_s		0		MPa

V_{Rduc} 1680.75 OK!!

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l		0	0
teso 2	0	12	0	0.258	s		0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α		90	90
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ		8	8
comp. 2	4	12	0.0004524	0.042	A	5.02655E-05	5.02655E-05	5.02655E-05
comp. medio			0.0015834	0.0334286	V_{Rdust}	258.8338729	258.8338729	258.8338729

h_0	0.132 m	i	0.0911111
f	0.040715 m		OK!!
y	0.0706694 m		
z	0.2438614 m		
J_{id}	0.0008246 m ⁴		



mezzeria

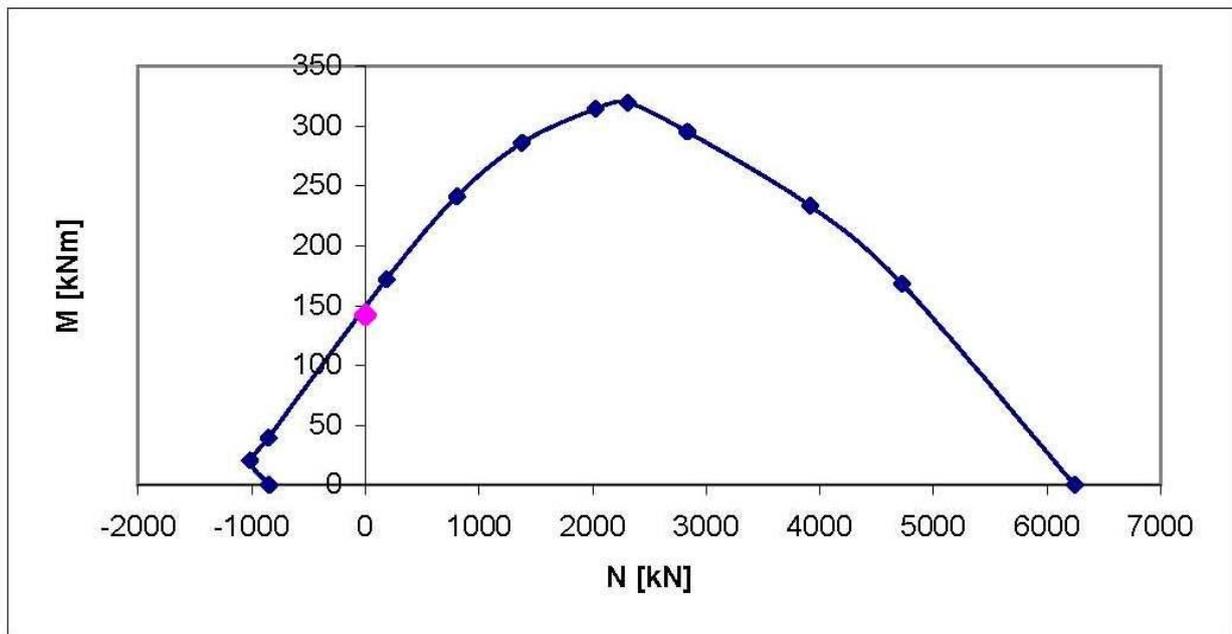
X1 2.5 m da 1

M	142.33785	90.25	86.0625	84.5625 kNm
N	0	0		kN
T	0	0	0	0 kN

σ_c	7.7342403	7.3753801	7.2468332 MPa	OK!!
σ_s	239.1023		MPa	OK!!

V _{Rduc}	1659.4071	OK!!
-------------------	-----------	------

V _{Rdustl}						
acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	m
teso 2	4	12	0.0004524	0.258	s	0.3
teso medio			0.0015834	0.2665714	α	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.02655E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V _{Rdust}	258.8338729
fibre tese sotto						
h ₀	0.168 m			i	0.09111111	OK!!
f	0.040715 m					
y	0.0831315 m					
z	0.2383873 m					
J _{id}	0.0010386 m ⁴					



appoggio 2 verso 1

M	-91.09623	-57.76	-55.08	-54.12	kNm
N	0	0			kN
T	-68.32217	-43.32	-41.31	-40.59	kN

σ_c	4.949914	4.720243	4.637973	MPa	OK!!
σ_s	208.8162			MPa	OK!!

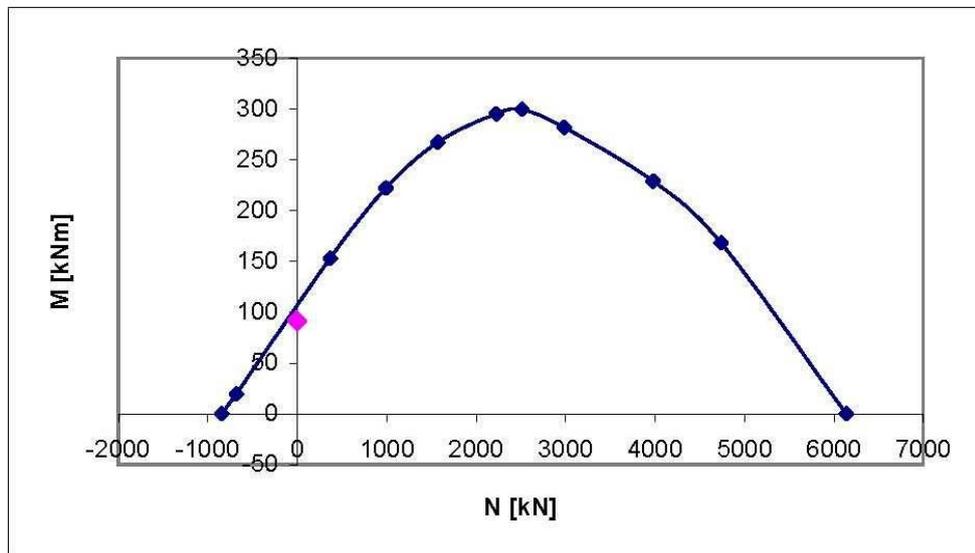
V_{Rduc}	1680.75	OK!!
------------	---------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s	0.3	0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α	90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8	8	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339

fibre tese sopra

h_0	0.15 m	i	0.091111
f	0.033929 m		OK!!
y	0.072513 m		
z	0.244574 m		
J_{id}	0.000819 m ⁴		



appoggio 2 verso 3

M	-91.09623	-57.76	-55.08	-54.12 kNm
N	0	0		kN
T	68.32217	43.32	41.31	40.59 kN

σ_c	4.949914	4.720243	4.637973 MPa	OK!!
σ_s	208.8162		MPa	OK!!

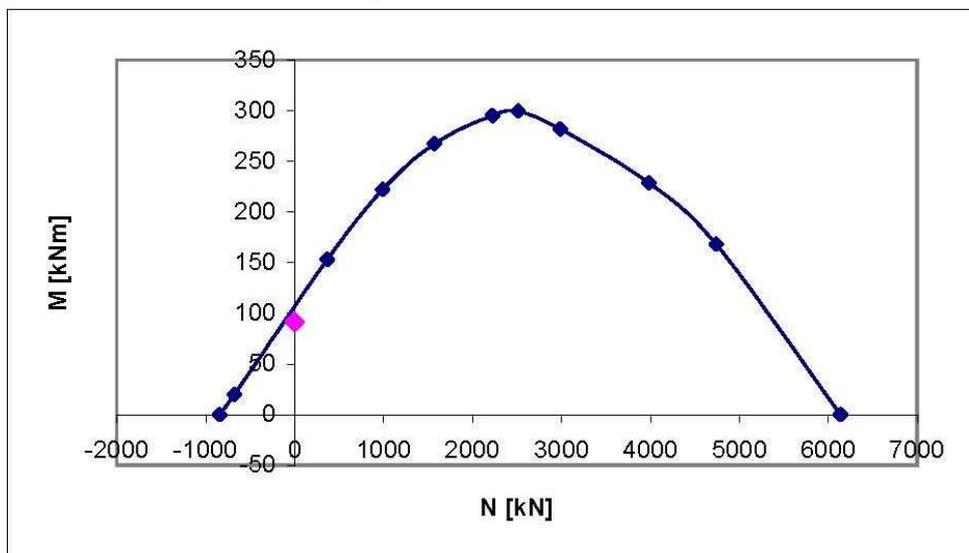
V_{Rduc}	1680.75	OK!!
------------	---------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃	
teso 1	10	12	0.001131	0.27	I		0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s		0.3	0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α		90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ		8	8	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05	m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339	

fibre tese sopra

h_0	0.15 m	i	0.091111
f	0.033929 m		OK!!
y	0.072513 m		
z	0.244574 m		
J_{id}	0.000819 m ⁴		



mezzeria 2-3

X₁ 2.5 m da 3

M	142.3379	90.25	86.0625	84.5625 kNm
N	0	0		kN
T	0	0	0	0 kN

σ_c	7.73424	7.37538	7.246833 MPa	OK!!
σ_s	239.1023		MPa	OK!!

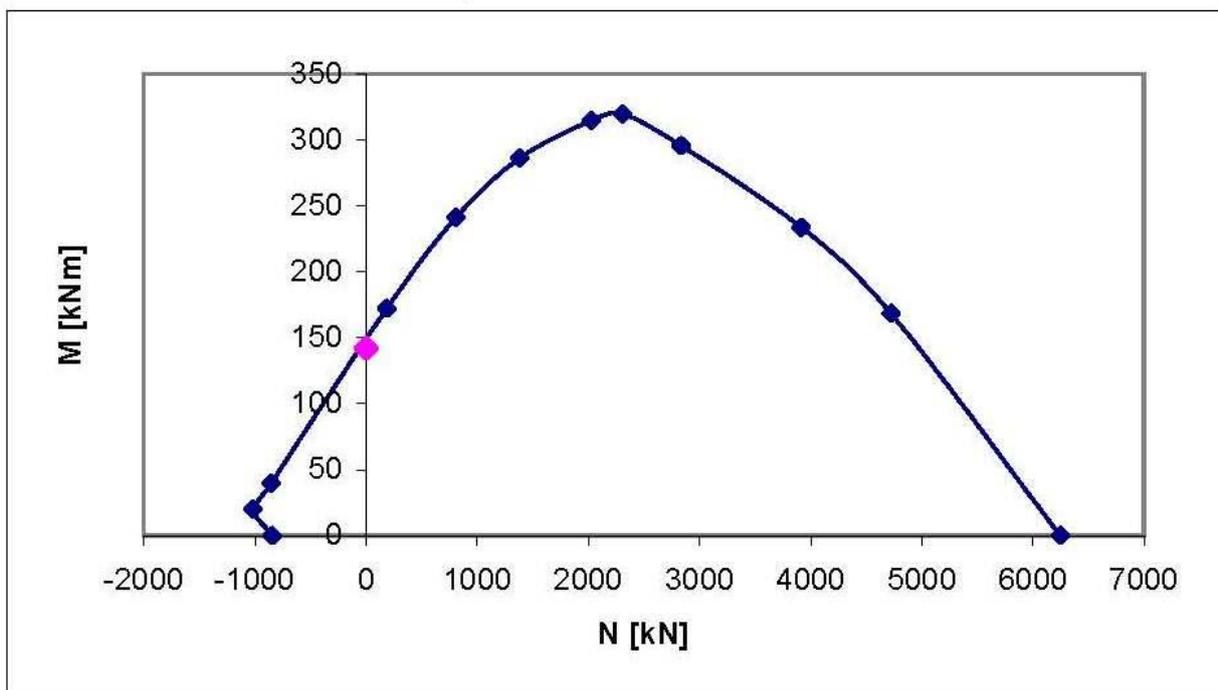
V _{Rduc}	1659.407	OK!!
-------------------	----------	------

V _{Rdusl}	
--------------------	--

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l	m
teso 2	4	12	0.000452	0.258	s	0.3
teso medio			0.001583	0.266571	α	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ	8 mm
comp. 2	0	12	0	0.042	A	5.03E-05 m ²
comp. medio			0.001131	0.03	V _{Rdust}	258.8339

fibre tese sotto	
h ₀	0.168 m
f	0.040715 m
y	0.083132 m
z	0.238387 m
J _{id}	0.001039 m ⁴

i	0.091111	OK!!
---	----------	------



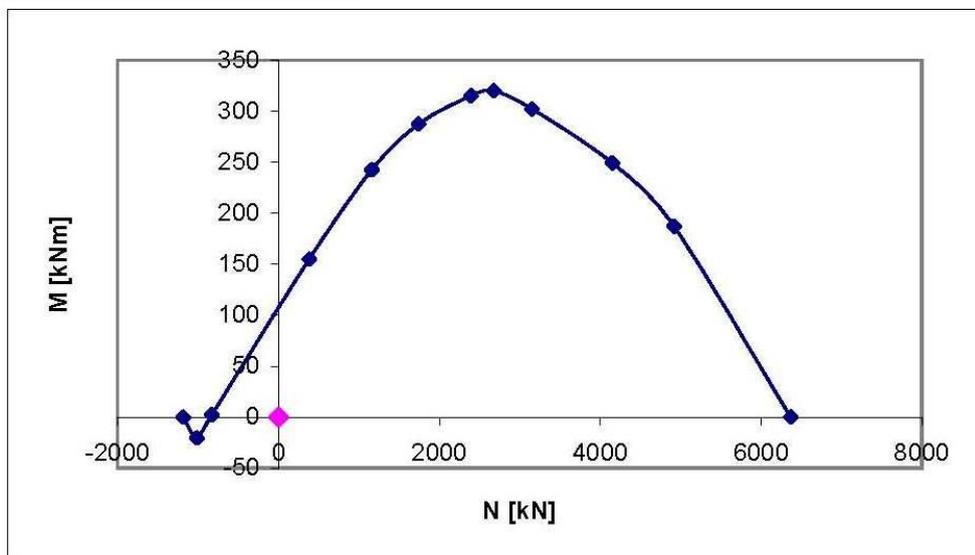
appoggio 3 verso 2

M	0	0	0	0 kNm	
N	0	0		kN	
T	113.8703	72.2	68.85	67.65 kN	
σ_c		0	0	0 MPa	OK!!
σ_s		0		MPa	OK!!

V_{Rduc}	1680.75	OK!!
V_{Rdust}		

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃	
teso 1	10	12	0.001131	0.27	l		0	0	2 m
teso 2	0	12	0	0.258	s		0.3	0.3	0.3
teso medio			0.001131	0.27	α		90	90	90 °
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	ϕ		8	8	8 mm
comp. 2	4	12	0.000452	0.042	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05	m ²
comp. medio			0.001583	0.033429	V_{Rdust}	258.8339	258.8339	258.8339	

h ₀	0.132 m	i	0.091111
f	0.040715 m		OK!!
y	0.070669 m		
z	0.243861 m		
J _{id}	0.000825 m ⁴		

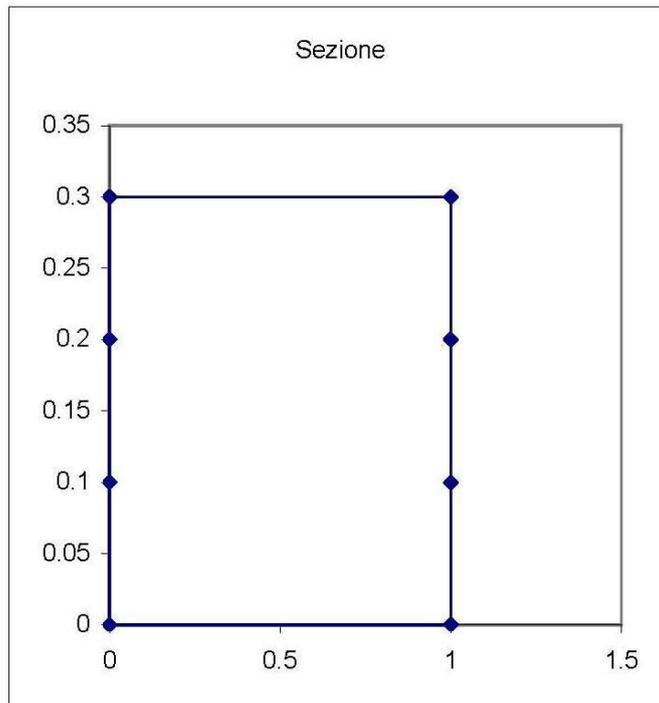


FABBRICATO TECNOLOGICO

SOLETTA QUOTA 6.25

SOLUZIONE STATICA

Dimensioni		Carichi		SLU		SLE		
				rara	freq.	semiperm.		
a ₁	0 m	γ _g	1.4	1	1	1	1	1
l ₁	6.9 m	γ _q	1.5	1	1	1	1	1
s influenz.	1 m	p.p.	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5 kN/m
		perm.	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77 kN/m ²
		p	4.77					kN/m
		G _k	<u>12.27</u>	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27 kN/m
		q _n	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8 kN/m ²
		variabili	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 kN/m ²
copriferro	0.03 m	ψ	0.7	0.7	0	0	0	0
Materiali		q _k	<u>1.15</u>	1.15	0.48	0.24	0.24	0.24 kN/m ²
γ _{CLS}	25 kN/m ³	Q _k	1.15	1.15	0.48	0.24	0.24	0.24 kN/m
R _{ck}	35 MPa	F _d	18.903	13.42	12.75	12.51	12.51	12.51 kN/m
f _{yk}	430 MPa							
E _c	33721.655 MPa							
E _s	206000 MPa							
n	15							
γ _c	1.6							
γ _s	1.15							
f _{sd}	373.91304 MPa							
f _{ck}	29.05 MPa							
f _{cd}	18.15625 MPa							
f _{cd} *	15.432813							
ε _{sy}	0.0018151							
ε _{su}	0.01							
ε _{c0}	0.002							
ε _{cu}	0.0035							
f _{ctm}	2.8889662 MPa							
f _{ctk}	2.0222763 MPa							
f _{ctd}	1.2639227 MPa							
H	0.3 m							
b ₁	1 m							
h ₁	0.1 m							
b _a	1 m							
h _a	0.1 m							
b ₂	1 m							
h ₂	0.1 m							
l ₁	0 m							
k ₁	0 m							
l ₂	0 m							
k ₂	0 m							
A	0.3 m ²							
S	0.045 m ³							
y _g	0.15 m							
J	0.00225 m ⁴							



appoggio

XP 0 m da

M	-74.9976525	53.24385	50.585625	49.633425	kNm
N	0	0			kN
T	65.21535	46.299	43.9875	43.1595	kN

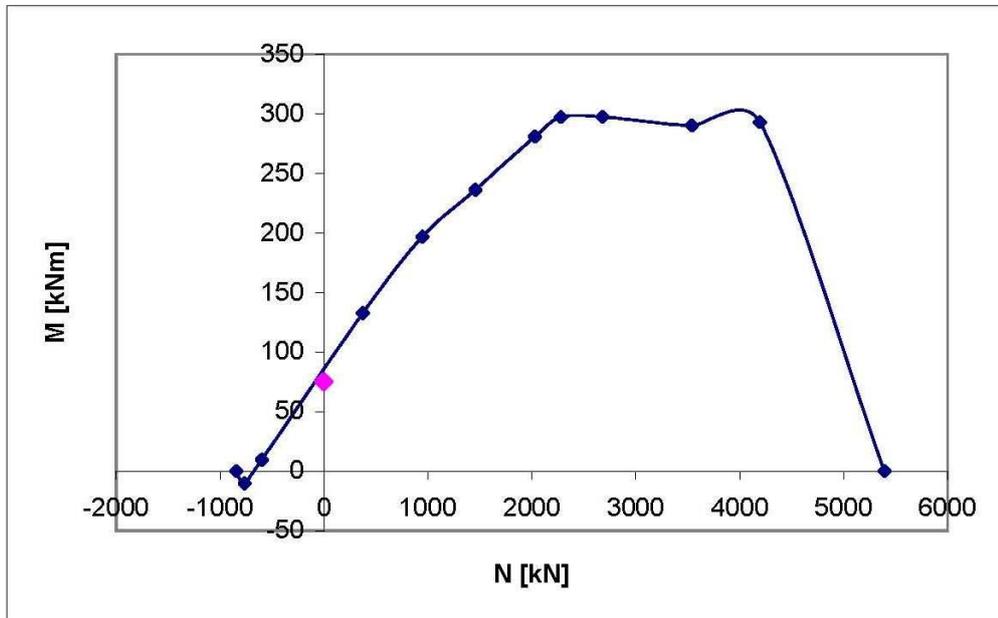
σ_c	1.2344545	1.1728238	1.1507471	MPa	OK!!
σ_s	57.473823			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1470.65625	OK!!
-------------------	------------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	8	12	0.0009048	0.27	n	1	1	1
teso 2	0	12	0	0.258	l	0	0	3.45 m
teso medio			0.0009048	0.27	s	0.3	0.3	0.3
comp. 1	10	12	0.001131	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	0	0	0.036	ϕ	8	8	8 mm
comp. medio			0.001131	0.03	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	239.7704	239.7704	239.7704
h _o	0.136666667	i		0.1205714		OK!!	OK!!	OK!!
f	0.030536281			OK!!				

y	0.065791534	m
z	1.023898729	m
J _{id}	0.002837686	m ⁴



mezzeria

X_i 3.45 m da

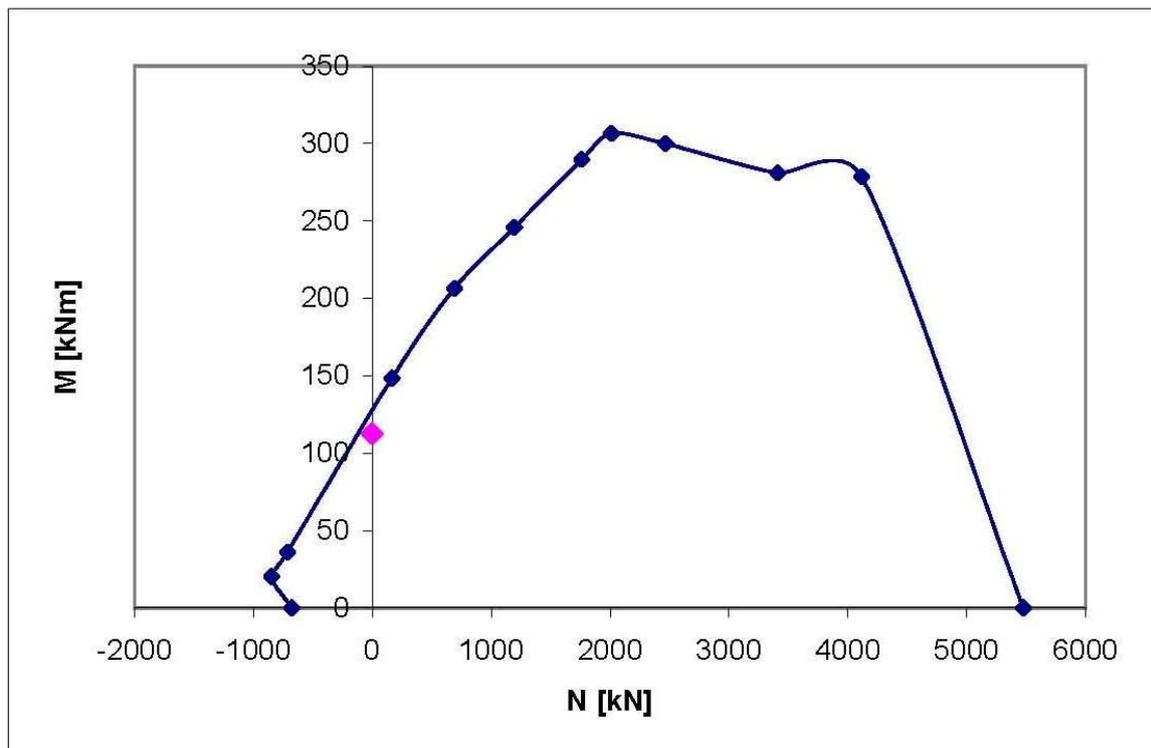
M	112.49648	79.865775	75.878438	74.450138	kNm
N	0	0			kN
T	0	0	0	0	kN

σ _c	1.8516818	1.7592357	1.7261206	MPa	OK!!
σ _s	75.096605			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1459.7625	OK!!
-------------------	-----------	------

V_{Rdust}

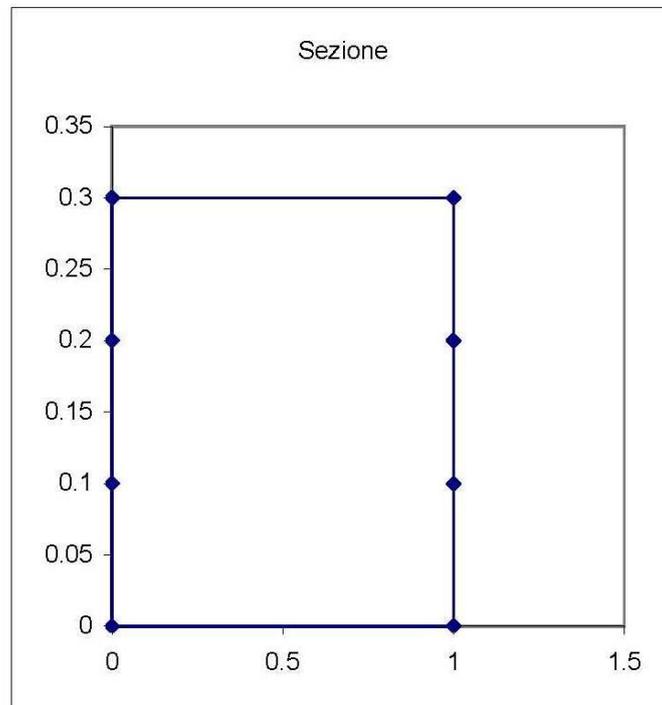
acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	10	12	0.001131	0.27	n	1
teso 2	2	12	0.0002262	0.258	l	m
teso medio			0.0013572	0.268	s	0.3
comp. 1	8	12	0.0009048	0.03	α	90 °
comp. 2	0	0	0	0.036	φ	8 mm
comp. medio			0.0009048	0.03	A	5.03E-05 m ²
fibre tese sotto					V _{Rdust}	237.9943
h _o	0.1728 m		i	0.0911111		
f	0.0339292 m			OK!!		
y	0.0795482 m			OK!!		
z	0.7836223 m					
J _{id}	0.0030063 m ⁴					



FABBRICATO TECNOLOGICO
SOLETTA QUOTA 6.25

SOLUZIONE SISMICA

Dimensioni		Carichi		SLU		SLE		
				rara	freq.	semiperm.		
a ₁	0 m	γ _G	1	1	1	1	1	1
l ₁	6.9 m	γ _Q	1	1	1	1	1	1
s influenz.	1 m	γ _E	1	1	1	1	1	1
		p.p.	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5 kN/m
		perm.	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77 kN/m ²
		p	4.77					kN/m
		G _k	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27 kN/m
		q _n	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8 kN/m ²
					1	0.6	0.3	
copriferro	0.03 m	variabili	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 kN/m ²
		ψ	0.7	0.7	0	0	0	
Materiali		q _k	1.15	1.15	0.48	0.24	0.24	kN/m ²
γ _{CLS}	25 kN/m ³	Q _k	1.15	1.15	0.48	0.24	0.24	kN/m
R _{ck}	40 MPa	E	57.5049908	57.5049908	57.50499	57.50499078	57.50499078	kN/m
f _{yk}	430 MPa	F _d	70.9249908	70.9249908	70.25499	70.01499078	70.01499078	kN/m
E _c	36049.965 MPa							
E _s	206000 MPa							
n	15							
γ _c	1.6							
γ _s	1.15							
f _{sd}	373.91304 MPa							
f _{ck}	33.2 MPa							
f _{cd}	20.75 MPa							
f _{cd} *	17.6375							
ε _{sy}	0.0018151							
ε _{su}	0.01							
ε _{c0}	0.002							
ε _{cu}	0.0035							
f _{ctm}	3.1579392 MPa							
f _{ctk}	2.2105574 MPa							
f _{ctd}	1.3815984 MPa							
H	0.3 m							
b ₁	1 m							
h ₁	0.1 m							
b _a	1 m							
h _a	0.1 m							
b ₂	1 m							
h ₂	0.1 m							
l ₁	0 m							
k ₁	0 m							
l ₂	0 m							
k ₂	0 m							
A	0.3 m ²							
S	0.045 m ³							
y _g	0.15 m							
J	0.00225 m ⁴							



appoggio

XP 0 m da

M	-281.3949009	281.3949	278.73668	277.78448	kNm	
N	0	0			kN	
T	244.6912182	244.69122	242.37972	241.55172	kN	
σ_c		7.6971893	7.6244771	7.5984309	MPa	OK!!
σ_s		188.29306			MPa	OK!!

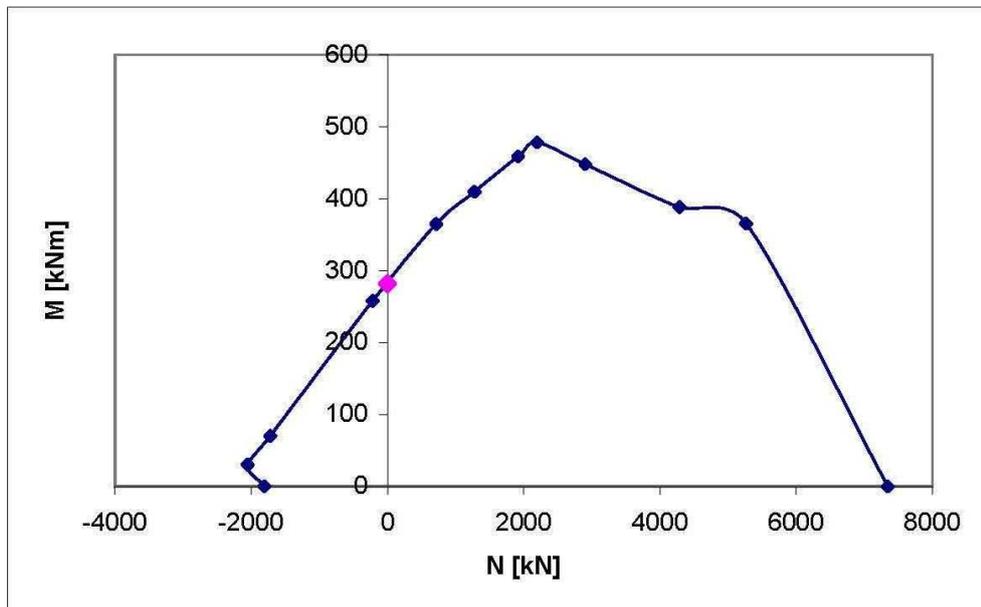
V_{Rduc} 1637.175 OK!!

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	10	14	0.0015394	0.27	n		1	1
teso 2	10	14	0.0015394	0.256	l		0	0
teso medio			0.0030788	0.263	s		0.3	0.3
comp. 1	12	16	0.0024127	0.03	α		90	90
comp. 2	0	0	0	0.038	ϕ		8	8
comp. medio			0.0024127	0.03	A		5.03E-05	5.03E-05
					V _{Rdust}	252.1234	252.1234	252.1234

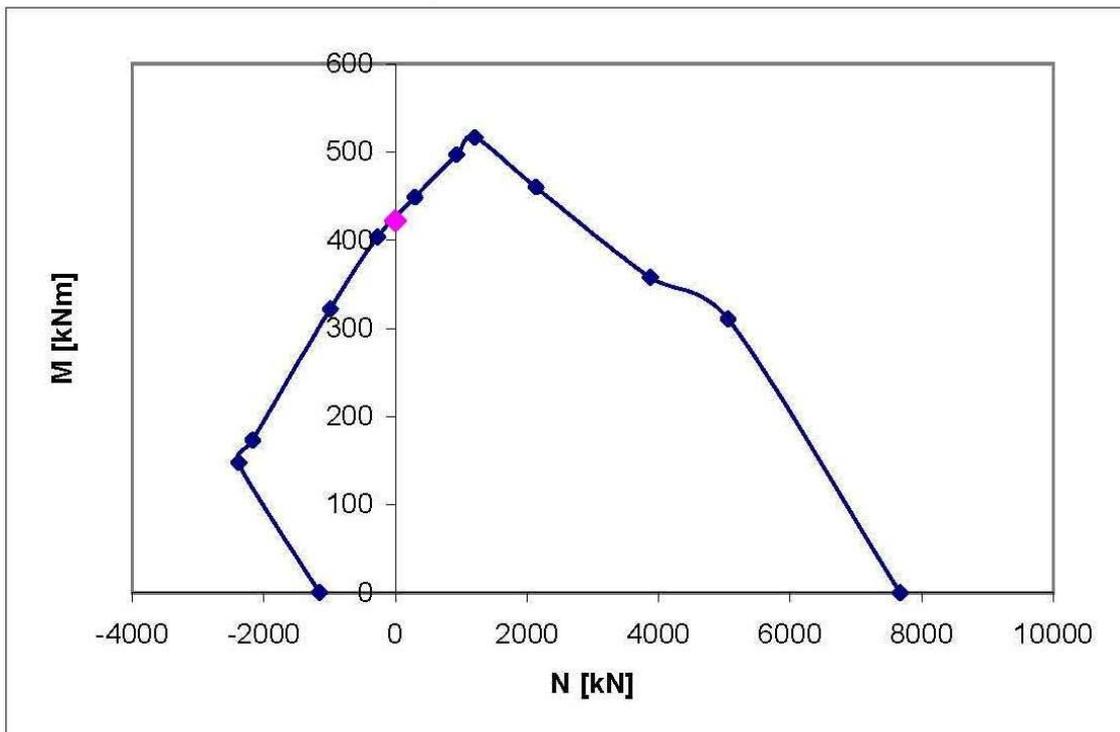
fibre tese sopra

h _o	0.160629291 m	i	0.0888889
f	0.082372559 m		OK!!
y	0.099968138 m		
z	0.485406921 m		
J _{id}	0.003654649 m ⁴		



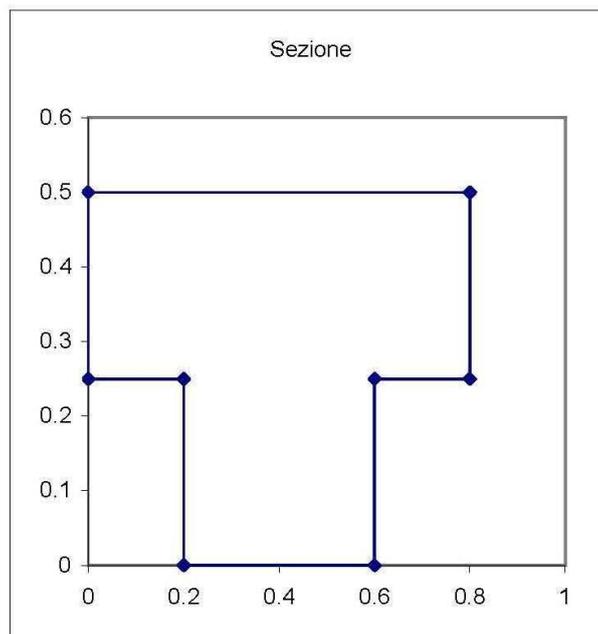
mezzeria

X_1	3.45 m	da							
M	422.09235	422.09235	418.10501	416.67671	kNm				
N	0	0			kN				
T	0	0	0	0	kN				
σ_c		11.545784	11.436716	11.397646	MPa			OK!!	
σ_s		227.54995			MPa			OK!!	
V_{Rduc}	1630.95							OK!!	
V_{Rdust}									
acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁			
teso 1	12	16	0.0024127	0.27	n	1			
teso 2	12	16	0.0024127	0.254	l	m			
teso medio			0.0048255	0.262	s	0.3			
comp. 1	10	14	0.0015394	0.03	α	90 °			
comp. 2	0	0	0	0.037	ϕ	8 mm			
comp. medio			0.0015394	0.03	A	5.03E-05 m ²			
fibre tese sotto						V_{Rdust}	251.1647		
h _o	0.2058894 m				i	0.068			
f	0.095473 m					OK!!		OK!!	
y	0.1245926 m								
z	0.3844056 m								
J _{id}	0.0038232 m ⁴								



FABBRICATO TECNOLOGICO
SOLUZIONE STATICA TRAVE Filo 2

Dimensioni		Carichi	SLU		SLE		
			rara	freq.	semiperm.		
a ₁	0 m						
l ₁	4 m	γ _g	1.4	1	1	1	
l ₂	4 m	γ _q	1.5	1	1	1	
a ₂	0 m						
s influenz.	6.8 m	p.p.	0	0	0	0	0 kN/m
		perm.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27 kN/m ²
s' ₁	6.8 m	p	49.08				kN/m
S ₁	6.8 m	G _k	49.08	49.08	49.08	49.08	49.08 kN/m
S ₂	6.8 m						
s' ₂	6.8 m	q _n	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8 kN/m ²
				1	0.6	0.3	
		variabili	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 kN/m ²
		ψ	0.7	0.7	0	0	
		q _k	1.15	1.15	0.48	0.24	0.24 kN/m ²
		Q _k	7.82	7.82	3.264	1.632	1.632 kN/m
copriferro	0.03 m						
Materiali		q' ₁	125.3204	90.586	88.876	88.876	88.876 kN/m
γ _{CLS}	25 kN/m ³	q ₁	125.3204	90.586	88.876	88.876	88.876 kN/m
R _{ck}	35 MPa	q ₂	125.3204	90.586	88.876	88.876	88.876 kN/m
f _{yk}	430 MPa	q' ₂	125.3204	90.586	88.876	88.876	88.876 kN/m
E _c	33721.655 MPa						
E _s	206000 MPa	X ₁	-484.003438	-349.854736	-343.2505	-343.250497	kNm
n	15						
γ _c	1.6	1					
γ _s	1.15	1	P	129.639941	93.7083161	91.93938	91.93937583 kN
f _{sd}	373.91304 MPa	Q	743.283319	537.271368	527.1292	527.1292483	kN
f _{ck}	29.05 MPa	R	129.639941	93.7083161	91.93938	91.93937583	kN
f _{ed}	18.15625 MPa						
f _{cd} *	15.432813						
ε _{sy}	0.0018151						
ε _{su}	0.01						
ε _{co}	0.002						
ε _{cu}	0.0035						
f _{ctm}	2.8889662 MPa						
f _{ctk}	2.0222763 MPa						
f _{ctd}	1.2639227 MPa						
H	0.5 m						
b ₁	0.8 m						
h ₁	0.25 m						
b _a	0.4 m						
h _a	0.25 m						
b ₂	0.4 m						
h ₂	0 m						
l ₁	0 m						
k ₁	0 m						
l ₂	0 m						
k ₂	0 m						
A	0.3 m ²						
S	0.0875 m ³						
y _g	0.2916667 m						
J	0.0057292 m ⁴						



appoggio 1

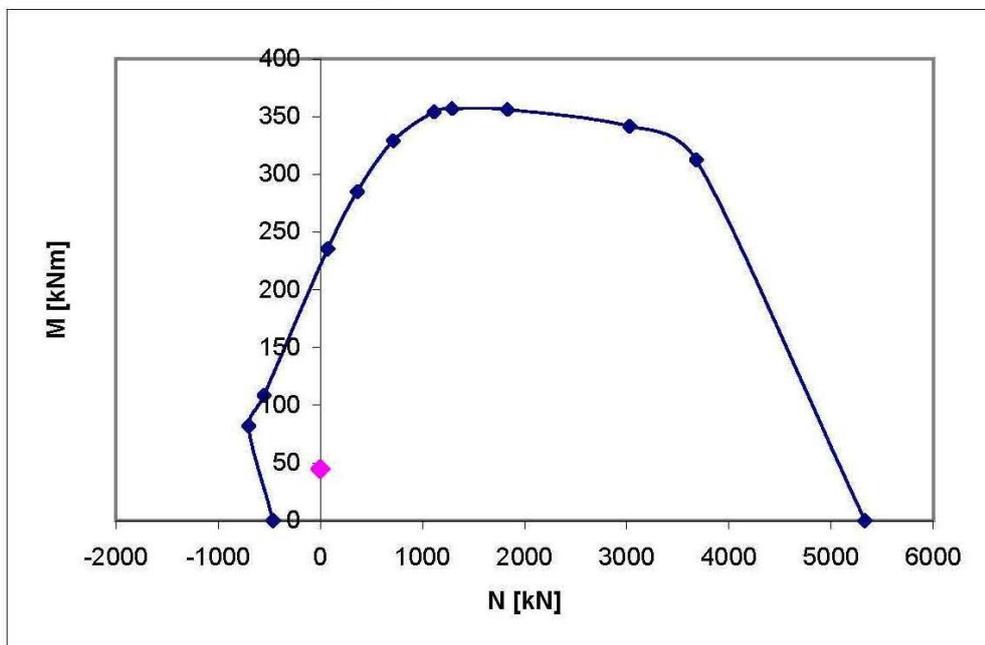
XP 0 m da 1

M	-44.702789	-32.312751	-31.70278	-31.70278	kNm
N	0	0			kN
T	129.63994	93.708316	91.939376	91.939376	kN
σ_c	0.4781657	0.4691393	0.4691393		MPa OK!!
σ_s	20.908288				MPa OK!!

V_{Rduc} 1024.0125 OK!!

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	4	20	0.0012566	0.47	n		1	1
teso 2	0	20	0	0.45	l		0	2 m
teso medio			0.0012566	0.47	s	0.3	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.0006158	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	ϕ	8	8	8 mm
comp. medio			0.0006158	0.03	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
fibre tese sopra					V_{Rdust}	203.5224	203.5224	203.5224
h ₀	0.325302 m		i		0.22			
f	0.0351073 m				OK!!			
y	0.120049 m				OK!!			
z	1.2298315 m				OK!!			
J _{id}	0.0081125 m ⁴				OK!!			



mezzeria 1-2

X_i 1.034468 m da 1

M	67.054183	48.469126	47.55417	47.55417	kNm
N	0	0			kN
T	0	0	0	0	kN

σ _c	0.7172486	0.703709	0.703709	MPa	OK!!
σ _s	34.766537			MPa	OK!!

V_{Rduc} 1013.845 OK!!

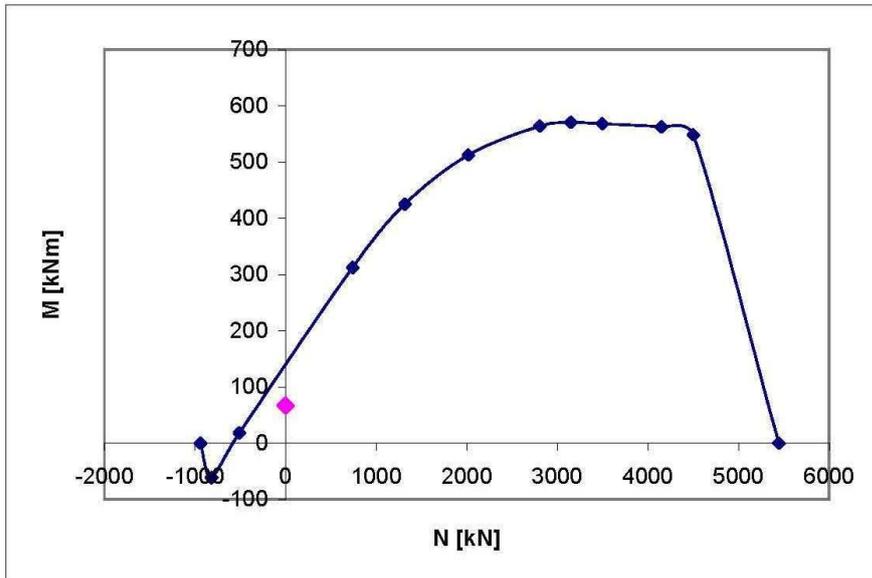
V_{Rdust}

acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L _i
teso 1	4	14	0.0006158	0.47	n	1
teso 2	2	14	0.0003079	0.456	l	m
teso medio			0.0009236	0.4653333	s	0.3
comp. 1	4	20	0.0012566	0.03	α	90 °
comp. 2	0	20	0	0.05	φ	8 mm
comp. medio			0.0012566	0.03	A	5.03E-05 m ²

fibre tese sotto

h _o	0.2144207	m	i	0.0946667
f	0.04088	m		OK!!
y	0.097692	m		OK!!
z	1.5094077	m		
J _{id}	0.0076881	m ⁴		

V_{Rdust} 201.5016



appoggio 2 verso 1

x₀ 4 m da 1

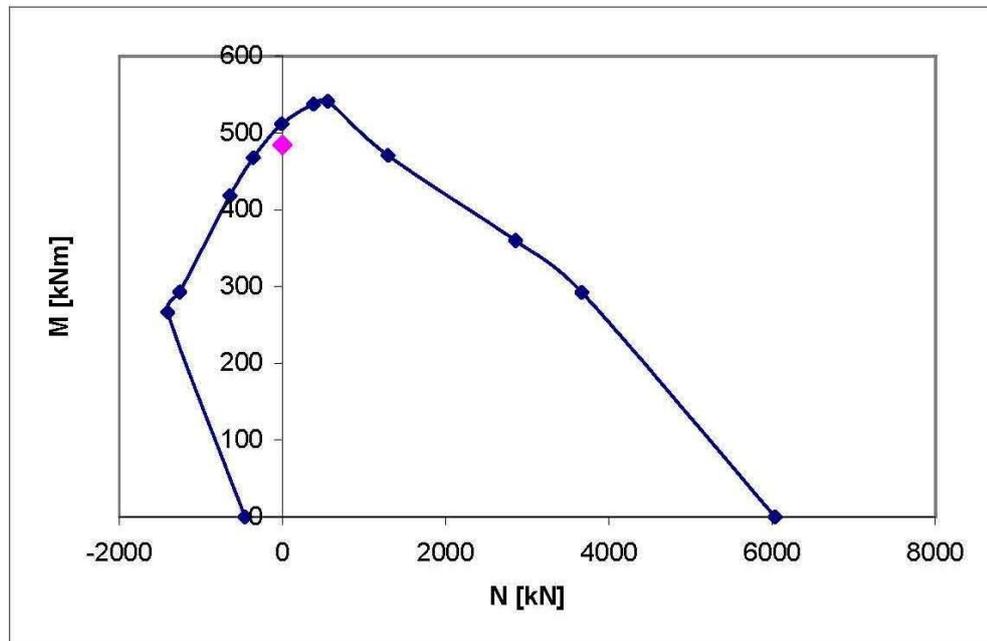
M	-484.0034	-349.8547	-343.2505	-343.2505	kNm
N	0	0			kN
T	-371.6417	-268.6357	-263.5646	-263.5646	kN

σ _c	5.177168	5.079438	5.079438	MPa	OK!!
σ _s	153.5093			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1002.225	OK!!
-------------------	----------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	5	20	0.001571	0.47	n		1	1
teso 2	5	20	0.001571	0.45	l	0.928041909	0	1.071958 m
teso medio			0.003142	0.46	s	0.1	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	φ	10	8	8 mm
comp. medio			0.000616	0.03	A	7.85398E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	419.1702294	199.1921	199.1921
h ₀	0.389532 m			i		OK!!	OK!!	OK!!
f	0.07045 m							
y	0.174189 m							
z	0.725443 m							
J _{id}	0.009771 m ⁴							



appoggio 2 verso 3

x₀ 0 m da 2

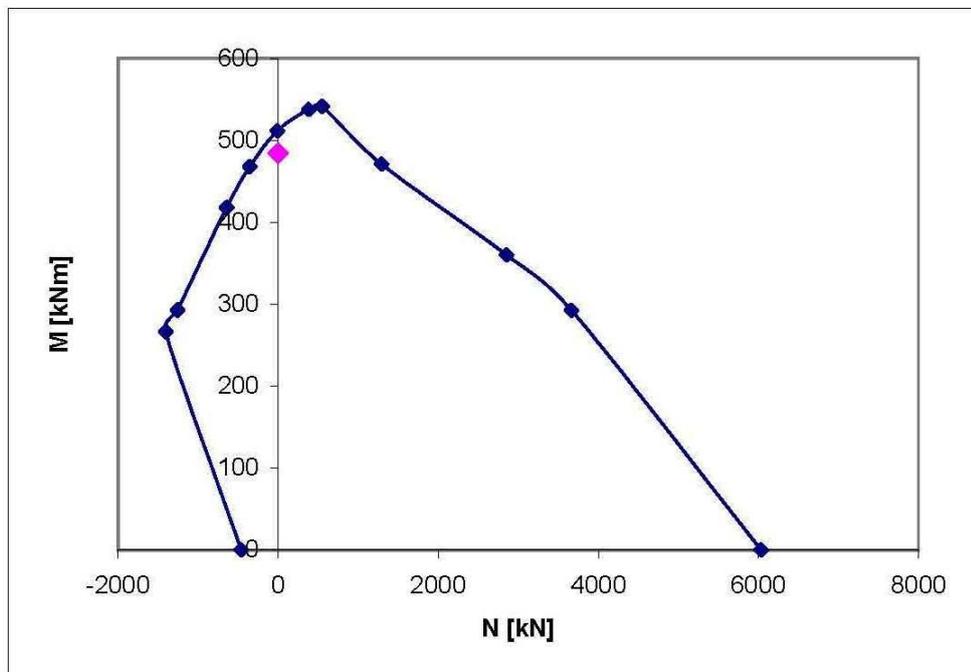
M	-484.0034	-349.8547	-343.2505	-343.2505	kNm
N	0	0			kN
T	371.6417	268.6357	263.5646	263.5646	kN

σ_c	5.177168	5.079438	5.079438	MPa	OK!!
σ_s	153.5093			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1002.225	OK!!
-------------------	----------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	5	20	0.001571	0.47	n		1	1
teso 2	5	20	0.001571	0.45	l	0.928042	0	1.071958 m
teso medio			0.003142	0.46	s	0.1	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	ϕ	10	8	8 mm
comp. medio			0.000616	0.03	A	7.85E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	419.1702	199.1921	199.1921
h ₀	0.389532 m			i		OK!!	OK!!	OK!!
f	0.07045 m							
y	0.174189 m							
z	0.725443 m							
J _{id}	0.009771 m ⁴							



mezzeria 2-3

x₂ 2.965532 m da 2

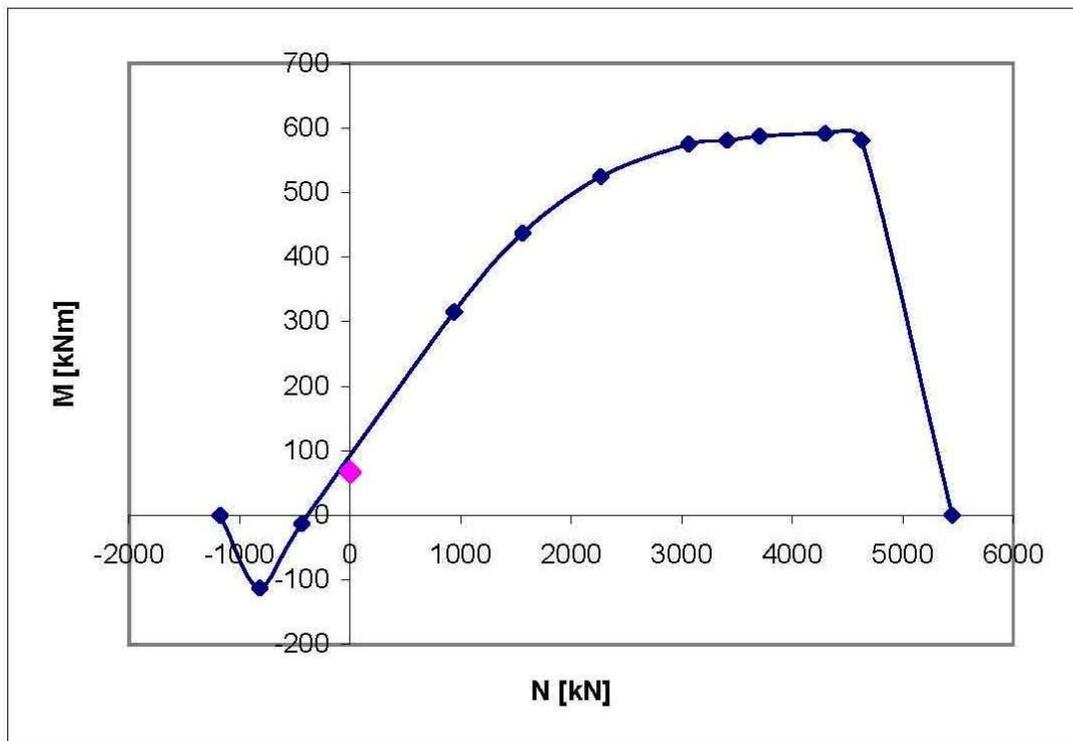
M	67.05418	48.46913	47.55417	47.55417	kNm
N	0	0			kN
T	0	0	0	0	kN

σ _c	0.717249	0.703709	0.703709	MPa	OK!!
σ _s	39.52478			MPa	OK!!

V_{Rduc} 1024.013 OK!!

V_{Rdust}

acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	4	14	0.000616	0.47	n	1
teso 2	0	14	0	0.456	l	m
teso medio			0.000616	0.47	s	0.3
comp. 1	5	20	0.001571	0.03	α	90 °
comp. 2	0	20	0	0.05	φ	8 mm
comp. medio			0.001571	0.03	A	5.03E-05 m ²
fibre tese sotto					V _{Rdust}	203.5224
h _o	0.153908	m		0.094667		
f	0.040998	m		OK!!		OK!!
y	0.078587	m				
z	1.991544	m				
J _{id}	0.0072	m ⁴				



appoggio 3 verso 2

XR 4 m da 2

M	0	0	0	0	0 kNm
N	0	0	0	0	0 kN
T	-129.6399	-93.70832	-91.93938	-91.93938	kN

σ_c	0	0	0	0 MPa	OK!!
σ_s	0	0	0	MPa	OK!!

V_{Rduc} 1024.013 OK!!

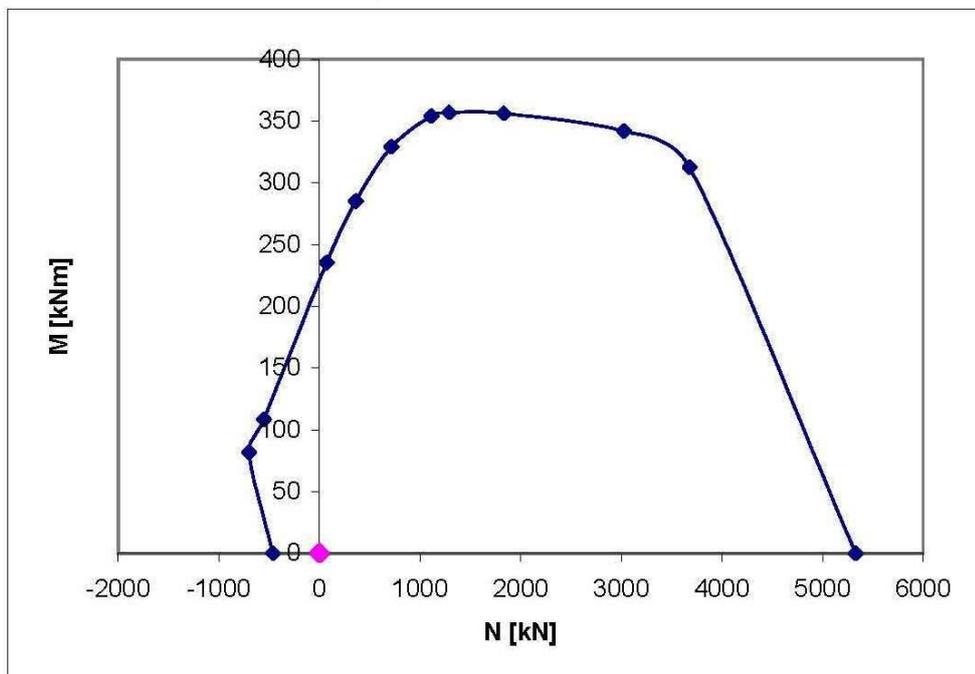
V_{Rdust}

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	4	20	0.001257	0.47	n	1	1	1
teso 2	0	20	0	0.45	l	0	0	2 m
teso medio			0.001257	0.47	s	0.3	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	ϕ	8	8	8 mm
comp. medio			0.000616	0.03	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
					V_{Rdust}	203.5224	203.5224	203.5224

h _o	0.325302 m
f	0.035107 m
y	0.120049 m
z	1.229831 m
J _{id}	0.008112 m ⁴

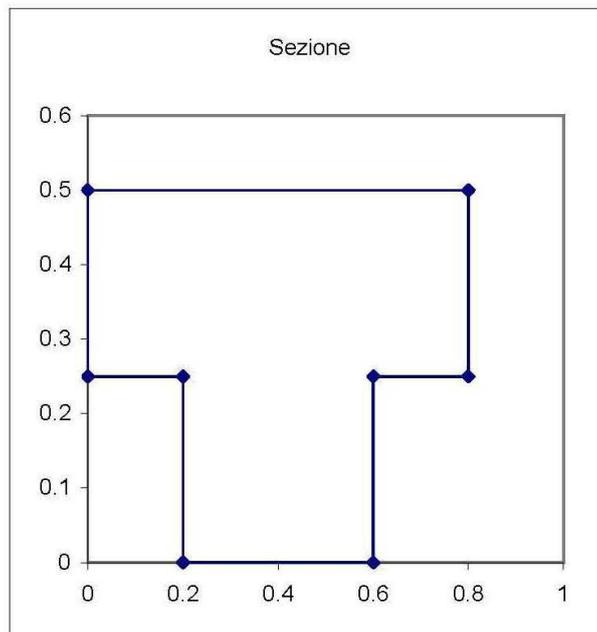
i 0.22
OK!!

OK!! OK!! OK!!



FABBRICATO TECNOLOGICO
SOLUZIONE SISMICA TRAVE Filo 2

Dimensioni		Carichi	SLU		SLE		
			rara	freq.	semiperm.		
a ₁	0 m	γ _G	1	1	1	1	
l ₁	4 m	γ _Q	1	1	1	1	
l ₂	4 m	γ _E	1	1	1	1	
a ₂	0 m	p.p.	0	0	0	0	0 kN/m
s influenz.	6.8 m	perm.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27 kN/m ²
s' ₁	6.8 m	p	49.08				kN/m
s ₁	6.8 m	G _k	49.08	49.08	49.08	49.08	49.08 kN/m
s ₂	6.8 m	q _n	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8 kN/m ²
s' ₂	6.8 m	variabili	0.5	1	0.6	0.3	
		ψ	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5 kN/m ²
		q _k	1.15	0.7	0	0	0
		Q _k	7.82	1.15	0.48	0.24	0.24 kN/m ²
		E	33.3362265	7.82	3.264	1.632	1.632 kN/m
			33.3362265	33.3362265	33.33623	33.33622654	33.33622654 kN/m
copriferro	0.03 m						
Materiali		q' ₁	122.562227	123.922227	122.2122	122.2122265	kN/m
γ _{CLS}	25 kN/m ³	q ₁	122.562227	123.922227	122.2122	122.2122265	kN/m
R _{ck}	35 MPa	q ₂	122.562227	123.922227	122.2122	122.2122265	kN/m
f _{yk}	430 MPa	q' ₂	122.562227	123.922227	122.2122	122.2122265	kN/m
E _c	33721.655 MPa	X ₁	-473.351019	-478.603513	-471.9993	-471.999274	kNm
E _s	206000 MPa						
n	15						
γ _c	1.6						
γ _s	1.15						
f _{sd}	373.91304 MPa						
f _{ck}	29.05 MPa						
f _{cd}	18.15625 MPa						
f _{cd} *	15.432813						
ε _{sy}	0.0018151						
ε _{su}	0.01						
ε _{co}	0.002						
ε _{cu}	0.0035						
f _{ctm}	2.8889662 MPa						
f _{ctk}	2.0222763 MPa						
f _{ctd}	1.2639227 MPa						
H	0.5 m						
b ₁	0.8 m						
h ₁	0.25 m						
b _a	0.4 m						
h _a	0.25 m						
b ₂	0.4 m						
h ₂	0 m						
l ₁	0 m						
k ₁	0 m						
l ₂	0 m						
k ₂	0 m						
A	0.3 m ²						
S	0.0875 m ³						
γ _g	0.2916667 m						
J	0.0057292 m ⁴						



appoggio 1

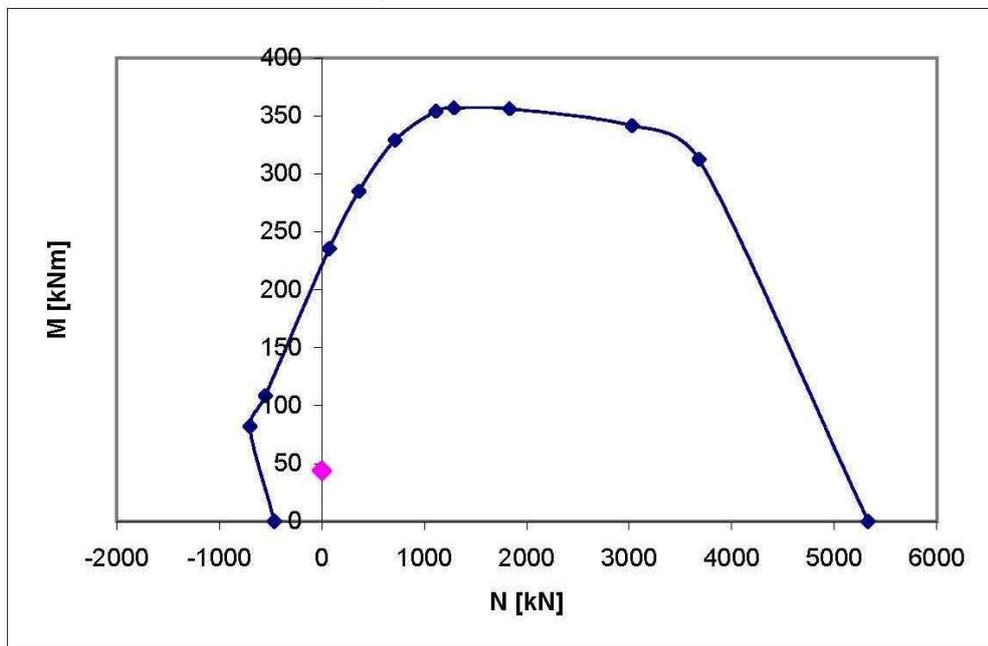
XP 0 m da 1

M	-43.718926	-44.204049	-43.594079	-43.594079	kNm	
N	0	0			kN	
T	126.7867	128.19357	126.42463	126.42463	kN	
σ_c		0.6541338	0.6451074	0.6451074	MPa	OK!!
σ_s		28.602671			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1024.0125	OK!!
V _{Rdust}		

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	4	20	0.0012566	0.47	n	1	1	1
teso 2	0	20	0	0.45	l	0	0	2 m
teso medio			0.0012566	0.47	s	0.3	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.0006158	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	ϕ	8	8	8 mm
comp. medio			0.0006158	0.03	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	203.5224	203.5224	203.5224

h ₀	0.325302 m	i	0.22
f	0.0351073 m		OK!!
y	0.120049 m		
Z	1.2298315 m		
J _{id}	0.0081125 m ⁴		



mezzeria 1-2

X₁ 1.034468 m da 1

M	65.57839	66.306074	65.391118	65.391118	kNm
N	0	0			kN
T	0	0	0	0	kN

σ _c	0.9812006	0.9676611	0.9676611	MPa	OK!!
σ _s	47.560845			MPa	OK!!

V_{Rduc} 1013.845 OK!!

V_{Rdust}

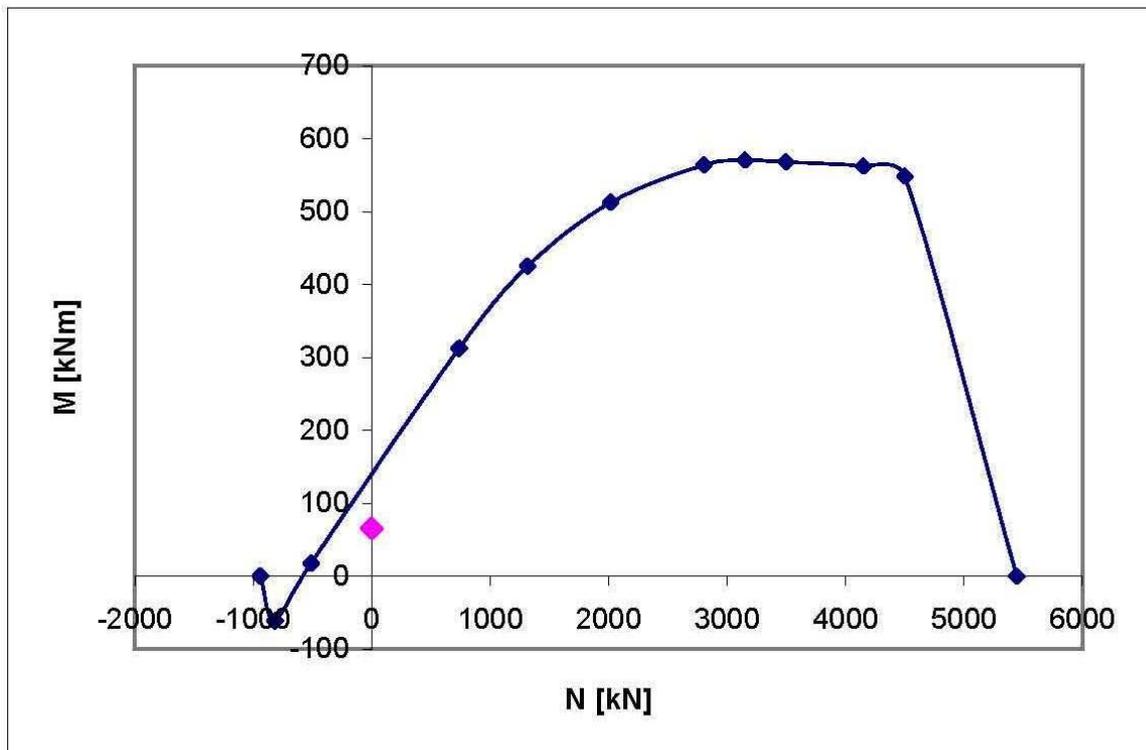
acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L _i
teso 1	4	14	0.0006158	0.47	n	1
teso 2	2	14	0.0003079	0.456	l	m
teso medio			0.0009236	0.4653333	s	0.3
comp. 1	4	20	0.0012566	0.03	α	90 °
comp. 2	0	20	0	0.05	φ	8 mm
comp. medio			0.0012566	0.03	A	5.03E-05 m ²

fibre tese sotto

h ₀	0.2144207 m
f	0.04088 m
y	0.097692 m
z	1.5094077 m
J _{id}	0.0076881 m ⁴

i 0.0946667
OK!!

V_{Rdust} 201.5016
OK!!



appoggio 2 verso 1

X₀ 4 m da 1

M	-473.351	-478.6035	-471.9993	-471.9993	kNm
N	0	0			kN
T	-363.4622	-367.4953	-362.4243	-362.4243	kN

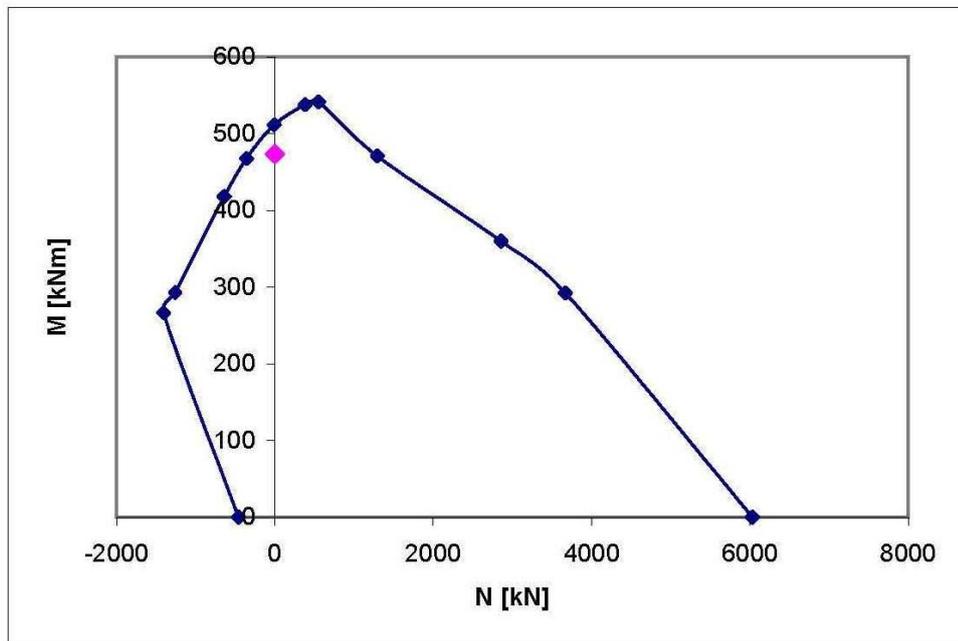
σ _c	7.082399	6.984669	6.984669	MPa	OK!!
σ _s	210.00166			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1002.225	OK!!
-------------------	----------	------

V_{Rdust}

acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	5	20	0.001571	0.47	n		1	1
teso 2	5	20	0.001571	0.45	l	0.9039183	0	1.0960817 m
teso medio			0.003142	0.46	s	0.1	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	φ	10	8	8 mm
comp. medio			0.000616	0.03	A	7.854E-05	5.027E-05	5.027E-05 m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	419.17023	199.19214	199.19214

h ₀	0.3895318 m	i	0.16
f	0.0704502 m		
y	0.1741892 m		
z	0.725443 m		
J _{id}	0.0097706 m ⁴		



appoggio 2 verso 3

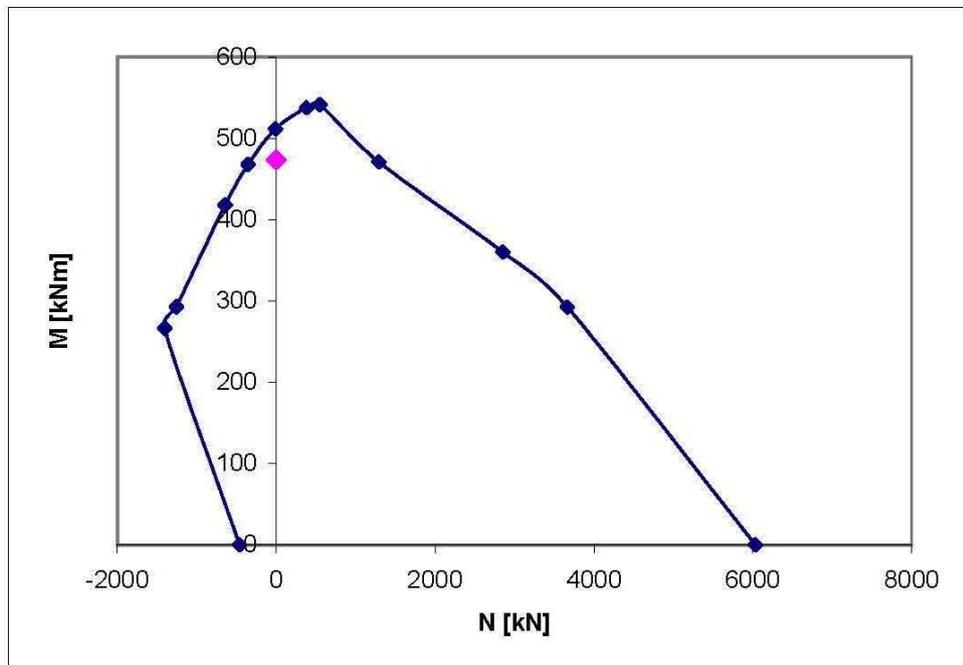
x₀ 0 m da 2

M	-473.351	-478.6035	-471.9993	-471.9993	kNm
N	0	0			kN
T	363.4622	367.4953	362.4243	362.4243	kN

σ _c	7.082399	6.984669	6.984669	MPa	OK!!
σ _s	210.0017			MPa	OK!!

V _{Rduc}	1002.225	OK!!
-------------------	----------	------

V _{Rdusi}									
acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃	
teso 1	5	20	0.001571	0.47	n	1	1	1	1
teso 2	5	20	0.001571	0.45	l	0.903918	0	1.096082	m
teso medio			0.003142	0.46	s	0.1	0.3	0.3	
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °	
comp. 2	0	14	0	0.044	φ	10	8	8 mm	
comp. medio			0.000616	0.03	A	7.85E-05	5.03E-05	5.03E-05	m ²
fibre tese sopra					V _{Rdust}	419.1702	199.1921	199.1921	
h ₀	0.389532	i		0.16		OK!!	OK!!	OK!!	
f	0.07045								
y	0.174189								
z	0.725443								
J _{id}	0.009771								



mezzeria 2-3

X₂ 2.965532 m da 2

M	65.57839	66.30607	65.39112	65.39112	kNm
N	0	0			kN
T	0	0	0	0	kN

σ _c	0.981201	0.967661	0.967661	MPa	OK!!
σ _s	54.07015			MPa	OK!!

V_{Rduc} 1024.013 OK!!

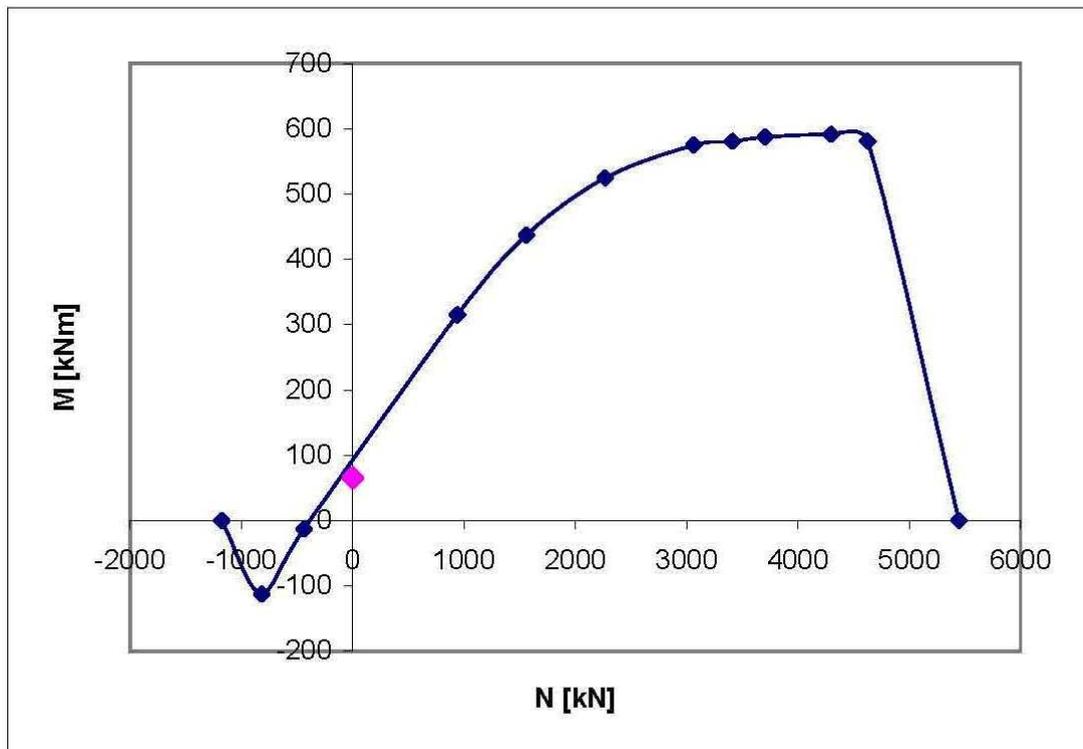
V_{Rdusl}

acciaio	n	φ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁
teso 1	4	14	0.000616	0.47	n	1
teso 2	0	14	0	0.456	l	m
teso medio			0.000616	0.47	s	0.3
comp. 1	5	20	0.001571	0.03	α	90 °
comp. 2	0	20	0	0.05	φ	8 mm
comp. medio			0.001571	0.03	A	5.03E-05 m ²

fibre tese sotto

h _o	0.153908 m	i	0.094667
f	0.040998 m		OK!!
y	0.078587 m		OK!!
z	1.991544 m		
J _{id}	0.0072 m ⁴		

V _{Rdust}	203.5224
	OK!!



appoggio 3 verso 2

XR 4 m da 2

M	0	0	0	0	0 kNm
N	0	0	0	0	0 kN
T	-126.7867	-128.1936	-126.4246	-126.4246	kN

σ_c	0	0	0	0 MPa	OK!!
σ_s	0	0	0	MPa	OK!!

VRduc 1024.013 OK!!

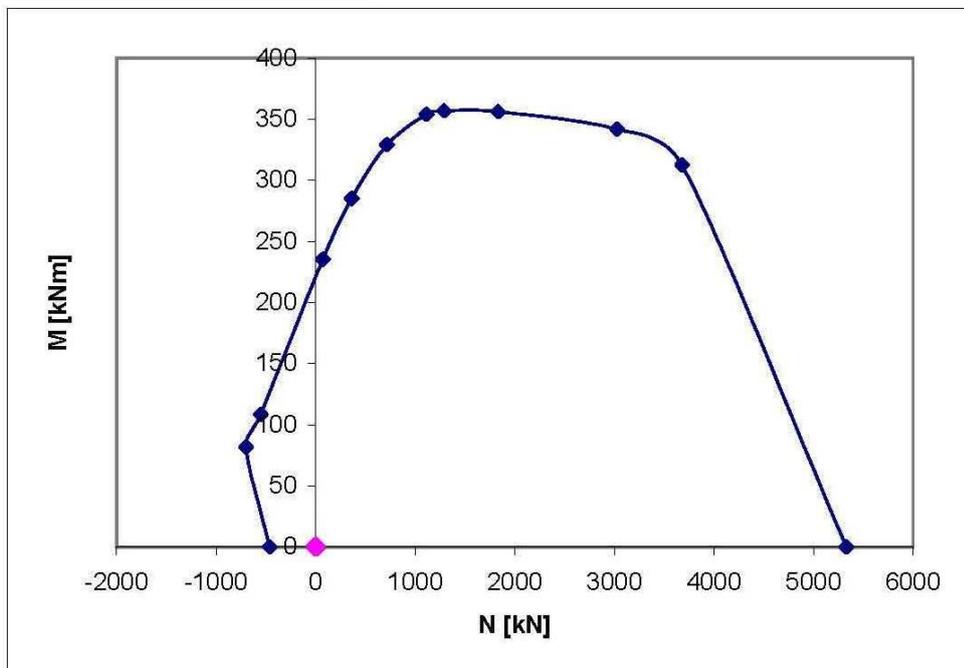
VRdust

acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	h [m]	staffe	L ₁	L ₂	L ₃
teso 1	4	20	0.001257	0.47	n	1	1	1
teso 2	0	20	0	0.45	l	0	0	2 m
teso medio			0.001257	0.47	s	0.3	0.3	0.3
comp. 1	4	14	0.000616	0.03	α	90	90	90 °
comp. 2	0	14	0	0.044	ϕ	8	8	8 mm
comp. medio			0.000616	0.03	A	5.03E-05	5.03E-05	5.03E-05 m ²
					VRdust	203.5224	203.5224	203.5224

h ₀	0.325302 m
f	0.035107 m
y	0.120049 m
z	1.229831 m
J _{id}	0.008112 m ⁴

i 0.22
OK!!

OK!! OK!! OK!!



PILASTRI FABBRICATO TECNOLOGICO

dati materiali		$\sigma_{c,amm}$	11 MPa
γ_c	25 kN/m ³	τ_{cd}	0.66666667 MPa
R_{ck}	35 MPa	τ_{ct}	1.971428571 MPa
f_{yk}	430 MPa	$\sigma_{s,amm}$	255 MPa
n	15	f_{ctm}	2.888966198 MPa
E	33721.65476 MPa	f_{cd}	18.15625 MPa
E_s	210000 MPa	f_{sd}	373.9130435 MPa

Pilastro E2

Dimensioni			Carichi		Verifica metodo dell'equilibrio	
h	4.7 m		totali		totali	
a	0.3 m		P	743.2833189 kN	x	0.17 m
b	0.3 m		P_{tot}	753.8583189 kN	e_s	0.001781 m
$s_{infl.}$	26.54 m		q_v	0 kN/m ²	$e_{s'}$	-0.002493 m
$copriferro$	0.03 m		p_h	0 kN/m	e_c	0.003027 m
J_i	0.000935576 m ⁴		F_h	0 kN/m		3.026915 mm
A_{id}	0.108095574 m ²		γ_q	1.5		3
i	0.093032703 m		ψ	0.7	ψ_1	0.7778
λ	101.0397382		γ_e		χ^1	0.4048
molto snello. Attenzione!			e_a	0.031333333 m		3.1
acciaio	n	ϕ [mm]	M	23.62089399 kNm	ψ_2	0.7849
teso	3	16	T	0 kN	χ^2	0.0472
compresso	3	16	N_d	753.8583189	ψ	0.779711
A_s	0.000603186	m ²	e	0.031333333 m	χ	0.308552
A'_s	0.000603186	m ²	A_c	0.09 m ²	N_i	812.2036 OK!!
h_s	0.27	m	ρ	0.013404129	M_i	146.4689
h'_s	0.03	m	λ^*	24.89963842	e_i	0.180335 OK!!

Pilastro E1

Dimensioni			Carichi		Verifica metodo dell'equilibrio	
h	4.7 m		totali		totali	
a	0.3 m		P	129.6399405 kN	x	0.11 m
b	0.3 m		P_{tot}	140.2149405 kN	e_s	0.001781 m
$s_{infl.}$	6.635 m		q_v	0.980042115 kN/m ²	$e_{s'}$	-0.00089 m
$copriferro$	0.03 m		p_h	6.502579435 kN/m	e_c	0.001224 m
J_i	0.001022435 m ⁴		F_h	8.334056635 kN/m		1.22412 mm
A_{id}	0.114127432 m ²		γ_q	1.5		1.2
i	0.094650483 m		ψ	0.7	ψ_1	0.48
λ	99.31275242		γ_e		χ^1	0.3542
molto snello. Attenzione!			e_a	0.031333333 m		1.3
acciaio	n	ϕ [mm]	M	79.80544082 kNm	ψ_2	0.5092
teso	4	16	T	45.30184528 kN	χ^2	0.3564
compresso	4	16	N_d	140.2149405	ψ	0.487043
A_s	0.000804248	m ²	e	0.56916503 m	χ	0.354731
A'_s	0.000804248	m ²	A_c	0.09 m ²	N_i	141.4555 OK!!
h_s	0.27	m	ρ	0.017872172	M_i	96.91911
h'_s	0.03	m	λ^*	60.9569029	e_i	0.685156 OK!!

PLATEA FABBRICATO TECNOLOGICO

Dimensioni		dati materiali	
l	0.3 m	γ_s	18 kN/m ³
t	0.5 m	suolo	granulare
B	5.535 m	ϕ	38 °
L	4 m		0.663225 rad
copriferro	0.03 m	ϕ_a	0.174533 rad
dati materiali		c'	0 MPa
γ_c	25 kN/m ³	K _a	0.237883
R _{ck}	30 MPa	K _p	4.203746
f _{yk}	430 MPa	N _{ϕ}	4.203746
n	15	c	0 kPa
E	31220.19 MPa	N _c	61.35177
$\sigma_{c,amm}$	9.75 MPa	S _c	1.48
τ_{c0}	0.6 MPa	d _c	1.229
τ_{c1}	1.828571 MPa	q	0 kPa
$\sigma_{s,amm}$	255 MPa	N _q	48.93325
σ_{td}	0.15 MPa	S _q	1.424
		d _q	1.18
		B	4
		γ	18 kN/m ³
		N _y	61.35177
		S _y	0.6
		d _y	1
		Q _{lim}	1.325198 MPa
		Q _{lim scorr}	0.077889 MPa

VERIFICHE GEOTECNICHE

SLU GEO Carico limite			SLU GEO Scorrimento	
N	753.8583 kN		N	753.8583 kN
M	23.62089 kNm		T	45.30185 kNm
e	2.648833 m		FS _{scorr}	3.958561 OK!!
A	22.14 m ²		SLU GEO Stabilità	
J	29.52 m ⁴		N	753.8583 kN
σ_{max}	0.03565 MPa	OK!!	FS _{scorr}	2.287528 OK!!
σ_{min}	0.032449 MPa	OK!!		
L'	5.906 m			
σ_{max}	0.063821 MPa	OK!!		
		OK!!		

VERIFICHE STRUTTURALI

B'	1.3 m			
L'	1.3 m			
Armatura				
acciaio	n	ϕ [mm]	A [m ²]	
teso	5	14	0.00077	
σ_s	244.8577	OK!!		
PLINTO CENTRATO				
a	0.5 m			
c	0.25 m			
λ	1	OK!!		
θ	1.107149			
χ	0.9			
d	0.47 m			
θ'	0.559797			
b'	0.6			
N _{sSd}	188.4646 kN			
N _{cSd}	421.4196 kN			
N' _{cSd}	188.4646 kN			
N _{sRd}	196.271 kN	OK!!		
N _{cRd}	549.9 kN	OK!!		
N' _{cRd}	1030.783 kN	OK!!		
PLINTO ECCENTRICO				
L _{rid}	1.268667			
a	0.484333			
c	0.242167			
λ	0.968667			
θ	1.11976			
χ	0.9			
d	0.47			
θ'	0.559797			
b'	0.6			
N _{sSd}	188.4646			
N _{cSd}	421.4196			
N' _{cSd}	188.4646			
N _{sRd}	196.271	OK!!		
N _{cRd}	549.9	OK!!		
N' _{cRd}	1029.447	OK!!		