

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA

INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI

OPERE MINORI

Relazione tecnico descrittiva opere esistenti sotto binario

SCALA:

-

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

I R 0 B 0 1 D 1 0 R H O C 0 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Paoloni	Luglio 2020	S.Paoloni	Luglio 2020	T.Paoletti	Luglio 2020	L.Berardi Luglio 2020




File :

n. Elab.:

Indice

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DELL'ELABORATO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	SOTTOVIA CARRABILE PK 15+096	6
5	PONTICELLO IN MURATURA AL KM 15+238.....	10
6	PONTICELLO PK 15+458	11
7	SOTTOPASSO DI STAZIONE PK 15+635.....	12
8	SOTTOPASSO URBANO 15+853.....	15
9	SOTTOVIA CARRABILE PK 15+945	18
10	PONTICELLO PK 15+954	20
11	SIFONE AL KM 16+239.....	21

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI					
OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO	COMMESSA IROB	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH OC0000 001	REV. A	FOGLIO 3 di 28

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Potenziamento della linea Foligno–Terontola", rientrano gli interventi di semplificazione e velocizzazione ed upgrade tecnologico presso la stazione di Assisi. Le attività prevedono la velocizzazione degli itinerari in deviata, l'adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione e dei relativi sottopassi pedonali e l'upgrading tecnologico dell'impianto esistente ACEI in un più moderno apparato ACC.

Il Programma di Esercizio fornito come input di base dalla Committenza prevede interventi di semplificazione e velocizzazione dell'impianto. In particolare sono previste le seguenti lavorazioni:

- Sostituzione delle comunicazioni esistenti a 30 km/h con comunicazioni a 60 km/h
- Realizzazione di tronchini di indipendenza per i binari di precedenza
- Adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione
- Costruzione nuovo sottopasso pedonale

Per la stazione di Assisi è inoltre previsto, come detto in precedenza, l'upgrade tecnologico dell'attuale apparato (con ACC telecomandabile) e conseguente riconfigurazione del Posto Centrale.

L'inizio dell'intervento è previsto alla progressiva Km 14+800 circa e termina alla progressiva Km 16+450 circa.

E' prevista la modifica dell'attuale PRG di stazione allo schematico comunicato dal Cliente, la realizzazione di un nuovo sottopasso e dei collegamenti perdonali (rampe scale ed ascensori), innalzamento dei due marciapiedi esistenti ad H=55cm. Inoltre, verrà prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale in aggiunta a quello esistente.


Entrambi i marciapiedi verranno dotati di due nuove pensiline ferroviarie in continuità a quelle esistenti a copertura del nuovo sottopasso.

A tal proposito, si evidenzia che per quanto riguarda il marciapiede ad isola, per il soddisfacimento del Programma di Esercizio anzidetto, si viene a determinare un ampliamento di circa 2m della banchina lato III binario. Per quanto riguarda la pensilina attuale prevista sul marciapiede del II e III binario si è deciso, d'intesa con la DTP RFI, di non intervenire sull'ampliamento della pensilina esistente su detta banchina, in virtù del vincolo presente da parte della sovrintendenza BBCC sul fabbricato viaggiatori.

Verrà previsto un nuovo Fabbricato Tecnologico per ospitare la cabina ACC, i locali tecnologici e la Cabina MT/BT, quest'ultima necessaria per una migliore gestione dei carichi elettrici presenti in stazione.

Saranno previsti inoltre, dal punto di vista impiantistico:

- illuminazione punte scambi;
- impianti RED;
- illuminazione scale, sottopasso, banchine
- impianti IaP e DS

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI					
OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO	COMMESSA IR0B	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH OC0000 001	REV. A	FOGLIO 4 di 28

2 SCOPO DELL'ELABORATO


Oggetto del documento è la descrizione delle opere esistenti sotto binario e degli interventi previsti nell'ambito del presente progetto.

In particolare, per le opere di cui non si prevede la demolizione e sostituzione con una nuova opera viene data evidenza della compatibilità dell'opera esistente con l'intervento di progetto.

Per il censimento delle opere presenti sotto binario all'interno del PRG di Assisi si è fatto riferimento, oltre che alle risultanze dei sopralluoghi, ai dati riportati nel database INRETE2000 di RFI.

Nella seguente tabella sono riportate le opere censite con indicate le opere che verranno dismesse a seguito dell'intervento e quelle di cui si prevede la demolizione e ricostruzione. Le opere rimanenti sono ritenute compatibili con l'intervento.

Progressiva storica	Tipologia di opera	Opera dismessa a seguito intervento	Demolizione e sostituzione con nuova opera
15+096	Sottovia carrabile		
15+238	Ponticello in muratura		X
15+458	Ponticello	X	
15+635	Sottopasso pedonale di stazione		
15+843	Sottopasso urbano		
15+945	Sottovia carrabile		
15+954	Ponticello		X
16+279	Sifone	X	

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI					
OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO	COMMESSA IR0B	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH OC0000 001	REV. A	FOGLIO 5 di 28

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed sono conformi alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

La normativa cui viene fatto riferimento è la seguente:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.3]. [Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- [N.4]. RFI DTC SI MA IFS 001 D del 2019 Manuale di Progettazione delle Opere Civili

4 SOTTOVIA CARRABILE PK 15+096

L'opera alla pk 15+096 è un sottovia carrabile in cemento armato. L'opera è costituita da una struttura scatolare con soletta superiore, piedritti e soletta di fondazione aventi spessore 100cm.

L'opera ha una sezione di luce interna 11.35m e altezza interna di 5,7m; la lunghezza dello scaolare è pari a 16m.



Figura 1: ubicazione planimetrica dell'opera

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	7 di 28



Figura 2: foto sottopasso via Francesco di Bartolo



Figura 3: foto sottopasso via Francesco di Bartolo

Dal materiale acquisito da Anas e riportato in allegato alla presente relazione, il manufatto è stato realizzato a spinta. Le dimensioni del monolite risultano adeguato al passaggio di due binari ferroviari nella configurazione prevista dal presente progetto.

In particolare infatti, la struttura oggetto di collaudo statico (vedi allegato 1) è lunga 16m. Il binario esistente è ubicato a circa 6.3m dallo spigolo Sud dell'opera, come da immagine sottostante.

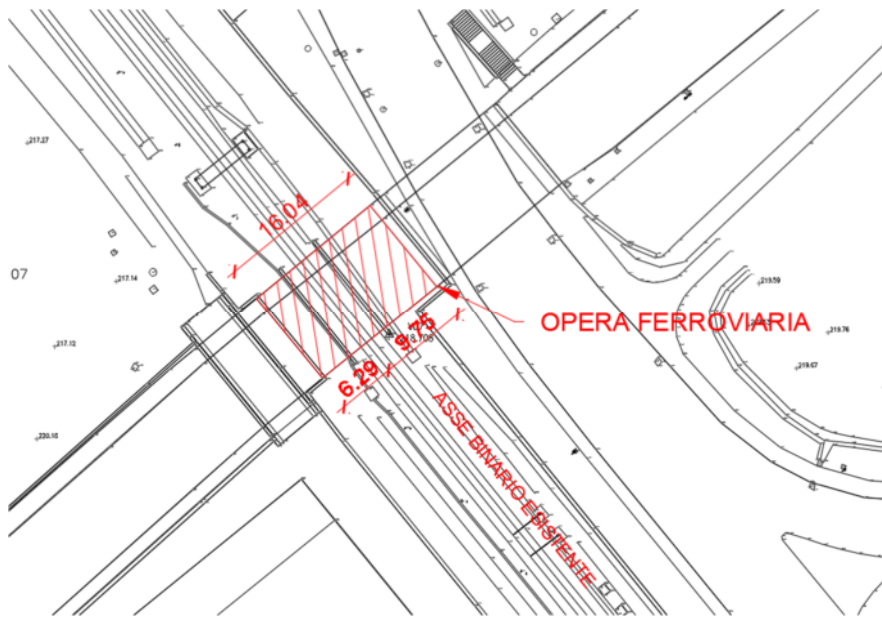


Figura 4: ubicazione del binario I esistente rispetto al sottopasso

I due binari, nella nuova configurazione di progetto, si presentano così come indicato nella figura sottostante.

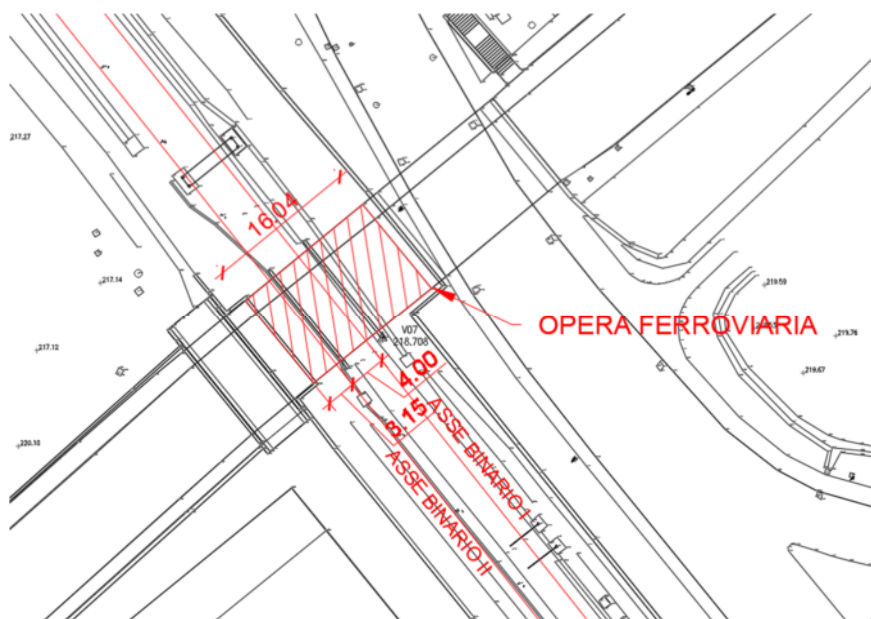


Figura 2: ubicazione dei binari I e II di progetto rispetto al sottopasso

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	9 di 28

Insieme alla documentazione del collaudo (Allegato 1), è stata fornita da Anas la relazione di calcolo del monolite (Allegato 2).

In tale relazione viene data evidenza che le armature del monolite risultano calcolate per due treni di carico simultanei del tipo LM71/SW2.

Considerato pertanto che sull'opera in esame è previsto il passaggio di due convogli di tipo C3, la struttura si ritiene idonea.

5 PONTICELLO IN MURATURA AL KM 15+238

L'opera esistente è un ponticello ad arco in muratura di cui risulta ispezionabile solamente la porzione a Nord.



Figura 2: foto ponticello al km 15+238

Come descritto nell'elaborato IR0B01D10RIID0002002A l'opera è prevista la dismissione.

Si prevede la parziale demolizione (scapitozzatura della parte superiore) fino alla quota di intradosso dello strato di supercompattato e l'intasamento della cavità con calcestruzzo magro.

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
 DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IROB	01	D10	RH OC0000 001	A	11 di 28

6 PONTICELLO PK 15+458

L'esistenza dell'opera in questione è testimoniata dal riscontro nel database INRETE2000.


Sede tecnica	TR5132-SD-OA00-PT0-A09
Descrizione	Ponticello Km. 15,458
Tipo classe	003 Functional location
Classe	S30600 Ponticello/tombino/sifone/cunicolo

Data dell'ultima modifica	07.01.2018
Autore dell'ultima modifica	S_INE_APM
Tipologia strutturale	AR ARCO
mater. costitutivo impalcato	MU MURATURA
mater. costitutivo spalle	MM MURATURA DI MATTONI
Tipo muro	
mater. costitutivo muro	
Impianto monitoraggio	N NO.
Posizione opera	R IN RETTO
Luce retta [m]	2,00
Luce obliqua [m]	
Angolo di obliquità [°]	
Altezza libera [m]	0,00
n. luci/tubi	1
Diametro/base [m]	
Lato sistemazione idraulica	
Tipo di parapetto	
Distanza minima rotaia [m]	
Tipo colleg. al circ. di rit.	
Div. pian. della manutenzione	AN00

Dai sopralluoghi effettuati l'opera non è risultata visibile/ispezionabile, né si è potuto accertare se ad essa sia realmente associata attualmente ancora una funzione.

Sebbene si ritiene che l'opera si fuori uso, tuttavia in questa fase progettuale, cautelativamente, è stata prevista la demolizione dell'opera e la sua ricostruzione, inserendo il computo delle lavorazioni connesse nella sezione "Opere a Misura".

Nella successiva fase progettuale andrà accertata la reale funzionalità dell'opera e valutata l'opportunità di una eventuale dismissione.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI					
OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO	COMMESSA IR0B	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO RH OC0000 001	REV. A	FOGLIO 12 di 28

7 SOTTOPASSO DI STAZIONE PK 15+635

L'opera in esame è un sottovia in calcestruzzo ubicato sotto I e II binario. Dal punto di vista planimetrico l'opera ha una larghezza interna dello scatolare di circa 7.5m ed un'altezza interna di 2.3m.

Il progetto di adeguamento del PRG di Assisi non prevede una variazione né planimetrica né altimetrica dei binari rispetto all'opera, ma prevede che la velocità di transito del binario II, attualmente pari a 30km/h, sia adeguata a quella del binario I, pari a 60km/h. Non sono previste invece variazioni del carico assiale dei convogli in transito, che rimangono di classe C3.

Con la ricerca effettuata di dati non è stato possibile reperire i certificati di collaudo della struttura. Pertanto, al fine di completare la raccolta della documentazione formale necessaria, nella successiva fase progettuale dovrà essere proseguita l'attività di ricerca del materiale o in alternativa effettuato il collaudo statico dell'opera.

Dal punto di vista sostanziale della struttura è possibile tuttavia osservare quanto segue:

- La struttura attualmente alloggia due binari su cui transitano convogli di categoria C3
- Considerata la tipologia di opera (scatolare in calcestruzzo sotto binario) e dal sopralluogo ispettivo, è ragionevole ipotizzare che la struttura sia omogenea sotto entrambi i binari.
- Come sopra riportato, il progetto di adeguamento del PRG non prevede variazioni planoaltimetriche dei binari in corrispondenza dell'opera.
- Per la struttura è documentata nel database INRETE2000, a seguito delle visite ispettive di RFI, uno stato di conservazione ottimo (codice di valutazione 0010).

Pertanto per quanto sopra esposto si ritiene ragionevole assumere che la struttura è idonea al passaggio di due convogli di tipo C3 ad una velocità di 60km/h, essendo già uno dei due attuali binari interessato da un traffico di convogli C3 ad una velocità di 60 km/h.

Si osserva inoltre che, relativamente alla porzione terminale del manufatto in adiacenza al terzo binario, poiché la configurazione di progetto prevede l'allontanamento dell'asse binario rispetto all'opera esistente, si ritiene ragionevole in questa sede assumere le condizioni di progetto meno gravose di quelle esistenti. Nell'ambito degli approfondimenti di cui sopra, sarà tuttavia da analizzare compiutamente, cioè dal punto di vista formale, anche questo tema specifico.

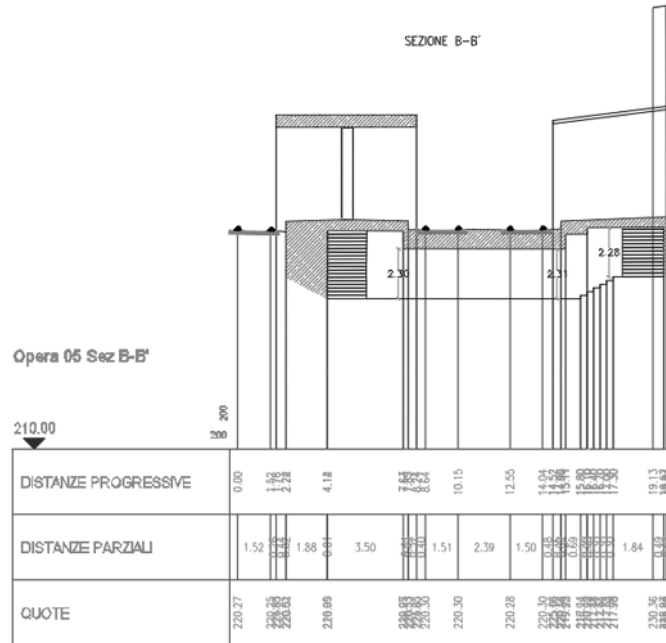


Figura 2: profilo di rilievo del sottopasso al km 15+635

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	14 di 28



Figura 2: foto del sottopasso al km 15+635

8 SOTTOPASSO URBANO 15+853

L'opera sotto binario è un manufatto in cemento armato avente una larghezza interna di circa 15.3m ed un'altezza interna variabile tra 2.53 e 2.72m.

L'opera è stata realizzata mediante una serie di diaframmi in c.a. su cui sono stati realizzati i cordoli per la spinta di un solettone, gettato in opera al di fuori della sede ferroviaria esistente, e successivamente varato con il sistema della infissione a spinta oleodinamica, al di sotto della stessa sede ferroviaria.

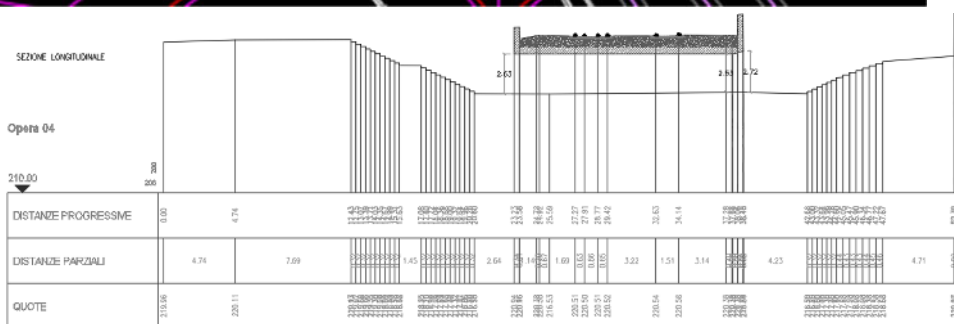
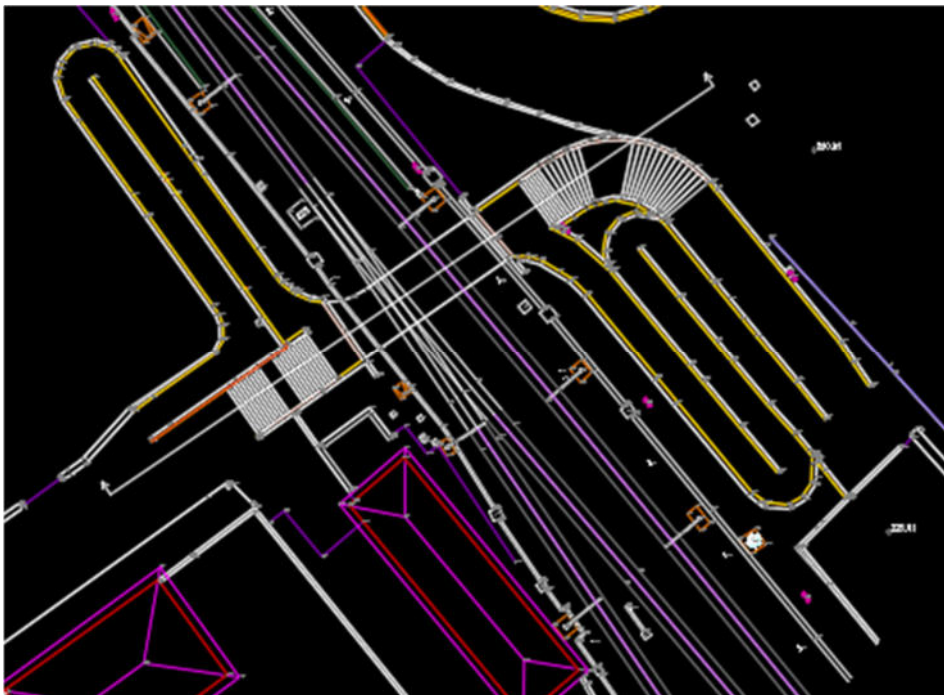


Figura 2: planimetria e profilo sottopasso al km 15+853



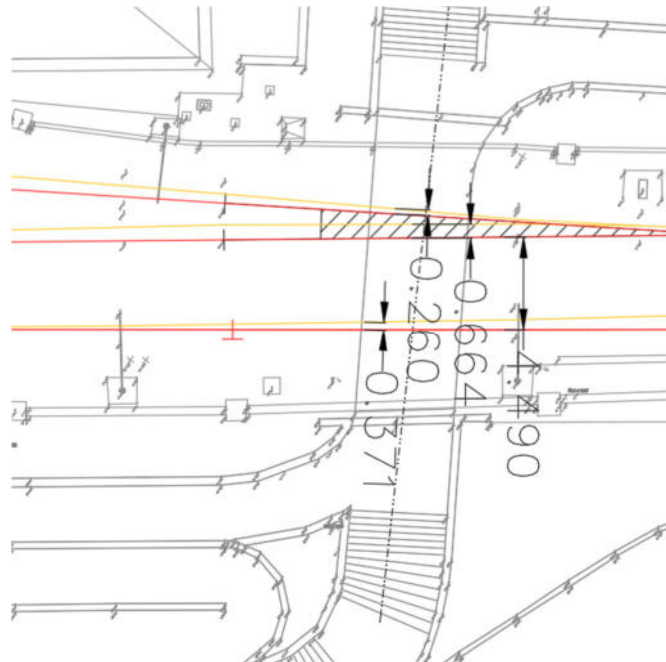
Figura 2: foto sottopasso al km 15+853

La configurazione di progetto del PRG di Assisi prevede lo spostamento dei binari sopra l'opera e la sostituzione dell'attuale deviatoio a 30km/h con un deviatoio a 60km/h.

In particolare il progetto prevede una traslazione dei binari verso il lato Nord del PRG. In particolare l'entità degli spostamenti previsti sono:

- 0.37 m per il binario I
- 0.66 m per il binario II
- 0.26 m per il binario III.

L'interasse di progetto tra i binari è pari a 4.4m.





**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	17 di 28

A partire dal certificato di collaudo (allegato 3) e dalla relazione di calcolo (allegato 4) è possibile determinare che la struttura è verificata per almeno 3 treni di carico del tipo LM71/SW2 contemporanei.

Considerato che la linea è esercita con carichi del tipo C3 e in virtù del piccolo spostamento planimetrico, si ritiene la struttura idonea alla nuova configurazione di progetto.

9 SOTTOVIA CARRABILE PK 15+945

L'opera sotto binario ubicata al km 15+945 è una struttura un calcestruzzo che è stata realizzata realizzata mediante una serie di diaframmi in c.a. nel terreno su cui sono stati realizzati i cordoli per la spinta di un solettone, gettato in opera al di fuori della sede ferroviaria esistente, e successivamente varato con il sistema della infissione a spinta oleodinamica al di sotto della stessa sede ferroviaria.



Figura 5: ubicazione planimetrica sottovia km 15+945



Figura 6: foto sottovia km 15+945



Figura 7: foto sottovia sottovia km 15+945

Nella configurazione esistente, l'opera è interessata da un solo binario, mentre nella configurazione di progetto si prevede di allocarvi due binari posti ad interasse 4m.

A partire dal certificato di collaudo (allegato 5) e dalla relazione di calcolo (allegato 6) è possibile determinare che la struttura è dimensionata e verificata per il passaggio di 2 treni di carico del tipo LM71/SW2 contemporanei.

Si ritiene pertanto la struttura idonea alla presenza di due binari, come da configurazione di progetto.

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
 DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IROB	01	D10	RH OC0000 001	A	20 di 28

10 PONTICELLO PK 15+954

L'esistenza dell'opera in questione è testimoniata dal riscontro nel database INRETE2000.

Sede tecnica	TR5131-SD-OA00-PT0-P02
Descrizione	Ponticello Km. 15,955
Tipo classe	003 Functional location
Classe	S30650 Ponte/viadot/cavalcav/sottopas/sottovia
Tipo opera	PA PONTE AD ARCO
Presenza Elettrificazione	S SI
Anno di progettazione	
Anno ultimazione costruzione	
Anno event. modif. sostanziali	
Treno di calcolo	AN ANTE 1916
Lunghezza complessiva [m]	12,60
n. campate	1
n. campate metalliche	0
Distanza parapetto [m]	3,78
Tipo spalle	F A FUSTO
mater. costitutivo spalle	MM MURATURA DI MATTONI
Presenza muro	
Tipo muro	
mater. costitutivo muro	
Tipo pile	NA NON APPLICABILE
n. pile	0 NR
Mater. costitutivo pile	
Mater. secon. constit. pile	NE NESSUNO
Zona sismica	02 DUE
Ente proprietario	
Altezza parapetto	AN MAGGIORE O UGUALE A CM.100
Posizione piazzali di rifugio	
Dist. piazzali di rifugio [m]	0,00
Impianto monitoraggio	N NO
Tipo mezzo speciale	NE NESSUNO
Materiale Opera	NM NON METALLICA
Div. pian. della manutenzione	AN00

Dai sopralluoghi effettuati l'opera non è risultata visibile/ispezionabile, né si è potuto accertare se ad essa sia realmente associata attualmente ancora una funzione.

Sebbene si ritiene che l'opera si fuori uso, tuttavia in questa fase progettuale, cautelativamente, è stata prevista la demolizione dell'opera e la sua ricostruzione, inserendo il computo delle lavorazioni connesse nella sezione "Opere a Misura".

Nella successiva fase progettuale andrà accertata la reale funzionalità dell'opera e valutata l'opportunità di un eventuale dismissione.

11 SIFONE AL KM 16+239

L'opera esistente è un sifone in calcestruzzo con doppia vasca di dimensioni sotto binario pari a 1.00 (B) x 1.60 (H), ricavate dalla convenzione 550251 non essendo stato possibile, al momento del rilievo, misurare le dimensioni interne dello stesso.



Figura 2: foto sifone km 16+239 dal rilievo

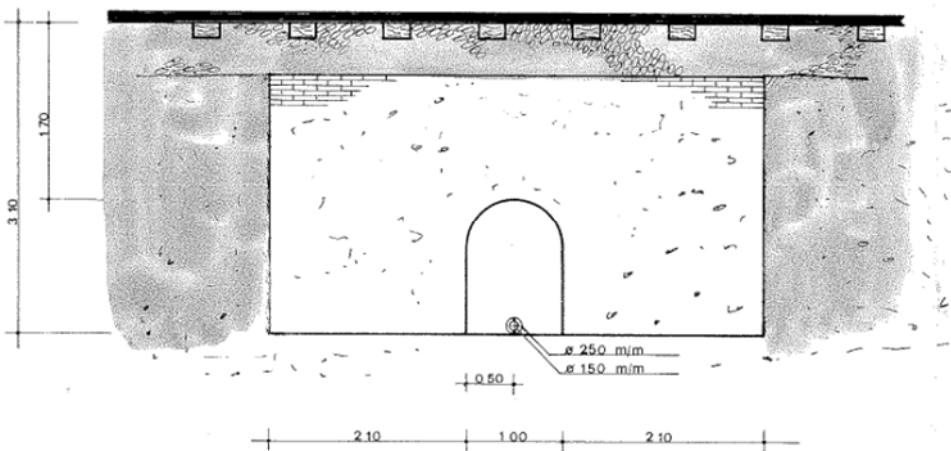


Figura 2: prospetto sifone – rif. convenzione 550251

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	22 di 28

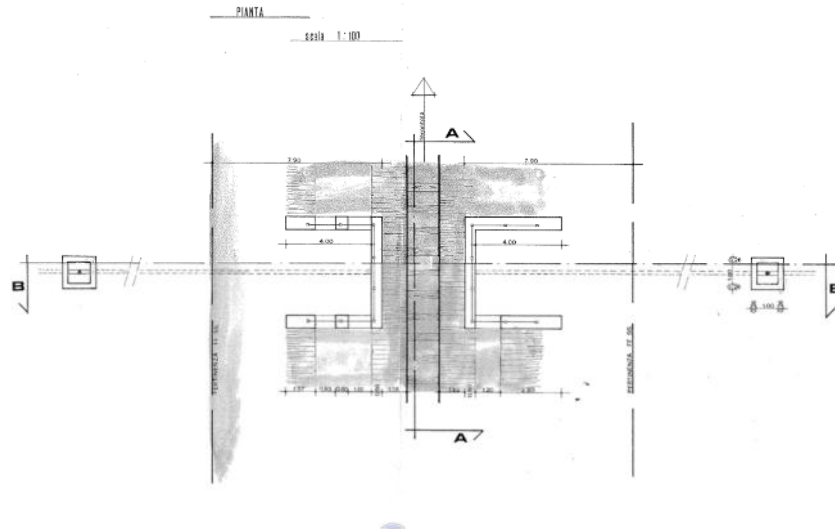


Figura 2: planimetria sifone – rif. convenzione 550251

Per l'opera è prevista la dismissione mediante tombamento.

In particolare si prevede la parziale demolizione (scapitozzatura della parte superiore) fino alla quota di intradosso dello strato di supercompattato e l'intasamento della cavità con calcestruzzo magro.



**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	23 di 28

ALLEGATO 1

ANAS S.p.A.
COMPARTIMENTO PER LA VIABILITA' PER L'UMBRIA
STRADA STATALE 75 "Centrale Umbra"

PROVINCIA DI ASSISI

LAVORI DI: realizzazione di svincoli e connessioni con la viabilita' locale di S. Maria degli Angeli (Assisi) lungo la s.s. n°75 "Centrale Umbra" e la s. r. n°147

PROGETTO: n°1614 del 11.07.2003

DISPOSIZIONE DI APPROVAZIONE PROGETTO: n°12035 del 17.06.2004

IMPORTO: € 8.748.963,18 € 6.201.851,02 per lavori a base di appalto (ivi compresi € 240.253,13 per oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso) ed € 2.547.112,16 per somme a disposizione dell'Amministrazione.

IMPRESA: SPINELLI & MANNOCCHI S.r.l. con sede in Perugia – Strada s. Marco Colle Umberto n°10 C.A.P. 06131

CONTRATTO: IN DATA 22.12.2006 N°18530 DI REP.

ATTO AGGIUNTIVO in data 24.02.2010, n. di Rep. 117.233, Racc. n.18.599

ATTO AGGIUNTIVO in data 14.07.2010, n. di Rep. 117.518, Racc. n.18.788

COD. SIL: PGPG075003L

COLLAUDO STATICO

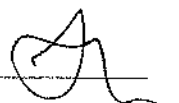
(Art. 7 della legge 5/11/1971 n. 1086)

Relativo all'opera d'arte:

OPERA 3: MONOLITE FERROVIARIO

Sommarario

A) RELAZIONE GENERALE.....	3
1. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	3
2. NORMATIVA.....	4
3. OPERE OGGETTO DI COLLAUDO.....	5
MONOLITE FERROVIARIO al Km 15+098 della linea Foligno-Terontola (Opera n 3).....	5
4. PROGETTO.....	6
5. ENTE APPALTANTE.....	6
6. IMPRESA ESECUTRICE.....	6
7. RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO.....	6
8. DIREZIONE LAVORI.....	7
9. DIRETTORE TECNICO DELL'IMPRESA.....	7
10. DENUNZIA DELLE OPERE - RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA.....	7
11. COLLAUDATORE STATICO DELLE OPERE.....	7
12. ESECUZIONE DELLE OPERE.....	8
13. ANDAMENTO DEI LAVORI.....	8
14. CONSEGNA ED ULTIMAZIONE LAVORI.....	8
15. PERIZIE DI VARIANTE.....	8
1^ PERIZIA DI VARIANTE TECNICA N°1942 DEL 31.01.2008.....	8
2^ PERIZIA DI VARIANTE TECNICA N°1958 DEL 29.07.2009.....	10
16. SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI / PROROGHE.....	11
17. ULTIMAZIONE DEI LAVORI.....	12
18. VISITE DI COLLAUDO E PROVE DI CARICO.....	12
19. RISULTATO DELLE VISITE.....	13
20. PROVE SUI MATERIALI.....	13
21. CONCLUSIONI.....	13
B) COLLAUDO.....	14



A) RELAZIONE GENERALE

1. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il presente certificato di collaudo statico riguarda l'opera in cemento armato denominata "Opere 3: monolite ferroviario" realizzata nel corso dei lavori di costruzione di svincoli e connessioni con la viabilità locale di S. Maria degli Angeli (Assisi) lungo la s.s. n°75 "Centrale Umbra" e la s. r. n°147.

Il progetto complessivo di che trattasi è finalizzato alla realizzazione di svincoli e connessioni con la viabilità locale dell'abitato di S. Maria degli Angeli nel Comune di Assisi.

Con l'assetto viario previsto dal nuovo P.R.G. e adottato per la redazione del progetto in parola, le due parti del territorio separate dalla strada statale n°75 "Centrale Umbra" vengono connesse mediante tracciati stradali che costituiscono il nuovo itinerario, in parte di nuova costruzione ed in parte adeguando tratti di viabilità esistente.

Tale progetto è rivolto ad ottenere un miglioramento ed una razionalizzazione dei collegamenti con le vicine località turistiche, con la s.s. n°75 e con il centro abitato di S. Maria degli Angeli, con notevole riduzione dei disagi all'utenza ed un aumento del livello di sicurezza della circolazione.

Il progetto dei lavori in argomento prevede la realizzazione di due complanari alla s.s. n°75. Quella di destra direzione Perugia – Foligno, per il collegamento con le esistenti strade provinciali per Castelnuovo – Cannara - Tordandrea e alla nuova viabilità che collega via del Caminaccio con via Protomartiri Francescani sotto- passando sia la s.s.n°75 "Centrale Umbra" che via Los Angeles.

Quella di sinistra direzione Foligno – Perugia per il drenaggio del traffico locale, realizzata lungo il tracciato della s.s. n°75 che prevede tre svincoli; il primo con via Protomartiri Francescani presso il cimitero, il secondo con via Francesco Di Bartolo, il terzo con via Los Angeles.

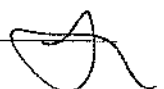
La strada comunale denominata via Valecchie, pur mantenendo il precedente collegamento tra via Protomartiri Francescani con via Carducci viene modificata per consentire l'eliminazione del passaggio a livello della linea ferroviaria Foligno – Terontola mediante la realizzazione di un sottopasso ferroviario costituito in parte da un monolite inserito a spinta sotto il tracciato ferroviario ed in parte da uno scatolare gettato in opera. Le dimensioni del monolite sono state assunte in modo da garantire la possibilità del raddoppio del binario. La pendenza massima nelle rampe è del 7,2%.

Per consentire la realizzazione delle rampe di accesso, senza occupare le aree adiacenti ove sono presenti edifici è prevista la realizzazione di paratie su pali.

Il predetto tracciato comprende anche una rotatoria che raccorda la stessa via Valecchie, con via Protomartiri Francescani e con via Di Bartolo.

Per i pedoni è previsto un solo marciapiede, sopraelevato, della larghezza di m. 2,00, ridotto a m. 1,85 nell'attraversamento della ferrovia. A metà percorso circa, è inserita una rampa a gradini per l'immissione dei pedoni in via Santa Maria Maddalena.

La strada di collegamento di via Cristoforo Cecci con via Protomartiri Francescani è stata progettata in relazione alla sua funzione di connessione tra la s.s. n°75 "Centrale Umbra" e la zona



ferroviaria, per un agevole raggiungimento delle zone centrali e residenziali del centro abitato di Santa Maria degli Angeli dalla zona industriale e dalla sede universitaria del corso di Economia del Turismo.

Per la circolazione pedonale, vengono realizzati sui due lati della viabilità, dei marciapiedi in masselli di cemento autobloccanti su letto di sabbia. In particolare, nella sistemazione viaria, in corrispondenza dell'attraversamento della s. s. n°75, si prevede una viabilità separata per pedoni e ciclisti con la realizzazione di percorsi autonomi che utilizzano il sottopasso a due fornici esistenti.

Nella previsione delle opere necessarie per la captazione delle acque meteoriche, in particolare nei punti di maggior pluviometria, in corrispondenza del sottopasso ferroviario in via Valecchie e nella zona di via del Caminaccio, sono state previste delle vasche di separazione con impianti di sollevamento a pompe multiple e gruppo elettrogeno entro apposito ricovero in entrambi gli impianti.

Altimetricamente il tracciato scorre a piano campagna tranne che nel tratto che sottopassa la linea ferroviaria Foligno – Terontola e la s.s. n°75 “Centrale Umbra” e per quest'ultima, la pendenza massima è del 5,40%.

I raggi delle curve, e le relative pendenze trasversali, sono stati adottati tenendo conto che si tratta di strade urbane con velocità massima di 50 km/h; negli innesti si sono adottati generalmente i raggi interni di m.20,00 salvo ove oggettive difficoltà hanno resa necessaria l'adozione di minori valori (non inferiori comunque a m. 10,00 all'interno).

La restante parte del tracciato è pressoché pianeggiante e prevede la realizzazione di n°3 rotonde stradali di diametro esterno non inferiore a m. 40,00.

La sezione stradale tipo è assimilabile al tipo V delle norme CNR 1980, ma con adattamenti in considerazione del particolare contesto di tipo urbano.

La sovrastruttura stradale sull'asse principale è composta da cm. 50 di misto granulare stabilizzato, cm. 10 di conglomerato bituminoso per strato di base, cm. 4 di conglomerato bituminoso binder e cm. 3 di conglomerato bituminoso per tappeto di usura.

Nei tratti in trincea, in presenza di terreni con buone caratteristiche di portanza, lo spessore della fondazione è ridotto a cm. 40.

2. NORMATIVA

Il calcolo ed il dimensionamento delle strutture sono stati effettuati in conformità alla normativa vigente ed in particolare:

- Legge 5/11/1971, n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica”;
- Legge 2/2/1974, n. 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 27/07/1985 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le costruzioni metalliche”;
- D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare Min. 2/2/2009, n° 617: “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 18/1/2008”.

Le caratteristiche della sollecitazione sono state determinate tenendo anche conto delle varie fasi costruttive delle opere.

3. OPERE OGGETTO DI COLLAUDO

Oggetto del presente certificato di collaudo statico è l'opera denominata "monolite ferroviario" come di seguito descritto.

MONOLITE FERROVIARIO AL KM 15+098 DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA (OPERA N 3)

Il sottopasso ferroviario in c.a. è costituito da una struttura scatolare con una soletta superiore di spessore pari a 100cm, poggiata su piedritti con spessore 100cm e con una soletta di fondazione con spessore 100cm.

Il sottopasso ha una luce netta di 11,35 metri per un'altezza interna di 5,70 metri, per uno sviluppo complessivo della parte coperta di 16,00 metri.

Sul versante OVEST le pareti del monolite proseguono in entrambi i lati con strutture di sostegno oggetto di altra relazione, mentre sul versante EST il manufatto è posto in adiacenza con altra struttura scatolare realizzata in opera, anch'essa oggetto di altra relazione.

Sul lato sinistro del monolite è presente il camminamento pedonale realizzato con un muro in c.a. poggiato sulla platea del monolite e soletta orizzontale superiore, oggetto della relazione sul lato ovest sopra richiamata.

Dalla relazione geotecnica e dalla campagna di indagini effettuata, si rileva che i terreni sono riferibili a depositi alluvionali, con spessori superiori ai 25 + 30 metri, costituiti da sedimenti argillosi associati a limo e sabbia, alternati a strati di sabbia e a strati di ghiaia.

Elaborati Progettuali (Pvt N.1958):

- B-S/01 STRUTTURE IN CA RELAZIONE DI CALCOLO
- RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
- C-07/01 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE
- PLATEA DI VARO - BLOCCO DI SPINTA - ZATTERE DI APPOGGIO
- C-07/02 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE
- POSIZIONAMENTO MONOLITE AD INIZIO SPINTA SEZIONE TRASVERSALE (CASSERATURE)
- C-07/03 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE POSIZIONAMENTO MONOLITE A FINE SPINTA
- C-07/04 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE CARPENTERIE ED ARMATURE - SEZIONE TRASVERSALE
- C-07/05 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE CARPENTERIE ED ARMATURE - SEZIONE LONGITUDINALE
- C-07/06 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE FASI DI SPINTA
- C-07/07 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE ARMATURE MONOLITE - PARTICOLARI
- C-07/08 SOTTOPASSO FERROVIARIO - MANUFATTO MONOLITE CARPENTERIE ARMATURE SPERONI - PARTICOLARI

Materiali Impiegati :



I materiali impiegati sono i seguenti:

- calcestruzzo per strutture di fondazione ed elevazione Rck 35 Mpa;
- armature in acciaio ad aderenza migliorata FeB44k controllato in stabilimento.

4. PROGETTO

Il progetto esecutivo in argomento è stato redatto sulla base di un precedente progetto definitivo sul quale la Conferenza dei servizi, convocata presso il Provveditorato alle OO.PP. per l'Umbria, ha espresso parere favorevole nella seduta del 27.05.2003.

La progettazione è stata eseguita dal Compartimento della Viabilità per l'Umbria che si è avvalso dell'assistenza alla progettazione di alcuni progettisti specialistici esterni il cui onere, a seguito di accordo stipulato fra le parti, è stato attribuito alle Ferrovie dello Stato S.p.A., Comune di Assisi e ANAS S.p.A..

I suddetti progettisti sono stati coordinati dall'Ing. Mario Serra con studio in Perugia, il quale ha redatto anche il Piano di sicurezza e coordinamento.

A seguito di esigenze sopraggiunte nel corso dei lavori e rientranti nelle previsioni normative di specie, si è proceduto alla redazione di due perizie di variante prot. n. 1942 del 31.01.2008 e prot. n. 1958 del 29.07.2009, sottoscritte dal Direttore dei Lavori Ing. Mauro Bomparola, funzionario del Compartimento ANAS di Perugia e dall'impresa esecutrice, allegare agli atti dell'appalto.

Le opere sono state eseguite nel rispetto delle sopra richiamate perizie di variante approvate, del progetto costruttivo redatto dall'impresa, oltre che nel rispetto delle disposizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori.

5. ENTE APPALTANTE

ANAS SpA – Compartimento della Viabilità per l'Umbria con sede in Perugia.

6. IMPRESA ESECUTRICE

Con Disposizione n°18800 del 11.10.2005, il Compartimento della Viabilità per l'Umbria ha approvato in via definitiva l'esito della gara per Pubblico incanto aggiudicando l'appalto dei lavori in argomento all'Impresa SPINELLI & MANNOCCHI S.r.l. con sede in Perugia – Strada s. Marco Colle Umberto n°10 C.A.P. 06131, con il ribasso d'asta del 14,82015% e quindi per l'importo netto di € 5.318.333,27 comprensivo degli oneri per la sicurezza di € 240.253,13.

Successivamente la Direzione Centrale Lavori con nota prot. n°CDG-42991-P del 08.05.2006 ha disposto il quadro economico progettuale con la riduzione di spesa di € 1.060.221,30 di cui € 883.517,75 per lavori ed € 176.703,55 per oneri IVA per l'importo complessivo di € 7.688.741,88.

7. RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dall'inizio dell'appalto le funzioni di Responsabile del Procedimento sono state svolte dall'Ing. Fausto BRUGIATI – Dirigente Tecnico del Compartimento ANAS dell'Umbria.

In data 25.06.2008, con Dispositivo del Presidente dell'ANAS n.132, le suddette funzioni sono state assegnate all'Ing. Andrea PRIMICERIO, fino all'ultimazione dei lavori.

8. DIREZIONE LAVORI

Con Dispositivo Comp.le del 23.06.2004 è stato costituito l'Ufficio di Direzione Lavori come di seguito riportato:

- Direttore Lavori, Ing. Mauro Bonparola;
- Direttore Operativo, Geom. Sergio Caruso;
- Ispettore di Cantiere, Sig. Gianfranco Garofani.

Con Dispositivo Comp.le del 19.01.2007 e decorrenza 22.01.2007, il sig. Lino Scarinci è stato nominato Ispettore di Cantiere in sostituzione del sig. Gianfranco Garofani.

Con O.d.S. del 06.02.2008, prot. CPG 2537-I e decorrenza immediata, il geom. Sergio Caruso è stato sostituito nella funzione di Direttore Operativo dal geom. Francesco Paroli.

Con O.d.S. del 07.10.2008, prot. CPG 21271-I e decorrenza 13.10.2008, il geom. Gianpaolo Sgromo è assegnato a svolgere la funzione di Ispettore di Cantiere.

Con Disposizione Comp.le del 27.02.2009, prot. CPG 4786-I, per il periodo dal 02.03.2009 al 25.05.2009 il geom. Gianpaolo Sgromo ha assunto l'incarico di facente funzioni di Direttore Operativo in luogo del geom. Francesco Paroli.

Con Dispositivo Comp.le del 05.06.2009, prot. CPG 12357-I e decorrenza immediata, il geom. Maurizio Romolini è stato nominato Direttore Operativo in sostituzione del geom. Francesco Paroli.

9. DIRETTORE TECNICO DELL'IMPRESA

La Direzione tecnica dell'impresa esecutrice è stata svolta dall'Ing. Gianni Baldassarri,

10. RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA

Le disposizioni degli artt.4 e 6 L. n.1086/71 non si applicano, trattandosi di opere costruite per conto dello Stato.

Al presente certificato di collaudo statico si allega la relazione a strutture ultimate dell'opera n. 3 "monolite ferroviario" sottoscritta dal Direttore dei Lavori, per formarne parte integrante (Allegati A).

11. COLLAUDATORE STATICO DELLE OPERE

Per i lavori in argomento, la Direzione Generale dell'ANAS S.p.A., ha disposto il collaudo in corso d'opera e finale con la nomina del sottoscritto Ing. Antonio Marasco, giusta nota del 18.09.2009, prot. CDG 131110-P, con l'incarico inoltre di effettuare il collaudo statico delle opere d'arte previste in progetto, ai sensi dell'art.7 della Legge 05.11.1971 n.1086.

12. ESECUZIONE DELLE OPERE

La costruzione delle opere è avvenuta nel periodo di esecuzione dei lavori a partire dalla data di consegna, parziale di cui al verbale in data 05.02.2007 e successivamente con verbale di consegna definitivo, in data 09.05.2007.

13. ANDAMENTO DEI LAVORI

Da quanto risulta agli atti, i lavori inerenti le strutture in c.a., c.a.p. si sono svolti secondo i relativi progetti esecutivi e gli ordini e le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori dell'Ente Appaltante.

14. CONSEGNA ED ULTIMAZIONE LAVORI

I lavori sono stati consegnati all'Impresa SPINELLI & MANNOCCHI S.r.l. – Perugia, con verbale di consegna parziale, in data 05.02.2007 e successivamente con verbale di consegna definitivo, in data 09.05.2007.

Il tempo contrattuale decorrente dalla data della consegna definitiva era fissato in 750 giorni, per cui l'ultimazione dei lavori era prevista in data 28.05.2009.

A seguito di approvazione delle perizie di variante e di proroghe del termine di ultimazione concesse dal Responsabile del Procedimento nel corso dei lavori il termine degli stessi è stato differito sino al 22/04/2011, come si illustrerà in apposito paragrafo.

15. PERIZIE DI VARIANTE

Durante il corso dei lavori sono state redatte n. 2 perizie di variante che di seguito sinteticamente si illustrano.

1^ PERIZIA DI VARIANTE TECNICA N°1942 DEL 31.01.2008

In seguito alla consegna dei lavori, per tener conto degli adeguamenti normativi e sopravvenute esigenze imprevedute ed imprevedibili e per una razionalizzazione e miglioramento funzionale delle opere previste, il Compartimento della Viabilità per l'Umbria, in pieno accordo con l'Impresa appaltatrice, previo parere favorevole dal progettista, ha redatto la Perizia di Variante Tecnica n°1942 del 31.01.2008 che ha introdotto le seguenti variazioni esecutive che sinteticamente si descrivono:

- **Movimenti di matricie**

A seguito della consegna lavori è stata condotta dall'Impresa in accordo con il Compartimento, una campagna di saggi lungo l'intero tratto, la quale ha evidenziato la presenza di terreni le cui caratteristiche non erano esattamente conformi alle prescrizioni del Capitolato. Inoltre, sono stati trovati dei residui di vecchie discariche di cui non si aveva memoria.

Per tali suddetti motivi, per l'impossibilità del previsto utilizzo di parte dei materiali di scavo, nonché per la presenza di numerose interferenze che rendevano inattuabili le previsioni e le tempistiche riportate nel crono- programma lavori, si è proceduto a ricalibrare l'intervento riguardante i movimenti di materie.

- **Pavimentazioni, marciapiedi e lavorazioni minori**

Sono stati eliminati gli interventi sulla pavimentazione esistente lungo la s.s. n°75 “Centrale Umbra”, in quanto già realizzati recentemente dal Compartimento Area Esercizio, con interventi di manutenzione straordinaria.

In accordo con il Comune di Assisi, è stato stralciato il marciapiede di monte della viabilità zona Valecchie e lo strato di usura relativo alla viabilità comunale.

- **Opere d'arte secondarie**

Alcuni muri di sostegno, previsti in cemento armato, sono stati realizzati in terre rinforzate.

- **Opere idrauliche**

Sono stati calibrati gli interventi di regimazione idraulica delle acque meteoriche non alterando l'impostazione progettuale.

- **Pubblica illuminazione**

In accordo con il Comune di Assisi, è stato modificato l'intervento relativo alla pubblica illuminazione, prevedendo le predisposizioni delle canalizzazioni e dei basamenti.

- **Barriere di sicurezza**

In materia di protezione marginale dei rilevati stradali, per l'adeguamento alle vigenti normative, è stato ricalibrato l'intervento di fornitura e installazione delle barriere di sicurezza.

- **Espropriazioni**

Con l'applicazione del T.U. per le espropriazioni, non in vigore al tempo della stesura del progetto, le aree espropriate ricadenti nell'area edificata di S. Maria degli Angeli, hanno assunto dei nuovi valori ai sensi degli artt. 32, 37 e 33, dei listini prezzi degli immobili editi dalla C.C.I.A.A. di Perugia per il 1° trimestre 2005 e per costante giurisprudenza. Per quanto sopra, le somme per le varie indennità ammontano ad € 2.230.000,00 con un incremento di € 1.800.000,00. Tali maggiori occorrenze sono state comunicate alla Direzione con nota prot. n°11431 del 01.06.2005, trasmissione Proposta di Contratto di Programma Triennale 2006 – 2008, all. C n°7 dell'elenco, per l'importo di € 1.800.000,00.

- **Eliminazione interferenze**

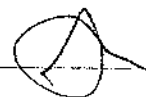
In base alle disposizioni degli Enti gestori (ENEL, Acquedotto, Gasdotto, Fognature, TELECOM, ecc.) si è reso necessario adeguare gli spostamenti dei numerosi sottoservizi presenti. L'eliminazione delle innumerevoli interferenze da parte dei suddetti Enti gestori, comporta un incremento di quanto preventivato.

- **Cabina elettrica Tacconi**

La realizzazione dei lavori, rende impraticabile l'accesso alla cabina elettrica esistente. Per tale motivo si è trovato un accordo tra le parti interessate (ENEL, FOM TACCONI, EDILTACCONI) per uno spostamento della stessa e parziale accollo delle somme necessarie da parte della proprietà Tacconi.

Con nota n° CDG-90229-P del 30.06.2008 il C.d.A. nella seduta del 24.06.2008 e Delibera n.84, ha approvato la suddetta perizia di variante tecnica. Con Dispositivo n° CDG-92781-P del 07.07.2008, il Presidente dell'ANAS S.p.A. ha disposto di dare attuazione alla delibera n°84 del 24.06.2008 con la quale il Consiglio di Amministrazione dell'ANAS S.p.A. ha approvato la perizia di variante tecnica n°1942 del 31.01.2008.

Per l'esecuzione dei diversi e variati lavori della perizia in esame, è stato concesso un maggior tempo utile contrattuale di giorni 100.



2^ PERIZIA DI VARIANTE TECNICA N°1958 DEL 29.07.2009

A seguito di adeguamenti normativi e sopravvenute esigenze imprevedute ed imprevedibili dovute essenzialmente al particolare contesto in cui si sono svolti i lavori, ed ad una razionalizzazione ed miglioramento funzionale delle opere previste, il Compartimento della Viabilità per l'Umbria, in pieno accordo con l'Impresa appaltatrice, ha redatto la Perizia di Variante Tecnica n°1958 del 29.07.2009 che ha introdotto le seguenti variazioni esecutive.

- **Spostamento sottoservizi:**

Trattandosi di ambiente urbano e densamente abitato, in considerazione delle numerose richieste effettuate dagli Enti gestori dei sottoservizi si è reso necessario operare delle ulteriori modifiche allo spostamento dei sottoservizi medesimi.

- **Adeguamento segnaletica:**

La segnaletica orizzontale e verticale originariamente prevista si è dovuta adeguare in base alle vigenti normative e disposizioni. Su richiesta delle Autorità comunali, si è reso necessario integrare la sopraddetta segnaletica nelle zone urbane.

- **Sottopasso ferroviario zona Ediltacconi e Fonderie Tacconi:**

A causa dei ridotti spazi espropriativi in adiacenza alle due attività industriali ed al teatro cittadino, nonché in presenza di alcuni sottoservizi, si è reso necessario prolungare ed integrare le paratie di contenimento fino alla sommità dell'attuale sede stradale al fine di non comprometterne la stabilità. E' risultato inoltre, necessario realizzare, con parziale accollo delle spese da parte dell'ANAS S.p.A., un modesto sovrappasso per ripristinare il collegamento esistente tra le due attività industriali adiacenti al manufatto ferroviario.

- **Fognatura Caminaccio:**

A causa dell'imprevista presenza di sottoservizi che condizionano la livelletta di progetto, è stato modificato il percorso della fognatura delle acque bianche sollevate nella zona del Caminaccio, adeguando la tipologia della tubazione, ottenendo nulla-osta al passaggio in proprietà privata in seguito ad accordo bonario dei proprietari dei fondi con il Comune di Assisi. Inoltre a causa della realizzazione di nuovi insediamenti urbani nel tratto tra via Los Angeles e Via Protomartini Francescani, su richiesta del Comune di Assisi, è stata collegata alla fognatura realizzata, a valle dell'impianto di sollevamento e a cura della impresa esecutrice dell'urbanizzazione, una condotta fognaria di cui è stata trasmessa all'ANAS una relazione idraulica per tener conto dell'ulteriore afflusso di acque bianche.

- **Barriera integrata:**

In considerazione dei ridotti spazi espropriativi a disposizione, trattandosi di lavori in ambito prevalentemente urbano, al posto della classica barriera fonoassorbente, è stata adottata una barriera antirumore integrata con la barriera di protezione laterale, impiantata su cordolo in cls armato poggiante su profilati metallici infissi.

- **Marciapiede via Borsi e rotonda innesto con la s.r. n°147 "dir":**

Per il completamento del percorso pedonale lungo via Borsi, si è reso necessario il prolungamento di un tratto di marciapiede, altrimenti interrotto a causa della realizzazione della strada di collegamento tra via Valecchie e la s.r.n°147 "dir".

Su richiesta del Comune di Assisi, al fine di garantire migliori condizioni di sicurezza e fluidità per la circolazione stradale in corrispondenza dell'innesto di via Borsi con la s.r. n°147 "dir", al posto dell'incrocio a T previsto nel progetto, è stata realizzata una rotonda.

- **Collettore di scarico acque bianche zona Ferrovia:**

Previa relazione del progettista, con nota acquisita presso questo Compartimento in data 08.05.2009 n. CPG-10250-A, le R.F.I. hanno autorizzato l'intervento, favorevolmente condiviso dal Comune di Assisi, consistente nel prolungamento del collettore di scarico delle acque bianche compromesso dalla modifica dello stato dei luoghi. Il nuovo collettore attraversa la linea ferroviaria su manufatto idraulico esistente per poi allacciarsi al collettore principale della linea di smaltimento dell'abitato di S. Maria degli Angeli.

- **Bonifiche varie, integrazione opere idrauliche e miglioramenti funzionali:**

Nel corso delle lavorazioni, in adiacenza alla s.s. n°75 "Centrale Umbra" sono state rinvenute alcune linee di scarico delle acque bianche, di cui non si aveva conoscenza. Pertanto si è proceduto al loro consolidamento e prolungamento. Si è dato corso anche, ad un approfondimento localizzato, delle bonifiche in alcune limitate zone dei tracciati stradali e modifica della livelletta in corrispondenza di via Los Angeles.

- **Pavimentazione strade comunali:**

Al fine di assicurare adeguati valori del coefficiente di attrito radente sulle strade comunali, si è steso un bynder transitabile anziché bynder tradizionale.

Con delibera n° 204 del 01.12.2009 il C.d.A. ha approvato la suddetta perizia di variante tecnica. Con nota n° CDG-184385-P del 16.12.2009, il Presidente dell'ANAS S.p.A. ha disposto di dare attuazione alla delibera n°204 del 01.12.2009 con la quale il Consiglio di Amministrazione dell'ANAS S.p.A. ha approvato la perizia di variante tecnica n°1958 del 29.07.2009.

Per l'esecuzione dei diversi e variati lavori della perizia in esame, è stato concesso un maggior tempo utile contrattuale di giorni 45.

16. SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI / PROROGHE

- Con verbale in data 09.05.2007 vennero consegnati i lavori all'Impresa per un tempo contrattuale di giorni 750 e perciò cessanti il giorno 28.05.2009.
- Con la PVT n°1942 del 31.01.2008 è stata concessa all'Impresa una proroga di giorni 100 per il termine delle lavorazioni che devono essere concluse il giorno 05.09.2009.
- Con nota del 09.07.2009 l'Impresa ha fatto richiesta di protrazione del termine di ultimazione. Con risposta all'istanza di proroga del 28.07.2009, la D.L. ha accolto parzialmente la richiesta concedendo una proroga al tempo contrattuale di giorni 400 e pertanto le lavorazioni devono essere concluse il giorno 10.10.2010.
- Con la PVT n°1958 del 29.07.2009, a seguito della quale con O. di S. n°7 veniva concessa una proroga di giorni 45 per il termine delle lavorazioni che devono essere concluse il giorno 24.11.2010.
- Con nota del 23.09.2010 l'Impresa ha fatto richiesta di protrazione del termine di ultimazione.
- Con risposta all'istanza di proroga del 08.10.2010, la D.L. ha accolto parzialmente la richiesta concedendo una proroga al tempo contrattuale di giorni 120 e pertanto le lavorazioni devono essere concluse il giorno 24.03.2011.
- Con nota del 21.01.2011 l'Impresa ha fatto richiesta di protrazione del termine di ultimazione.
- Con risposta all'istanza di proroga del 21.02.2011, la D.L. ha accolto parzialmente la richiesta concedendo una proroga al tempo contrattuale di giorni 29 e pertanto le lavorazioni devono essere concluse il giorno 22.04.2011.

17. ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Come risulta dal certificato di ultimazione dei lavori, redatto ai sensi dell'art. 172, comma 2 del D.P.R. 554/99, gli stessi sono terminati il 22.04.2011 e quindi in tempo utile.

18. VISITE DI COLLAUDO E PROVE DI CARICO

La prima visita di collaudo è stata effettuata nei giorni 27 e 28 giugno 2013, previo avviso dato al Responsabile del Procedimento e al Direttore dei Lavori con nota n. CAO-0005119-P del 19/06/2013.

Nel corso della visita il collaudatore ha effettuato una ricognizione generale dell'intero lotto in esercizio, constatando il buono stato di conservazione delle opere eseguite e già aperte al traffico, così come riportato in al presente atto (**Allegato n. 1**). Non sono state rilevati difetti, mancanze o segni esteriori di anomalie pregiudizievoli della funzionalità delle opere eseguite.

Durante il corso della visita sono state altresì eseguite a campione sulla scorta degli elaborati progettuali, prove sclerometriche, misurazioni, carotaggi e riscontri, così come illustrato nella documentazione riportata in **Allegato n. 2** al presente atto, il cui esito è stato ritenuto soddisfacente.

Il completamento delle operazioni di collaudo dell'opera di che trattasi è stato rinviato all'esecuzione della prova di carico sull'opera d'arte "monolite ferroviario" (opera n. 3) per la quale il sottoscritto collaudatore aveva richiesto, con nota prot. CAQ-5119-P del 19/06/2013, un aggiornamento delle modalità di prova in relazione ai carichi di collaudo applicati e della possibilità di reperire specifico locomotore da parte di RFI.

In data 07.11.2013 è stata effettuata, sul luogo dei lavori sito in S. Maria degli Angeli nel Comune di Assisi (PG), la seconda visita di collaudo riguardante l'esecuzione della prova di carico sul monolite ferroviario eseguita secondo l'elaborato di prova allegato al presente documento (**Allegato B**) redatto sulla base delle prescrizioni impartite dal sottoscritto collaudatore.

Previo avviso dato al Direttore dei Lavori e all'impresa appaltatrice alla visita di collaudo sono intervenuti, oltre al sottoscritto Collaudatore, i signori:

per l'ANAS S.p.A.

- Ing. Mauro Bonparola, Direttore dei Lavori;
- Geom. Maurizio Romolini, Direttore Operativo.

per l'Impresa Appaltatrice

- Ing. Gianni Baldassarri, Direttore Tecnico dell'impresa appaltatrice.

Il sottoscritto Collaudatore, alla presenza continua di tutti gli intervenuti e sulla scorta degli elaborati tecnici dell'appalto, ha proceduto a dar corso alla prova di carico statico sul monolite ferroviario le cui modalità operative e di carico, riportate in apposita relazione agli atti del collaudo, sono state preventivamente condivise e concordate con la Direzione dei Lavori, con i tecnici di RFI e sottoscritte dall'Impresa appaltatrice e dal progettista dell'opera d'arte.

La prova di carico è stata effettuata dal laboratorio ufficiale R.E.S. di Foligno (PG) alla presenza oltre che dei tecnici sopra menzionati, anche del Capo Tronco di RFI, Sig. Alessandro Tofi.

Al termine della prova di carico, dalla lettura degli strumenti di misura durante l'esecuzione della prova medesima, fino a completo scarico della struttura e anche dall'osservazione visiva degli elementi strutturali nel periodo considerato, si è potuto constatare il comportamento elastico della struttura e la sua deformazione sostanzialmente coerente con i valori di calcolo attesi (**Allegato 3**).



A conclusione della visita, il collaudatore ha chiesto alla Direzione Lavori e all'Impresa la trasmissione di ulteriori notizie ed elementi documentali, compresi i formali risultati della prova di carico e delle prove sclerometriche effettuate in occasione della precedente visita di collaudo che, qualora ritenuti soddisfacenti ai fini della stesura del certificato di collaudo finale, non richiederanno ulteriore sopralluogo del collaudatore medesimo.

19. RISULTATO DELLE VISITE

Da quanto si è potuto riscontrare ed accertare nel corso della visita di collaudo, nonché dalle dichiarazioni fornite dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa, si è tratto il convincimento che le opere realizzate corrispondono alle prescrizioni del progetto e delle successive perizie di V.T. approvate e che, nella loro esecuzione, sono stati impiegati materiali idonei e magistero appropriato.

Per tutto ciò che non è stato possibile ispezionare direttamente, perché non più ispezionabile o di difficile controllo e verifica, la Direzione dei Lavori e l'Impresa hanno dato ampia assicurazione della piena rispondenza fra le condizioni stabilite dal Contratto di Appalto - ed i suoi allegati - ed i lavori eseguiti.

In esito alle visite di collaudo effettuate la Direzione Lavori, con nota del 06.05.2014, prot. CPG-0008675-P (Allegato 4: trasmissione esiti prove sclerometriche, rapporto di prova di carico sul monolite ferroviario e dichiarazioni di conformità installazione barriere di sicurezza) ha positivamente riscontrato le richieste avanzate dal sottoscritto collaudatore, trasmettendo gli ulteriori elementi necessari alla redazione del presente certificato di collaudo finale.

Gli esiti delle prove di carico statico eseguite sono pertanto risultati soddisfacenti.

20. PROVE SUI MATERIALI

Al fine di verificare la rispondenza delle caratteristiche dei materiali posti in opera rispetto a quanto previsto in progetto sono state eseguite nel corso dei lavori prove di laboratorio, da parte del laboratorio ufficiale ISTDIL S.p.A. con sede in Perugia – S. Andrea delle Fratte, via P. Soriano n. 5/E, autorizzato dal Ministero dei LL.PP., ai sensi e per gli effetti dell'art. 20 della Legge n.1086 del 5.11.1971.

In considerazione del volume di calcestruzzo, delle armature poste in opera e delle giornate di getto la Direzione dei Lavori ha effettuato i prelievi di calcestruzzo e di acciaio in numero e frequenza tale da rispettare il dettato normativo di riferimento, come risulta dalle relazioni a strutture ultimate prodotte dal Direttore dei Lavori e dalla documentazione in atti (rif. prot. N. CPG-7628-P del 11-4-2012).

Sulla base di quanto riportato dal D.L. nella relazione a strutture ultimate dell'opera n. 3 "monolite ferroviario" descritto al paragrafo 1, i risultati sulle prove di schiacciamento dei cubetti di calcestruzzo hanno dato esito positivo.

21. CONCLUSIONI

Le certificazioni rilasciate dai laboratori ufficiali relativamente alle risultanze delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati a piè d'opera, a quelle in sito condotte su pali e tiranti hanno evidenziato una buona corrispondenza del materiale impiegato alle prescrizioni di Capitolato ed alle indicazioni contenute nelle relazioni di calcolo.

Per l'esecuzione della prova di carico statico sull'opera d'arte oggetto del presente certificato di collaudo statico il Direttore dei Lavori ha acquisito specifica relazione di progetto della prova da parte dell'impresa esecutrice modificata in base alle indicazioni prescritte dallo scrivente collaudatore.

Dai risultati della prova di carico statico eseguita e dalle ulteriori richieste del sottoscritto collaudatore come illustrate al paragrafo 19 "risultato della visite" si rileva una buona corrispondenza del materiale impiegato alle prescrizioni di Capitolato ed alle indicazioni contenute nelle relazioni di calcolo.

B) COLLAUDO

Il sottoscritto Collaudatore

VISTO CHE:

- il dimensionamento delle strutture è stato condotto nel rispetto delle norme della scienza delle costruzioni e delle norme tecniche di calcolo richiamate dal regolamento di attuazione della L. 05/11/1971 n. 1086, nonché delle normative vigenti;
- l'esecuzione dell'opera è avvenuta in conformità al progetto ed alle disposizioni emanate dalla direzione tecnica dei lavori;
- la qualità, la provenienza e le tipologie dei materiali impiegati corrispondono ai requisiti posti alla base dei calcoli e delle prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008;
- le prove di laboratorio eseguite sui prelievi di calcestruzzo e delle armature metalliche hanno fornito elementi di giudizio sufficienti a ritenere la strutture rispondenti ai fini statici di sicurezza;
- sono stati effettuati riscontri con i disegni esecutivi approvati, che hanno avuto esito positivo;
- per quanto non è più ispezionabile, di difficile ispezione o non è stato ispezionato, il Direttore dei Lavori e l'Impresa hanno assicurato la perfetta corrispondenza fra le condizioni stabilite ed i lavori eseguiti;

CONSIDERATO

l'esito favorevole degli accertamenti espletati a struttura ultimata;

VISTI

gli artt. 7 e 17 della legge 05/11/1971 n. 1086

DICHIARA

che l'opera in acciaio e calcestruzzo armato normale denominata "monolite ferroviario al km 15+098 della linea foligno-terontola (opera n 3)" eseguite dall'impresa SPINELLI & MANNOCCHI S.r.l. con sede in Perugia – Strada s. Marco Colle Umberto n°10 C.A.P. 06131, in base agli elaborati di progetto esecutivo e di perizie di variante approvate

E' STATICAMENTE COLLAUDABILE

come con il presente atto si collauda, ai sensi e per gli effetti della legge 05/1/1971 n° 1086.

L'Aquila, 21-12-2016

Il Collaudatore Statico
(Dott. Ing. Antonio MARASCO)

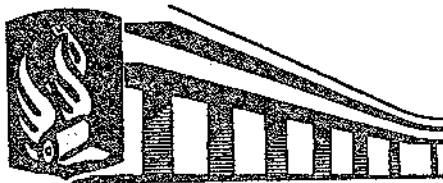


**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	24 di 28

ALLEGATO 2



ANAS S.p.A.

Compartimento della Viabilità per l'Umbria

S.S. 75 – S.S. 147

SVINCOLI E CONNESSIONI CON VIABILITA' LOCALE
DELL' ABITATO DI S.MARIA DEGLI ANGELI – ASSISI

PROGETTO ESECUTIVO

C

TRONCO TRA VIA DI BARTOLO E STRADA VALECCHIO
CON SOTTOVIA FERROVIA FOLIGNO-TERONTOLA
(A CURA RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.)

C-S/01

GIUGNO 2003

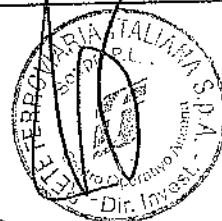
agg. NOVEMBRE 2006

agg.

agg.

agg.

MANUFATTO MONOLITE
RELAZIONE DI CALCOLO

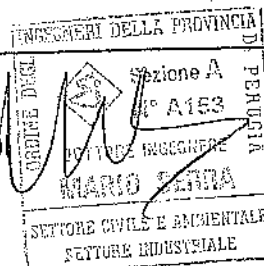


PROGETTO :

ING. MARIO SERRA – ING. GABRIELE ANTERI – ING. GIOVANNI ORLANDO

DOTT. FRANCESCO RUSSOTTO GEOLOGO

STUDIO SERRA VIA A. VECCHI 95 – PERUGIA



IL GEOMETRA CAPO NUCLEO

L' INGEGNERE CAPO CENTRO

L' INGEGNERE CAPO

Perugia,

Prot. n°

MONOLITE

RELAZIONE DI CALCOLO

INTRODUZIONE

La relazione di calcolo del monolite che verrà varato a spinta sotto la linea ferroviaria lenta Terontola - Foligno in prossimità della stazione di Santa Maria degli Angeli, è stata eseguita secondo le direttive relative ai carichi e sovraccarichi dei ponti ferroviari emanate dalle Ferrovie dello Stato il 02 giugno 1995, e nel rispetto delle norme tecniche per il calcolo e l'esecuzione delle strutture in c.a. di cui al D.M 09/01/96.

ANALISI DEI CARICHI AGENTI

Carichi permanenti (1-3)

Carichi permanenti portati (1-3-2)

peso massicciata

peso armamento

peso impermeabilizzazione 1800 Kg/mc

Essendo lo spessore del ballast di circa 1,2 metri avremo:

$$1800 \text{ Kg/mc} \times 1,2 \text{ m} = 2160 \text{ Kg/mq}$$

Barriera antirumore

prevede la possibilità di realizzare, lungo i due lati minori, la barriera antirumore alta 4 ml.

Considerando un peso della medesima pari a 600 Kg/mq avremo:

$$600 \text{ Kg/mq} \times 4,00 \text{ m} = 2400 \text{ Kg/ml}$$

Azioni Variabili (1-4)

Vengono considerati quali carichi agenti i treni di carico tipo SW/0 ed SW/2.

Coefficienti di incremento dei carichi

Coefficiente α

coefficiente α per ponti di categoria A è pari ad:

1.1 --- con treni di carico SW/0;

1.0 --- con treni di carico SW/2;

Carichi sui Marciapiedi (1-4-1-4)

Nelle zone esterne prossime agli ultimi binari è previsto un carico accidentale uniformemente ripartito di 1000 Kg/mq.

Effetti Dinamici 1-4-2

Coefficiente ϕ

La linea viene considerata, a favore di sicurezza, a ridotto standard manutentivo.

coefficiente ϕ_3 di incremento del carico è pari a:

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \quad \text{dove}$$

ϕ è la lunghezza caratteristica.

Nella tabella 1-4-2-3, essendo la struttura uno scatolare, di cui al punto 5.4, equiparato ad una trave continua a tre luci di cui al punto 5.2, avremo:

$$L_\phi = K \cdot L_m$$

$$\text{dove } K = 1,3 \text{ e } L_m = \frac{1}{3}(6,2 + 6,2 + 12,15) = 8,18m$$

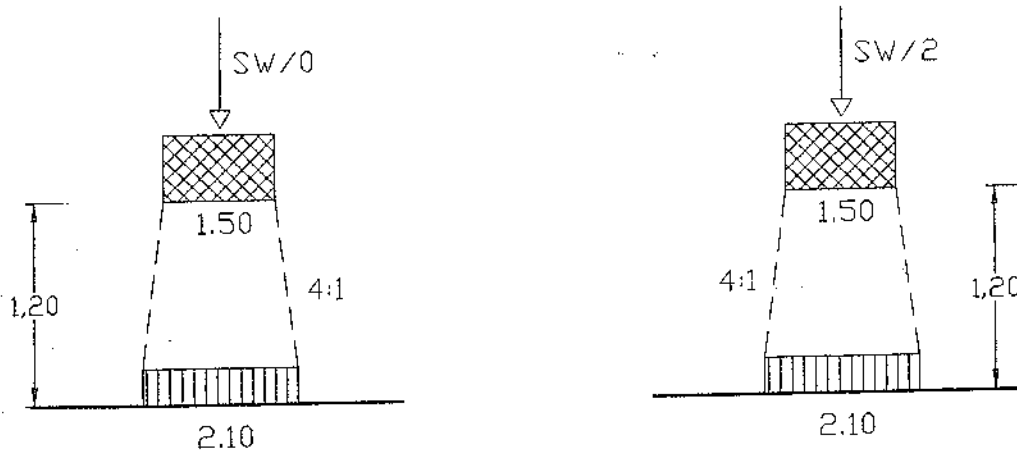
$$\text{per cui } L_\phi = 13 \cdot 8,18 = 10,64m$$

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{10,64 - 0.2}} + 0.73 = 1,44$$

Caratteristiche dei Treni di Carico SW

Tipo di carico	q_{vk} [KN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Nel ballast la ripartizione dei carichi avviene con un valore di 4:1.



Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast.

Treno di carico SW/0 (sollecitazione sulla soletta)

$$l = \frac{q_{vk}}{2.1} \cdot \alpha \cdot \phi = \text{carico sulla soletta del manufatto}$$

$$l = \frac{13300}{2.1} = 6333 \cdot 1.1 \cdot 1.44 = 10032 \text{ Kg/m}^2$$

Treno di carico SW/2

$$l = \frac{15000}{2.1} = 7143 \cdot 1.0 \cdot 1.44 = 10285 \text{ Kg/m}^2$$

Forze Orizzontali (1-4-3)

La linea ferroviaria, nel tratto considerato è in rettilineo, di conseguenza non vi sono forze centrifughe.

Le forze orizzontali agenti sono solo quelle dovute al serpeggio ed alla frenatura od avviamento.

Serpeggio (1-4-3-1-2)

Per tale azione viene considerato il valore caratteristico di $Q_{sk} = 10.000$ Kg applicato in direzione normale ai binari ed in posizione baricentrica.

Avviamento e Frenatura (1-4-3-1-3)

I valori caratteristici da adottare sono i seguenti:

• *Avviamento* SW/0 e SW/2

$$F = 3.300 \cdot L$$

Il valore L viene considerata la luce della struttura.

$$\text{SW/0 } 3.300 \cdot 11.35 = 37.435 \text{ Kg}$$

$$\text{SW/2 } 3.300 \cdot 11.35 = 37.435 \text{ Kg}$$

• *Frenatura*

Con le ipotesi sopra adottate avremo:

$$\text{SW/0 } 2.000 \cdot 11.35 = 22.700 \text{ Kg}$$

$$\text{SW/2 } 3.500 \cdot 11.35 = 39.725 \text{ Kg}$$

RIASSUNTO CARICHI

-) Carico Permanente su platea di base (asfaltatura)
0.3 mt x 2000 = 600 Kg/mq
-) Carico Permanente - Ballast
2160 Kg/mq
-) Carico Accidentale - Marciapiede
1000 Kg/mq
-) PRIMO BINARIO
Carico permanente dovuto al Ballast + SW2 12445 Kg/mq
-) SECONDO BINARIO
Carico permanente dovuto al Ballast + SW0 12193 Kg/mq
-) Carico Lineare
Barriera Antirumore 2400 Kg/ml

CARICHI CONCENTRATI

-) SERPEGGIO

T = 10.0000

1) FRENATURA ED AVVIAMENTO

1° BINARIO Frenatura con SW2 $F = 39.725 \text{ Kg}$

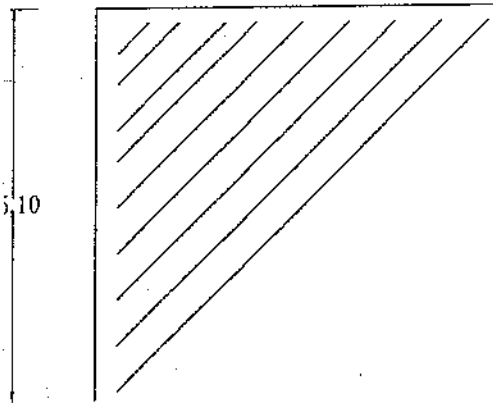
2° BINARIO Avviamento con SW0 $F = 37.455 \text{ Kg}$

SPINTA DELLE TERRE (1-3-3-1)

Si ipotizza il terrapieno con le seguenti caratteristiche:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 30^\circ \\ \gamma = 1800 \text{ Kg/ml} \end{array} \right\}$$

1. Assenza di Sovraccarico (carico potenziale 1)



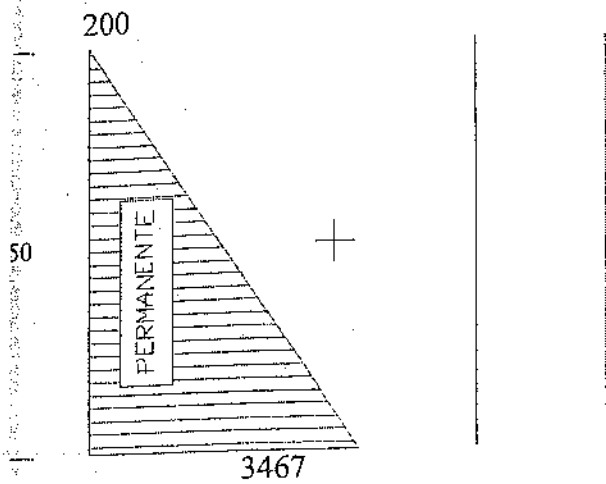
Avremo:

$$K_o = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{30}{2}\right) = 0,33$$

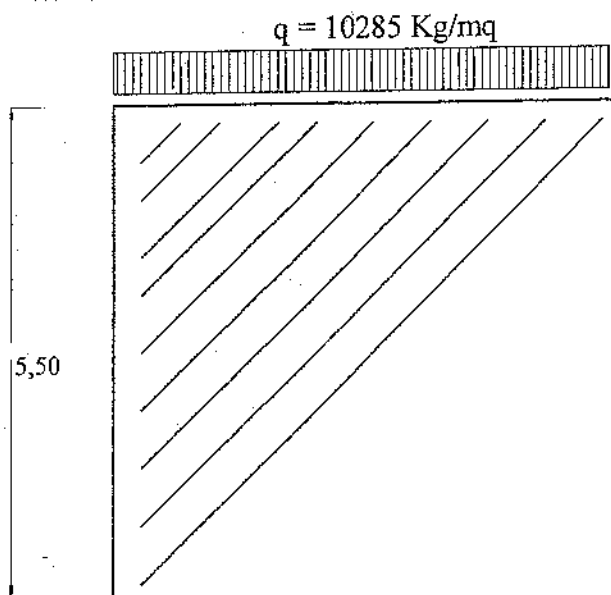
Sollecitazioni dovute ai carichi permanenti

$$p = \gamma \cdot h \cdot K_o = 1800 \cdot 5,5 \cdot 0,33 = 3.267 \text{ Kg/mq}$$

La parete sarà sollecitata con lo schema di carico sotto riportato, in cui è stato aggiunto il valore di 200 Kg/ml in sommità.



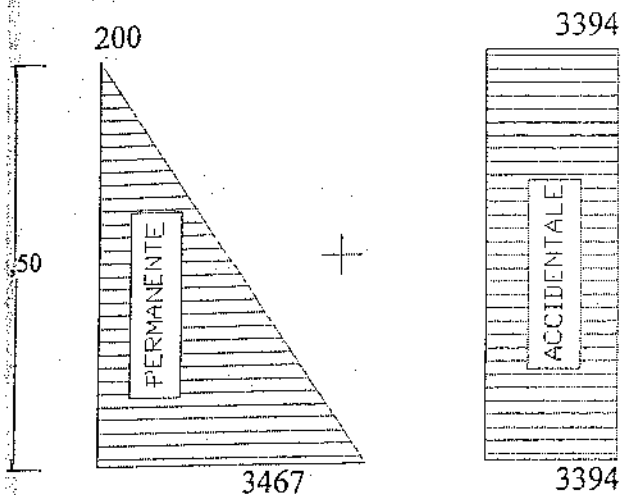
Con sovraccarico tipo SW/2 (carico potenziale 2)



olo su binario 1,

della spinta senza sovraccarico aggiungeremo quella dovuta al sovraccarico

$$p = \frac{10285}{1800} \cdot 1800 \cdot 0.33 = 3394 \text{ Kg/mq}$$



CRITERI DI VERIFICA (1-7)

Nella verifica delle strutture portanti del manufatto si è adottato il metodo delle tensioni ammissibili (1-7-3) portando in conto la combinazione di carico (1-7-3-2) TA1, dove G_k (valore caratteristico delle azioni permanenti) e Q_k (valore caratteristico legato al transito dei treni), con moltiplicatori pari ad 1 si sommano.

CRITERI DI COMBINAZIONE DEI TRENI DI CARICO (1-7-2)

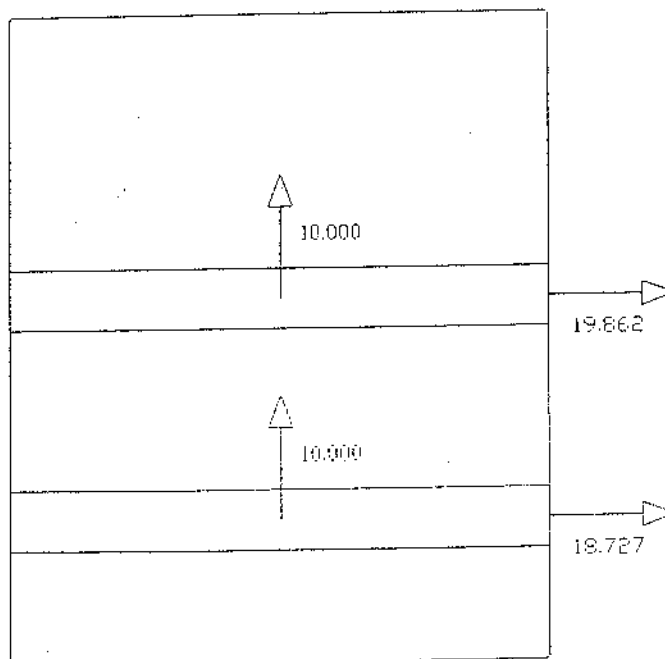
La struttura ha due binari di conseguenza la condizione di carico (1-7-2-2) prevede la possibilità che sui due binari transitino dei treni tipo SW/2 ed SW/0.

SIMULTANEITÀ' DELLE AZIONI DI TRAFFICO (1-7-2-3)

Avremo le seguenti ipotesi

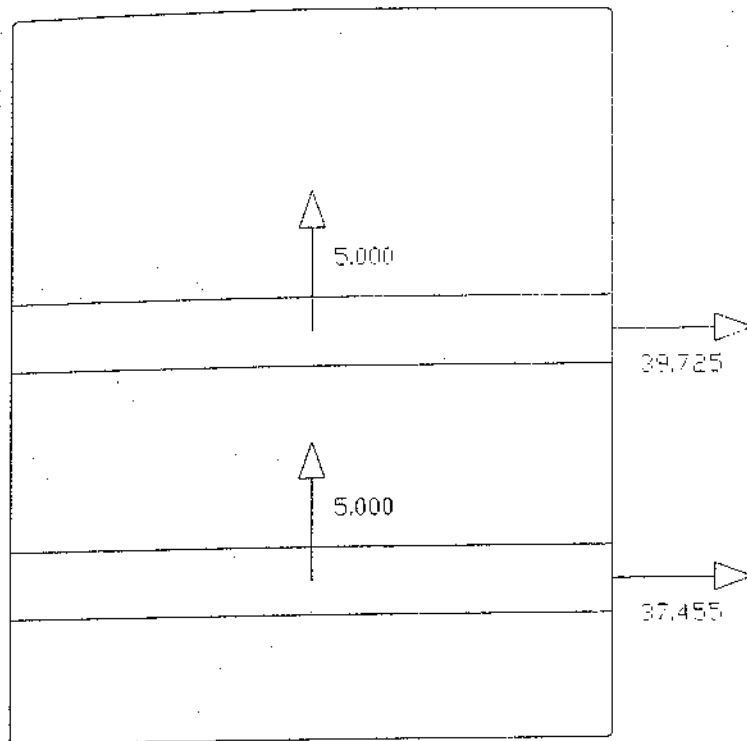
1° FASE

Oltre ai carichi verticali agenti sull'impalcato e sui binari si adottano i seguenti carichi orizzontali in modo da avere la massima azione verticale e laterale (Gruppo 1 – moltiplicatore carico verticale 1; moltiplicatore frenatura ed avviamento 0,5; moltiplicatore serpeggio 1)



2° FASE

Oltre ai carichi verticali agenti sull'impalcato e sui binari si adottano i seguenti carichi orizzontali in modo da avere la massima azione verticale e longitudinale (Gruppo 3 – moltiplicatore carico verticale 1; moltiplicatore frenatura ed avviamento 1; moltiplicatore serpeggio 0,5)



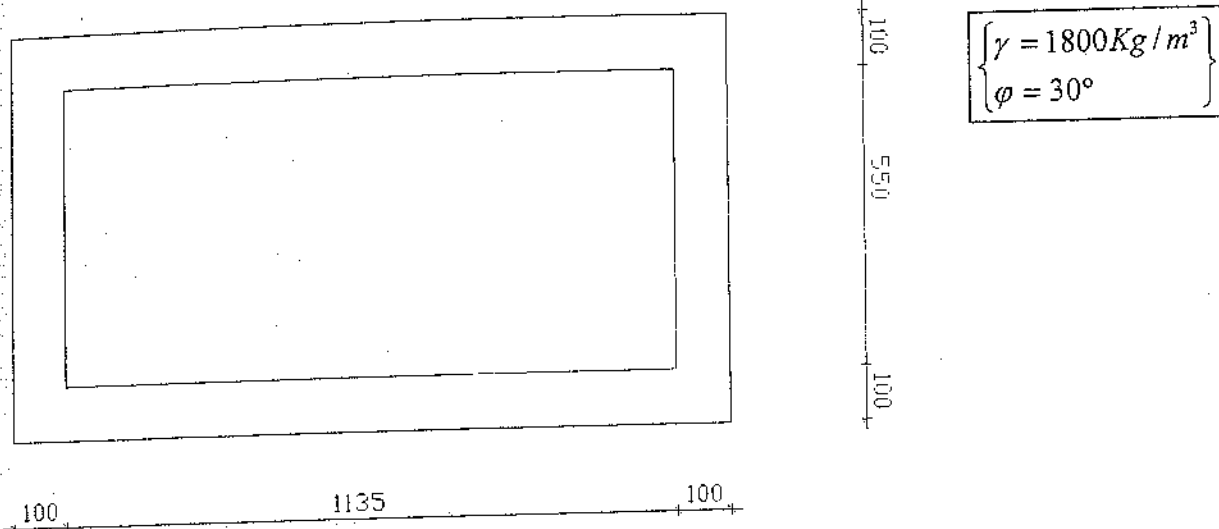
SISMA

Il Comune di Assisi, dove sarà realizzato il manufatto, rientra tra i comuni classificati come sismici; di conseguenza l'opera sarà verificata adottando un grado di sismicità $S = 9$ con,

$$c = \frac{S-2}{100} = \frac{9-2}{100} = 0.07$$

Il programma di calcolo adottato effettua automaticamente l'incremento sismico relativo ai carichi permanenti ed accidentali.

DIMENSIONAMENTO SPINTA



Peso Monolite:

$$[(13,35 \times 1,00 \times 2) + (5,50 \times 1,00 \times 2)] \times 2,50 \times 16 = 1508 \text{ T}$$

Angolo di attrito platea monolite pari a 27°

Resistenza attrito platea $R_1 = 1508 \times \text{tg} 27^\circ = 768 \text{ T}$

Spinta unitaria del terreno $\frac{1}{2} \cdot \gamma h^2 \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) = 16,7 \text{ T}$

Spinta totale $16 \times 16,7 \times 2 = 534 \text{ T}$

coesione $0,5 \text{ T/mq}$ (a causa dell'allontanamento del terreno)

Resistenza sulle pareti laterali $R_2 = 16 \times 0,5 \times 2 \times 7,5 = 120 \text{ T}$

Resistenza attrito laterale $\varphi = 15^\circ$ $R_3 = 534 \times \text{tg} 15^\circ = 143 \text{ T}$

$$R_{tot} = (768 + 120 + 143) \times 1,30 = 1340 \text{ T}$$

Per il dimensionamento del blocco di spinta s'ipotizza (valendosi delle precedenti esperienze) che i martinetti, per vincere la fase di spunto e per compensare le sicure carenze nel valutare i coefficienti d'attrito, debbano sviluppare una spinta pari ad 1,5 volte il peso del monolite.

Tale valore è maggiore dell'attrito calcolato ed è a favore di sicurezza per il dimensionamento del blocco di spinta.

Spinta ai martinetti $1508 \times 1,5 = 2262 \text{ T}$ pari a $\frac{2262}{15} = 151 \text{ T/m}$

DIMENSIONAMENTO SPERONI

due speroni sono realizzati per limitare il rilassamento del terreno quando il manufatto è spinto, in particolare nella fase di attraversamento della sede ferroviaria.

Gli speroni hanno forma triangolare con dimensioni di 6,2 m di lunghezza e 6,2 m. di altezza per uno spessore di 80 cm.

Il tagliente posto al bordo dello sperone è realizzato con un profilo metallico ad L da 120x10 per evitare l'eccessivo deterioramento dello spigolo in calcestruzzo durante l'attraversamento del terreno.

Nella parte alta dello sperone, a 4,2 m. dall'incastro, è sistemata una struttura metallica composta da un doppio profilo HEA240 avente la funzione di puntone.

Per il dimensionamento delle armature di collegamento tra il monolite e lo sperone s'ipotizza la struttura come una mensola affidando al doppio profilo HAE240 solo un maggiore contributo alla sicurezza; sempre a favore di sicurezza s'ipotizza che la mensola sia lunga 6,2 m. e sia posizionata a 3/2 m di profondità.

Spinta unitaria del terreno $\frac{1}{2} \cdot \gamma h^2 \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) = 2,086 \text{ T}$

Sollecitazione all'incastro $\frac{S \cdot l^2}{2} = 40,09 \text{ Tm}$

Verifica della sezione d'incastro:

$b = 100 \text{ cm}; H = 80 \text{ cm}; A_f = A'f = 22,6 \text{ cm}^2$

Asse neutro $X = 17,48 \text{ cm}$

Momento d'inerzia $J = 1.500.914 \text{ cm}^4$

lvremo

$$f_c = 47 \text{ Kg/cm}^2 \quad \sigma_f = 2425 \text{ Kg/cm}^2$$

VERIFICHE DEL BLOCCO DI CONTRASTO ALLA SPINTA

La verifica del sistema costituito dal blocco di contrasto e dal terreno nella configurazione più gravosa, cioè in fase di spinta vera e propria, viene eseguita mediante un modello ad elementi finiti, utilizzando il codice di calcolo Z-Soil, particolarmente adatto per risolvere problemi geotecnici quali quello in oggetto.

Con il modello di calcolo si individua una sezione trasversale del blocco di contrasto per cui è possibile considerare uno stato di deformazione piana essendo possibile considerare il blocco di contrasto molto rigido rispetto al terreno ed essendo lo stesso blocco di lunghezza abbastanza ampia.

Il legame costitutivo del terreno vero e proprio è di tipo elasto perfettamente plastico per cui viene adottato il criterio di Drucker-Prager (D-P), che per questo tipo di problemi, è quello più conveniente dal punto di vista matematico; il criterio di D-P viene definito mediante equazioni costitutive in funzione, essenzialmente di angolo d'attrito e di coesione, applicando le quali è possibile risolvere il problema variazionale secondo il metodo degli elementi finiti. Il criterio in oggetto è, in termini di risultati, del tutto simile al criterio di Mohr-Coulomb, e particolarmente adatto per risolvere problemi di meccanica delle terre, come è indicato nella copiosa letteratura tecnica, come per esempio in Salençon, 1977 – “Application of the theory of plasticity in soil mechanics” – Wiley, New York, o in Chen & Baladi, 1985 “Soil plasticity – Theory and implementation” – Elsevier o in Chen & Mizuno, 1990 “Nonlinear analysis in soil mechanics” – Elsevier.

Nella seguente figura 1 viene quindi riportato lo schema del modello di calcolo agli elementi finiti, corrispondente alla generica sezione trasversale del blocco di contrasto, in cui vengono individuati i macro nodi e i macro elementi, con tutte le misure fondamentali, utilizzati per la reazione della mesh di elementi finiti, opportunamente raffittiti dove necessario, per ottenere una sufficiente accuratezza nella soluzione del problema.

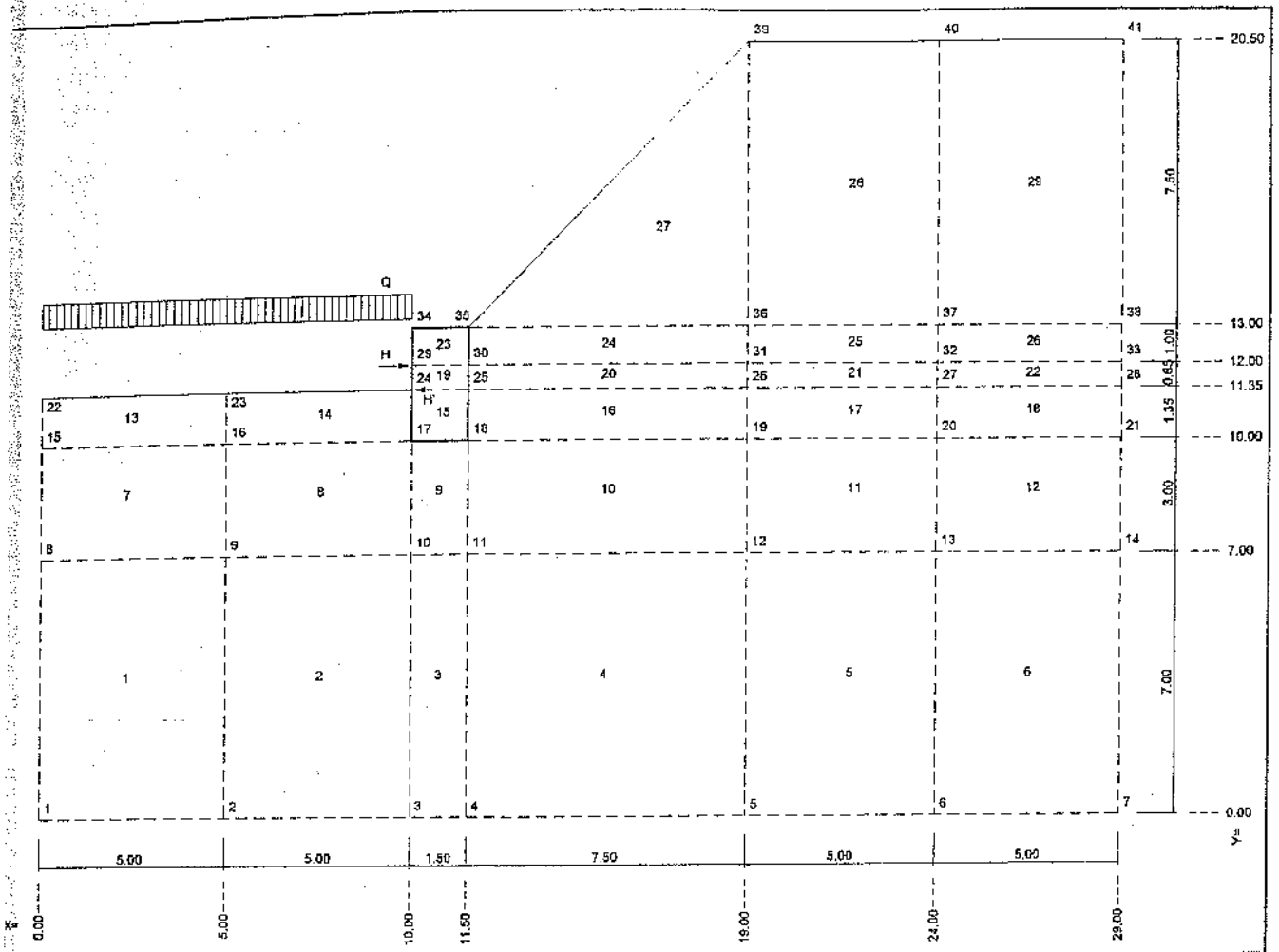


Figura 1

I macro elementi 15-19-23 corrispondono al blocco di contrasto vero e proprio e a questi viene assegnato il materiale n°2; a tutti gli altri viene assegnato il materiale n°1 (terreno).

Nella seguente tabella si riportano i parametri dei due materiali considerati:

Materiale 1: (terreno)

Tipo: Elasto-plastico (Drucker-Prager)

Modulo elastico (Es) = 20'000 t/m²

Coeff. di Poisson (ν) = 0.30

Angolo d'attrito (φ) = 36°

Coesione (c') = 5 t/m²

Materiale 2: (cemento armato)

Tipo: Elastico

Modulo elastico (E_s) = $2 \times 10^6 \text{ t/m}^2$

Coeff. di Poisson (ν) = 0.15

Si precisa inoltre che per il modello adottato, salvo i casi in cui vengono riportate ulteriori specifiche, si utilizzano le seguenti unità di misura: metri per le lunghezze, tonnellate per le forze.

Facendo inoltre riferimento allo schema sopra riportato si considerano inoltre i seguenti carichi agenti nei macronodi del modello: per quanto riguarda il carico uniforme Q , la procedura di calcolo, provvede al calcolo dei carichi nodali equivalenti per i nodi veri e propri del modello ad elementi finiti, una volta eseguita la "meshatura", come indicato nel seguito.

$$H = 150.8 \text{ t/m}$$

$$H' = 15.1 \text{ t/m}$$

$$Q = 0.75 \text{ t/m}^2$$

I carichi sono chiaramente espressi per unità di lunghezza, in quanto il problema di stato di deformazione piana è considerato di larghezza unitaria: in pratica si risolve per una striscia di terreno e blocco di larghezza pari a 1m.

Il problema è quindi risolto con algoritmo iterativo (tipo Newton-Raphson modificato) applicando le azioni esterne a passi costanti (pari a 1/50 dei carichi sopra indicati) fino alla determinazione di uno schema globale di rottura che è assunto come carico limite corrispondente, in pratica al coefficiente di sicurezza del sistema strutturale. Più precisamente un moltiplicatore pari a 0.5 corrisponde a un coefficiente di sicurezza 1, mentre un moltiplicatore pari a 1 corrisponde ad un coefficiente di sicurezza pari a 2.

Lo schema del modello agli elementi finiti a seguito della "meshatura" del modello della figura 1 è, in sintesi, quello indicato nella seguente figura 2:

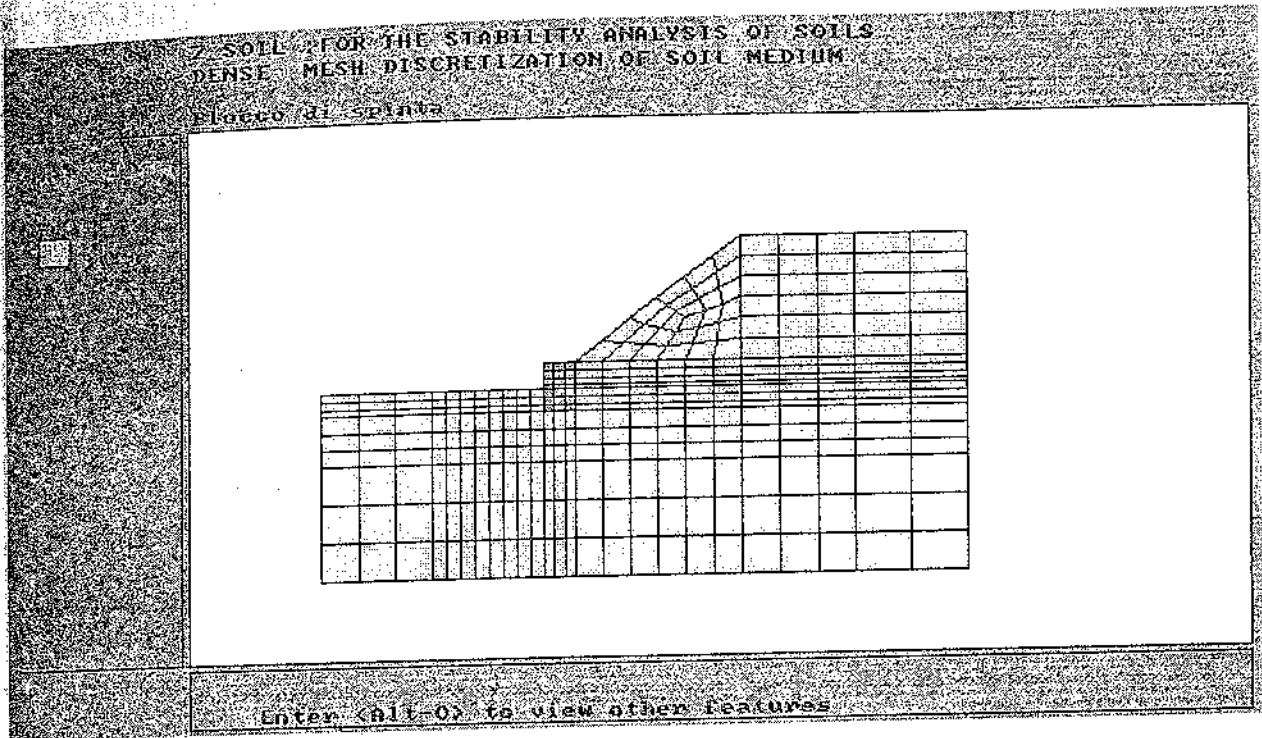


figura 2

La soluzione per passi successivi, come sopra descritto, ha portato a determinare le seguenti configurazioni deformate, che in sintesi, vengono riportate per un moltiplicatore delle azioni esterne, pari a 1 (coeff. 0.5) e pari a 1.2 (coeff. 0.6) che è minore o uguale al coefficiente di sicurezza globale.

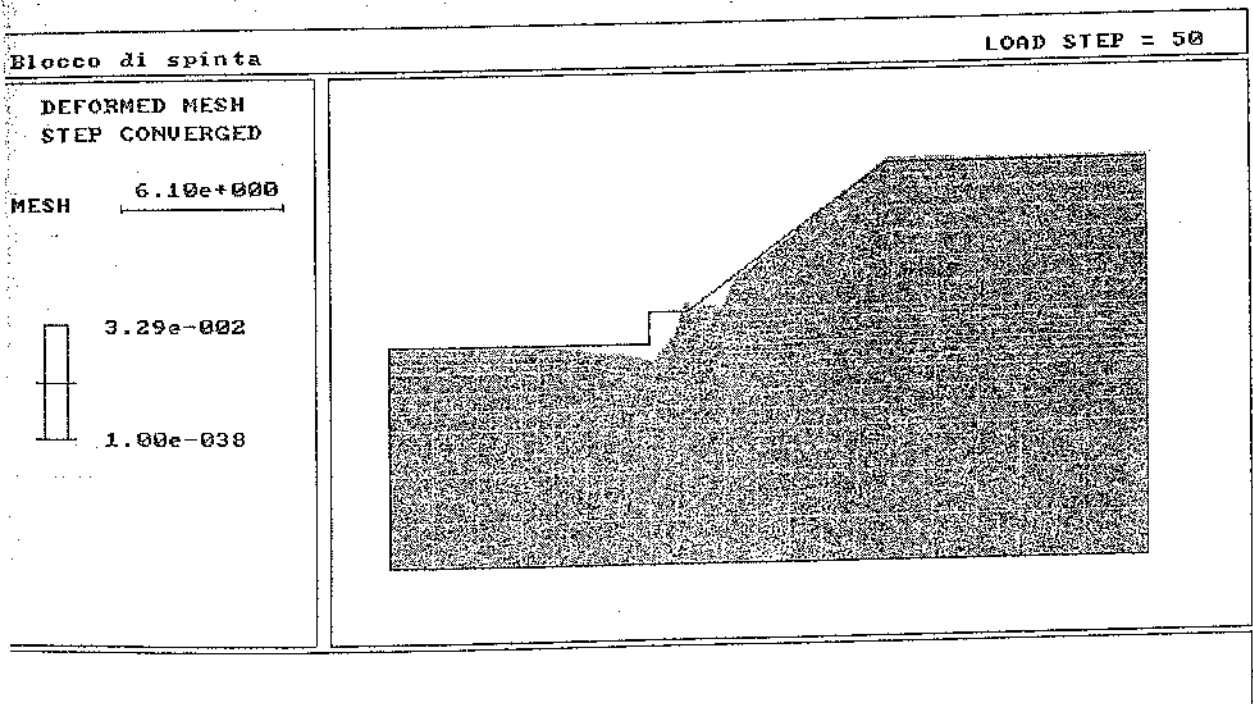


figura 3

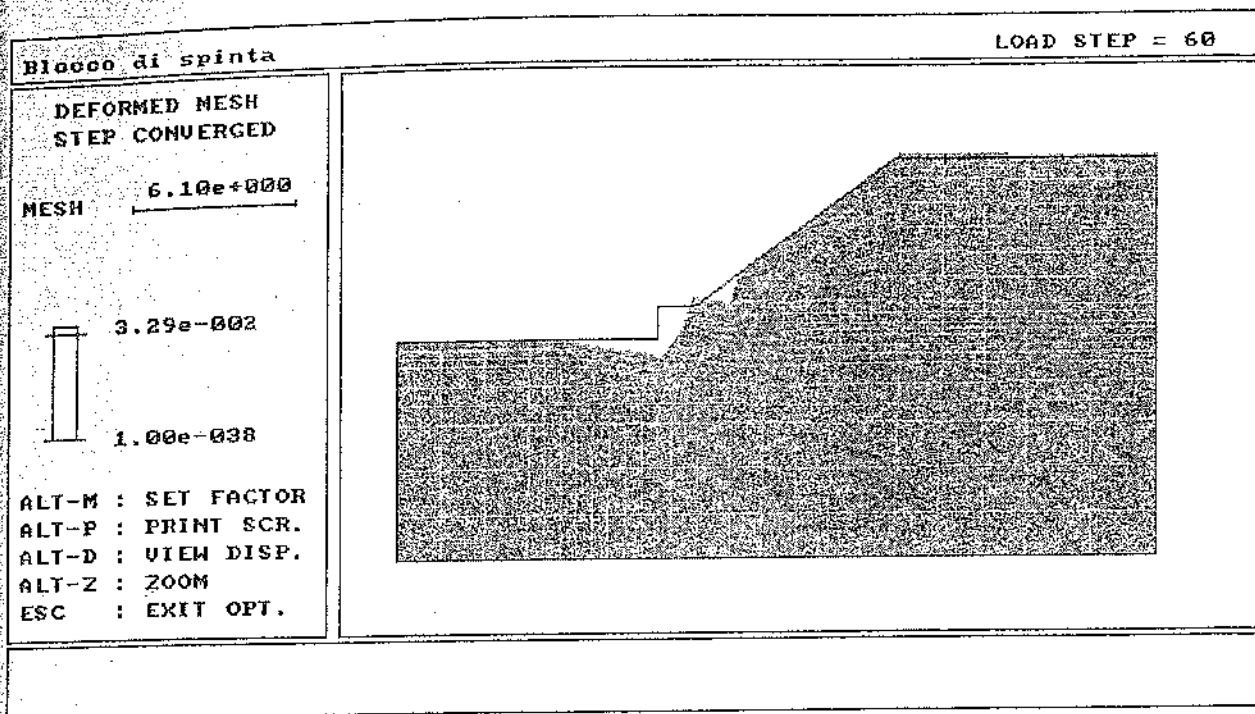


Figura 4

Nella seguente figura sono inoltre riportati i punti in cui nella situazione limite si è determinata la rottura secondo il criterio di Drucker - Prager di cui sopra:

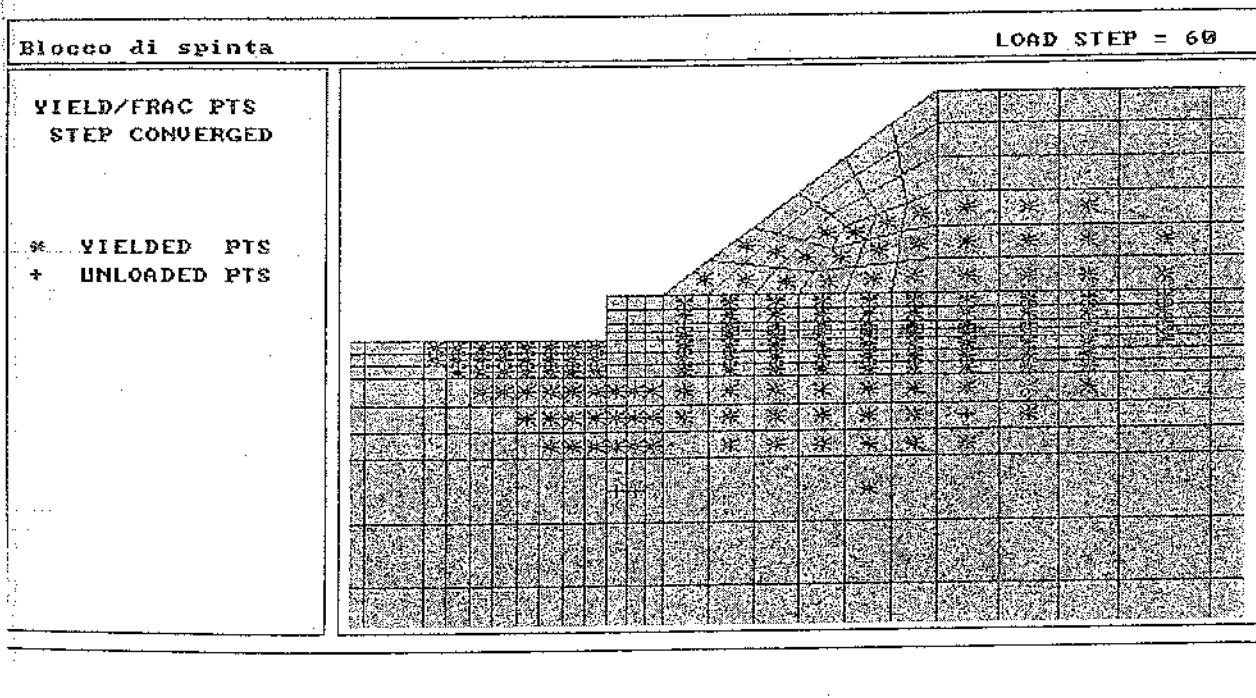


Figura 5

Nella seguente figura si riporta inoltre, in funzione del moltiplicatore di cui sopra, il valore dello spostamento in direzione x del macronodo 34 (nodo 292):

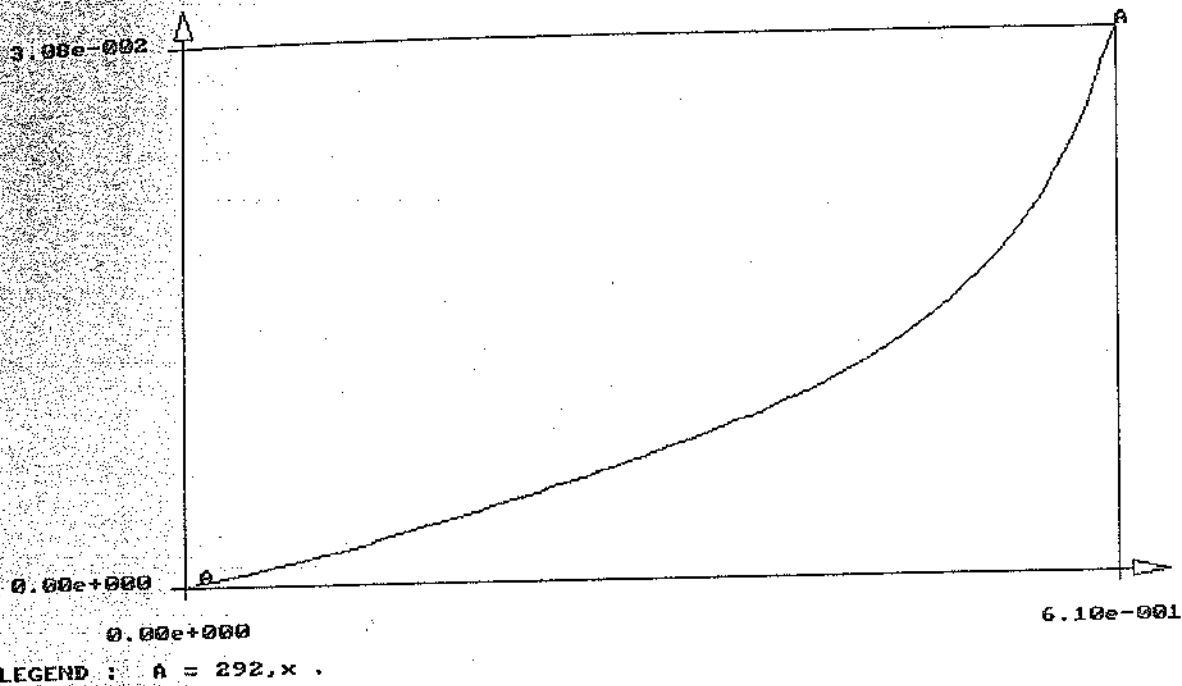


Figura 6

Dalla analisi del diagramma si nota che in corrispondenza del moltiplicatore 0.6 (cioè coefficiente di sicurezza 1.2) lo spostamento diventa fortemente non lineare, per cui si intuisce che la rottura è assai vicina; per un valore pari a 0.5 l'andamento è sufficientemente lineare e, visto che la condizione di carico in oggetto è del tutto eccezionale e ampiamente cautelativa, la verifica può essere senz'altro considerata soddisfatta.

Ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti nel blocco di contrasto si ricava infine la distribuzione delle tensioni verticali nel blocco di contrasto in base ai risultati ottenuti con lo stesso modello di calcolo, per un moltiplicatore dei carichi pari a 1.2:

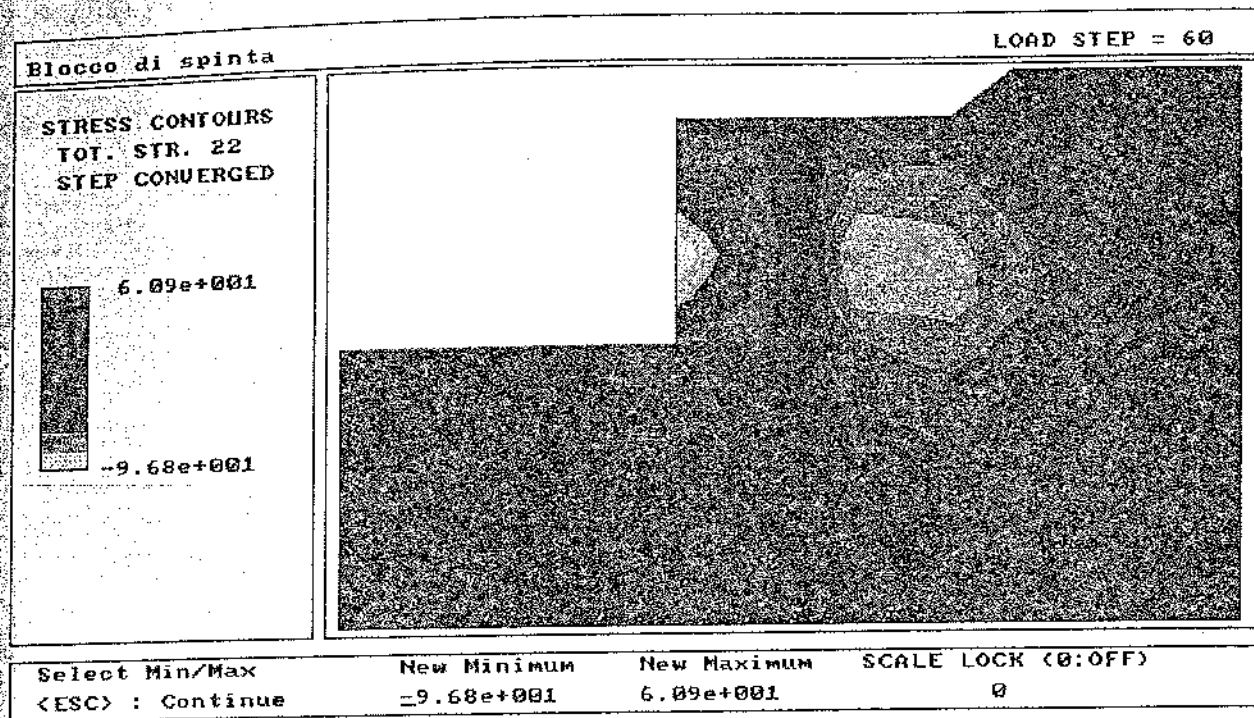


Figura 7 (ingrandimento del modello in corrispondenza del blocco di contrasto)

Le massime tensioni di trazione (circa 61 t/m^2) vengono completamente affidate alle armature verticali del blocco di spinta, considerando cautelativamente una distribuzione delle tensioni di tipo triangolare, per cui si ottiene, per le armature adottate ed indicate negli allegati grafici esecutivi, la seguente tensione massima di trazione:

$$\sigma_s \cong \frac{61000 \times 0.75}{2 \times 2.01 \times 5} = 2276 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{s, \text{amm}} = 2550 \text{ daN/cm}^2$$

per cui la verifica è soddisfatta.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo è pari a circa 1 daN/cm^2 , per cui risulta ampiamente soddisfatta.

SOTTOPASSO FERROVIARIO

DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione piu' estesa e' dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma puo' utilizzare come analizzatori e solutori del modello strutturale il programma ad elementi finiti SAP90 prodotto dalla Computers & Structures Inc. di Berkley che deve essere posseduto dall'utente o un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale di tipo SAP fornito con il pacchetto.

Il programma e' sostanzialmente diviso in tre moduli: un preprocessore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input ai solutori; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; e' ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilita' di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

Indipendentemente dal solutore utilizzato, i nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando cosi' impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita.

I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad un nodo principale giacente nel piano dell'impalcato e coincidente generalmente con il baricentro delle masse; tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive.

L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per ostruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricita' planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi verticali uniformemente distribuiti

carichi trapezoidali; nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensita' a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni eseguito dai solutori si basa sulle seguenti ipotesi e modalita':

le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;

le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono suddivise in conci, nel numero minimo di 4, e i nodi vengono collegati al suolo da molle aventi rigidezza alla traslazione verticale ed a richiesta anche orizzontale;

le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.

La deformabilita' nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) puo' essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio.

Il calcolo degli effetti del sisma e' condotto, a scelta dell'utente, sia attraverso l'analisi statica che attraverso l'analisi modale con spettro di risposta controllando, in accordo alle varie normative adottate, la percentuale delle masse eccitate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nel nodo principale di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi adiacenti sull'impalcato stesso.

Il caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Il caso piu' generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite in accordo al DM 9-1-1996, secondo Eurocodice 2, secondo il 318 o secondo NSR-98.

Le travi sono verificate a flessione retta e taglio; i pilastri, i pali ed i setti pressoflessione viata. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri liberi a filo o in asse pilastro. Per le verifiche delle platee (a flessione e punzonamento) e' messa l'introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'Eurocodice, appendice A.2.8.

I ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che alcuna barra puo'

assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una

tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra puo' assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti cosi' calcolate che vengono evidenziate in relazione.

DATI DI IMPOSTAZIONE

DATI GENERALI (misure in daN,cm)

Metodo di calcolo: Tensioni ammissibili DM 9-1-96

MATERIALI

n°	E	mu	gamma	alfa	RCK
1	337217	0.10	0.0025	0.000010	RCK350

DATI DEL TERRENO

coefficiente di sottofondo 20
 rapporto coefficiente di sottofondo verticale/coefficiente di sottofondo orizzontale 0,5
 pressione ammissibile in fondazione 5

DATI SISMICI

Analisi statica equivalente normativa italiana
 grado di sismicita' 9
 coefficiente di protezione sismica 1
 coefficiente di fondazione 1
 coefficiente di struttura 2
 coefficiente di risposta lungo x 1
 coefficiente di risposta lungo y 1
 rotazione del sisma rispetto agli assi 0 gradi

FILI FISSI

filo n°	x	y
1	79.4	-2.0
2	79.4	484.1
3	79.4	559.4
4	79.4	634.7
5	79.4	863.7
6	79.4	939.0
7	79.4	1014.3
8	79.4	1598.0
9	646.9	-2.0
10	646.9	510.4
11	646.9	585.7
12	646.9	661.0
13	646.9	890.0
14	646.9	965.3
15	646.9	1040.6
16	646.9	1598.0
17	1214.4	-2.0
18	1214.4	536.6
19	1214.4	612.0
20	1214.4	687.3
21	1214.4	916.3
22	1214.4	991.6
23	1214.4	1066.9
24	1214.4	1598.0

LIVELLI

fondazione	quota spiccato	0.00	spessore 100.00
piano n° 1	quota di imposta (tos)	550.00	spessore 100.00 deformabile

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

condizione n°		tipo
1	Permanententi	I
2	Accidentali	I
3	Frenatura ed avviamento	I
4	Serpeggio	I
5	delta T	II
6	sisma X	II
7	sisma Y	II
8	sisma Z	II

CARICHI DI SUPERFICIE AI PIANI

carico n.	condizione	valore	s
1	Permanenti	0.0600	1.00
2	Permanenti	0.2160	1.00
3	Permanenti	0.2160	1.00
3	Accidentali	0.1000	0.33
4	Permanenti	1.2445	1.00
5	Permanenti	1.2192	1.00

CARICHI LINEARI AD AZIONE VERTICALE

carico n.	condizione	valore	s
1	Permanenti	24.0000	1.00

CARICHI CONCENTRATI

n° cond.	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1 3	39725	0	0	0	0	0
1 4	0	10000	0	0	0	0
2 3	37455	0	0	0	0	0
2 4	0	10000	0	0	0	0

CARICHI POTENZIALI

carico n°	cond.	quota 1	valore 1	quota 2	valore 2
1	1	0.0	0.347	550.0	0.020
2	1	0.0	0.347	550.0	0.020
2	2	0.0	0.339	550.0	0.339

CARICHI CONCENTRATI AI PIANI

carico n°	piano	filo	tipo di carico
1	1	11	1
2	1	14	2

COMBINAZIONI DI CARICO

n°	cond.1	cond.2	cond.3	cond.4	cond.5	cond.6	cond.7	cond.8
1	1.00	1.00	0.50	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00	0.00

ARETI A SOSTEGNO DI PIANI

arete n.	piano n.	filo i.	filo f.	largh.	mater.
1	1	1	2	100.00	RCK350
2	1	2	3	100.00	RCK350
3	1	3	4	100.00	RCK350
4	1	4	5	100.00	RCK350
5	1	5	6	100.00	RCK350
6	1	6	7	100.00	RCK350
7	1	7	8	100.00	RCK350
8	1	18	17	100.00	RCK350
9	1	19	18	100.00	RCK350
10	1	20	19	100.00	RCK350
11	1	21	20	100.00	RCK350
12	1	22	21	100.00	RCK350
13	1	23	22	100.00	RCK350
14	1	24	23	100.00	RCK350

LASTRE

lastra n°	piano/Falda	spess.	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	dist.estr.	car.	mat.	della T	Wink.	sov%	
1	fondazione	piano 0	100.0	1	2	18	17	0.00	1	1	0°C	20.00	0
2	fondazione	piano 0	100.0	2	3	19	18	0.00	1	1	0°C	20.00	0
3	fondazione	piano 0	100.0	3	4	20	19	0.00	1	1	0°C	20.00	0
4	fondazione	piano 0	100.0	4	5	21	20	0.00	1	1	0°C	20.00	0
5	fondazione	piano 0	100.0	5	6	22	21	0.00	1	1	0°C	20.00	0
6	fondazione	piano 0	100.0	6	7	23	22	0.00	1	1	0°C	20.00	0
7	fondazione	piano 0	100.0	7	8	24	23	0.00	1	1	0°C	20.00	0
8	elevazione	piano 1	100.0	1	2	10	9	0.00	3	1	0°C		0
9	elevazione	piano 1	100.0	2	3	11	10	0.00	4	1	0°C		0

00	10	elevazione	piano 1	100.0	3	4	12	11	0.00	4	1	0°C	0
00	11	elevazione	piano 1	100.0	4	5	13	12	0.00	2	1	0°C	0
00	12	elevazione	piano 1	100.0	6	14	13	5	0.00	5	1	0°C	0
00	13	elevazione	piano 1	100.0	7	8	16	15	0.00	3	1	0°C	0
00	14	elevazione	piano 1	100.0	7	15	14	6	0.00	5	1	0°C	0
00	15	elevazione	piano 1	100.0	9	10	12	17	0.00	3	1	0°C	0
00	16	elevazione	piano 1	100.0	10	11	19	18	0.00	4	1	0°C	0
00	17	elevazione	piano 1	100.0	11	12	20	19	0.00	4	1	0°C	0
00	18	elevazione	piano 1	100.0	12	13	21	20	0.00	2	1	0°C	0
00	19	elevazione	piano 1	100.0	14	22	21	13	0.00	5	1	0°C	0
00	20	elevazione	piano 1	100.0	15	16	24	23	0.00	3	1	0°C	0
00	21	elevazione	piano 1	100.0	15	23	22	14	0.00	5	1	0°C	0

ANALISI STATICA DEL SISMA
ATTAGLIO DELLE AZIONI SISMICHE SUI NODI

filo n°	quota	W	gamma	Fx	Fy	Fz
1	600.00	55085	1.00	3856.0	3856.0	0.0
2	600.00	74114	1.00	5188.0	5188.0	0.0
3	600.00	38058	1.00	2664.0	2664.0	0.0
4	600.00	43474	1.00	3043.2	3043.2	0.0
5	600.00	43204	1.00	3024.3	3024.3	0.0
6	600.00	37517	1.00	2626.2	2626.2	0.0
7	600.00	82862	1.00	5800.4	5800.4	0.0
8	600.00	64104	1.00	4487.3	4487.3	0.0
9	600.00	72541	1.00	5077.9	5077.9	0.0
10	600.00	104479	1.00	7313.6	7313.6	0.0
11	600.00	63877	1.00	4471.4	4471.4	0.0
12	600.00	62221	1.00	4355.5	4355.5	0.0
13	600.00	61680	1.00	4317.6	4317.6	0.0
14	600.00	62796	1.00	4395.7	4395.7	0.0
15	600.00	110320	1.00	7722.4	7722.4	0.0
16	600.00	78922	1.00	5524.6	5524.6	0.0
17	600.00	59082	1.00	4135.8	4135.8	0.0
18	600.00	78111	1.00	5467.8	5467.8	0.0
19	600.00	38058	1.00	2664.0	2664.0	0.0
20	600.00	43474	1.00	3043.2	3043.2	0.0
21	600.00	43204	1.00	3024.3	3024.3	0.0
22	600.00	37517	1.00	2626.2	2626.2	0.0
23	600.00	78865	1.00	5520.6	5520.6	0.0
24	600.00	60107	1.00	4207.5	4207.5	0.0

ATTAGLIO DELLE AZIONI SISMICHE SUI PIANI

piano n°	W	gamma	Fx	Fy	Xg	Yg
1	1493673	1.00	104557.1	104557.1	646.9	792.5

PRESSIONI IN FONDAZIONE NELLE COMBINAZIONI (daN, cm)

lo	nodo	x	y	quota	comb.	uz	sigma t.
1	41	79.4	-2.0	-50.00	1	-.109	2.1774
					2	-.104	2.0813
2	5	79.4	484.1	-50.00	1	-.121	2.4156
					2	-.115	2.2975
3	50	79.4	559.4	-50.00	1	-.123	2.4508
					2	-.116	2.3295
4	59	79.4	634.7	-50.00	1	-.124	2.4858
					2	-.118	2.3614
5	68	79.4	863.7	-50.00	1	-.129	2.5848
					2	-.123	2.4504
6	86	79.4	939.0	-50.00	1	-.131	2.6165
					2	-.124	2.4788
7	95	79.4	1014.3	-50.00	1	-.132	2.6448
					2	-.125	2.5037
8	104	79.4	1598.0	-50.00	1	-.144	2.8894
					2	-.136	2.7207
9	45	646.9	-2.0	-50.00	1	-.003	0.0592
					2	-.003	0.0621
10	9	646.9	510.4	-50.00	1	-.008	0.1655
					2	-.008	0.1654
11	54	646.9	585.7	-50.00	1	-.008	0.1651
					2	-.008	0.1650
12	63	646.9	661.0	-50.00	1	-.008	0.1641

13	72	646.9	890.0	-50.00	2	-.008	0.1640
					1	-.008	0.1619
					2	-.008	0.1619
14	90	646.9	965.3	-50.00	1	-.008	0.1621
					2	-.008	0.1622
15	99	646.9	1040.6	-50.00	1	-.008	0.1631
					2	-.008	0.1632
16	108	646.9	1598.0	-50.00	1	-.006	0.1283
					2	-.006	0.1254
17	49	1214.4	-2.0	-50.00	1	-.189	3.7855
					2	-.197	3.9480
19	13	1214.4	536.6	-50.00	1	-.204	4.0755
					2	-.211	4.2167
19	58	1214.4	612.0	-50.00	1	-.206	4.1136
					2	-.213	4.2519
20	67	1214.4	687.3	-50.00	1	-.207	4.1494
					2	-.214	4.2849
21	76	1214.4	916.3	-50.00	1	-.213	4.2540
					2	-.219	4.3812
22	94	1214.4	991.6	-50.00	1	-.214	4.2873
					2	-.221	4.4119
23	103	1214.4	1066.9	-50.00	1	-.216	4.3211
					2	-.222	4.4430
24	112	1214.4	1598.0	-50.00	1	-.228	4.5567
					2	-.233	4.6591
0	6	221.3	490.6	-50.00	1	-.090	1.7911
					2	-.088	1.7570
0	7	363.2	497.2	-50.00	1	-.051	1.0131
					2	-.051	1.0155
0	8	505.0	503.8	-50.00	1	-.021	0.4264
					2	-.022	0.4345
0	10	788.8	516.9	-50.00	1	-.016	0.3191
					2	-.016	0.3127
0	11	930.7	523.5	-50.00	1	-.050	1.0006
					2	-.050	1.0049
0	12	1072.5	530.1	-50.00	1	-.115	2.2964
					2	-.117	2.3452
0	14	79.4	362.6	-50.00	1	-.118	2.3552
					2	-.112	2.2422
0	15	221.3	367.5	-50.00	1	-.087	1.7484
					2	-.086	1.7176
0	16	363.2	372.4	-50.00	1	-.050	0.9905
					2	-.050	0.9945
0	17	505.0	377.3	-50.00	1	-.021	0.4175
					2	-.021	0.4262
0	18	646.9	382.3	-50.00	1	-.008	0.1621
					2	-.008	0.1623
0	19	788.8	387.2	-50.00	1	-.016	0.3124
					2	-.015	0.3066
0	20	930.7	392.1	-50.00	1	-.049	0.9807
					2	-.049	0.9868
0	21	1072.5	397.1	-50.00	1	-.113	2.2544
					2	-.115	2.3067
0	22	1214.4	402.0	-50.00	1	-.200	4.0059
					2	-.208	4.1525
0	23	79.4	241.0	-50.00	1	-.115	2.2931
					2	-.109	2.1853
0	24	221.3	244.3	-50.00	1	-.085	1.7011
					2	-.084	1.6738
0	25	363.2	247.6	-50.00	1	-.048	0.9608
					2	-.048	0.9668
0	26	505.0	250.9	-50.00	1	-.020	0.4000
					2	-.020	0.4096
0	27	646.9	254.2	-50.00	1	-.007	0.1489
					2	-.007	0.1497
0	28	788.8	257.5	-50.00	1	-.015	0.2960
					2	-.015	0.2912
0	29	930.7	260.8	-50.00	1	-.048	0.9531
					2	-.048	0.9613
0	30	1072.5	264.0	-50.00	1	-.110	2.2075
					2	-.113	2.2637
0	31	1214.4	267.3	-50.00	1	-.197	3.9347
					2	-.204	4.0869
0	32	79.4	119.5	-50.00	1	-.112	2.2315
					2	-.106	2.1290
0	33	221.3	121.2	-50.00	1	-.082	1.6498
					2	-.081	1.6265
0	34	363.2	122.8	-50.00	1	-.046	0.9224
					2	-.047	0.9311
0	35	505.0	124.5	-50.00	1	-.018	0.3680
					2	-.019	0.3792
0	36	646.9	126.1	-50.00	1	-.006	0.1174
					2	-.006	0.1192
0	37	788.8	127.8	-50.00	1	-.013	0.2604

0	38	930.7	129.4	-50.00	2	-.013	0.2565
					1	-.045	0.9086
					2	-.046	0.9186
0	39	1072.5	131.0	-50.00	1	-.107	2.1482
					2	-.110	2.2080
0	40	1214.4	132.7	-50.00	1	-.193	3.8616
					2	-.201	4.0194
0	42	221.3	-2.0	-50.00	1	-.080	1.5996
					2	-.079	1.5821
0	43	363.2	-2.0	-50.00	1	-.044	0.8726
					2	-.044	0.8856
0	44	505.0	-2.0	-50.00	1	-.016	0.3155
					2	-.016	0.3294
0	46	788.8	-2.0	-50.00	1	-.010	0.1930
					2	-.009	0.1894
0	47	930.7	-2.0	-50.00	1	-.042	0.8321
					2	-.042	0.8425
0	48	1072.5	-2.0	-50.00	1	-.103	2.0691
					2	-.107	2.1309
0	51	221.3	566.0	-50.00	1	-.091	1.8148
					2	-.089	1.7786
0	52	363.2	572.5	-50.00	1	-.051	1.0244
					2	-.051	1.0258
0	53	505.0	579.1	-50.00	1	-.021	0.4292
					2	-.022	0.4370
0	55	788.8	592.2	-50.00	1	-.016	0.3211
					2	-.016	0.3143
0	56	930.7	598.8	-50.00	1	-.051	1.0106
					2	-.051	1.0140
0	57	1072.5	605.4	-50.00	1	-.116	2.3208
					2	-.118	2.3677
0	60	221.3	641.3	-50.00	1	-.092	1.8372
					2	-.090	1.7990
0	61	363.2	647.8	-50.00	1	-.052	1.0344
					2	-.052	1.0350
0	62	505.0	654.4	-50.00	1	-.022	0.4312
					2	-.022	0.4387
0	64	788.8	667.6	-50.00	1	-.016	0.3228
					2	-.016	0.3158
0	65	930.7	674.1	-50.00	1	-.051	1.0204
					2	-.051	1.0229
0	66	1072.5	680.7	-50.00	1	-.117	2.3429
					2	-.119	2.3881
0	69	221.3	870.3	-50.00	1	-.095	1.8992
					2	-.093	1.8547
0	70	363.2	876.9	-50.00	1	-.053	1.0611
					2	-.053	1.0587
0	71	505.0	883.4	-50.00	1	-.022	0.4357
					2	-.022	0.4426
0	73	788.8	896.6	-50.00	1	-.016	0.3291
					2	-.016	0.3218
0	74	930.7	903.1	-50.00	1	-.053	1.0510
					2	-.053	1.0514
0	75	1072.5	909.7	-50.00	1	-.121	2.4107
					2	-.123	2.4507
0	77	79.4	749.2	-50.00	1	-.127	2.5382
					2	-.120	2.4088
0	78	221.3	755.8	-50.00	1	-.093	1.8692
					2	-.091	1.8279
0	79	363.2	762.4	-50.00	1	-.052	1.0483
					2	-.052	1.0475
0	80	505.0	768.9	-50.00	1	-.022	0.4335
					2	-.022	0.4408
0	81	646.9	775.5	-50.00	1	-.008	0.1626
					2	-.008	0.1625
0	82	788.8	782.1	-50.00	1	-.016	0.3254
					2	-.016	0.3182
0	83	930.7	788.6	-50.00	1	-.052	1.0352
					2	-.052	1.0366
0	84	1072.5	795.2	-50.00	1	-.119	2.3776
					2	-.121	2.4201
0	85	1214.4	801.8	-50.00	1	-.210	4.2031
					2	-.217	4.3344
0	87	221.3	945.6	-50.00	1	-.096	1.9175
					2	-.094	1.8708
0	88	363.2	952.2	-50.00	1	-.053	1.0692
					2	-.053	1.0658
0	89	505.0	958.7	-50.00	1	-.022	0.4376
					2	-.022	0.4442
0	91	788.8	971.9	-50.00	1	-.017	0.3326
					2	-.016	0.3252
0	92	930.7	978.5	-50.00	1	-.053	1.0622
					2	-.053	1.0619
0	93	1072.5	985.0	-50.00	1	-.122	2.4337

0	96	221.3	1020.9	-50.00	2	-.124	2.4722
					1	-.097	1.9354
					2	-.094	1.8863
0	97	363.2	1027.5	-50.00	1	-.054	1.0769
					2	-.054	1.0724
0	98	505.0	1034.1	-50.00	1	-.022	0.4398
					2	-.022	0.4460
0	100	788.8	1047.2	-50.00	1	-.017	0.3368
					2	-.016	0.3293
0	101	930.7	1053.8	-50.00	1	-.054	1.0740
					2	-.054	1.0731
0	102	1072.5	1060.3	-50.00	1	-.123	2.4554
					2	-.125	2.4923
0	105	221.3	1598.0	-50.00	1	-.104	2.0737
					2	-.100	2.0070
0	106	363.2	1598.0	-50.00	1	-.056	1.1232
					2	-.055	1.1098
0	107	505.0	1598.0	-50.00	1	-.021	0.4270
					2	-.021	0.4292
0	109	788.8	1598.0	-50.00	1	-.016	0.3177
					2	-.015	0.3053
0	110	930.7	1598.0	-50.00	1	-.056	1.1116
					2	-.055	1.1017
0	111	1072.5	1598.0	-50.00	1	-.129	2.5887
					2	-.131	2.6113
0	113	79.4	1452.1	-50.00	1	-.141	2.8195
					2	-.133	2.6571
0	114	221.3	1453.8	-50.00	1	-.102	2.0371
					2	-.099	1.9736
0	115	363.2	1455.4	-50.00	1	-.056	1.1204
					2	-.055	1.1081
0	116	505.0	1457.0	-50.00	1	-.022	0.4479
					2	-.023	0.4508
0	117	646.9	1458.7	-50.00	1	-.008	0.1612
					2	-.008	0.1595
0	118	788.8	1460.3	-50.00	1	-.018	0.3508
					2	-.017	0.3409
0	119	930.7	1462.0	-50.00	1	-.057	1.1300
					2	-.056	1.1241
0	120	1072.5	1463.6	-50.00	1	-.129	2.5738
					2	-.130	2.6015
0	121	1214.4	1465.3	-50.00	1	-.225	4.4961
					2	-.230	4.6042
0	122	79.4	1306.2	-50.00	1	-.138	2.7590
					2	-.130	2.6041
0	123	221.3	1309.5	-50.00	1	-.100	2.0035
					2	-.097	1.9449
0	124	363.2	1312.8	-50.00	1	-.055	1.1077
					2	-.055	1.0981
0	125	505.0	1316.0	-50.00	1	-.022	0.4496
					2	-.023	0.4537
0	126	646.9	1319.3	-50.00	1	-.008	0.1686
					2	-.008	0.1679
0	127	788.8	1322.6	-50.00	1	-.018	0.3541
					2	-.017	0.3456
0	128	930.7	1325.9	-50.00	1	-.056	1.1182
					2	-.056	1.1146
0	129	1072.5	1329.2	-50.00	1	-.127	2.5370
					2	-.128	2.5682
0	130	1214.4	1332.5	-50.00	1	-.222	4.4351
					2	-.227	4.5480
0	131	79.4	1160.3	-50.00	1	-.135	2.7021
					2	-.128	2.5542
0	132	221.3	1165.2	-50.00	1	-.098	1.9695
					2	-.096	1.9159
0	133	363.2	1170.1	-50.00	1	-.055	1.0926
					2	-.054	1.0857
0	134	505.0	1175.1	-50.00	1	-.022	0.4450
					2	-.023	0.4503
0	135	646.9	1180.0	-50.00	1	-.008	0.1665
					2	-.008	0.1664
0	136	788.8	1184.9	-50.00	1	-.017	0.3463
					2	-.017	0.3385
0	137	930.7	1189.8	-50.00	1	-.055	1.0967
					2	-.055	1.0946
0	138	1072.5	1194.8	-50.00	1	-.125	2.4969
					2	-.127	2.5310
0	139	1214.4	1199.7	-50.00	1	-.219	4.3770
					2	-.225	4.4943

ATI DI VERIFICA

ATO LATO FOLIGNO

SETTO SOPRA IL PIANO 0
 QUOTA AL PIEDE -50
 QUOTA IN SOMMITA' 600

PARETI COSTITUENTI IL SETTO:

parete n°		filo iniz.	filo fin.	spessore (cm)
1	piano	1	2	100
2	piano	2	3	100
3	piano	3	4	100
4	piano	4	5	100
5	piano	5	6	100
6	piano	6	7	100
7	piano	7	8	100

Numero livelli individuati per le verifiche 2

livello n°	quota (cm)	num. sezioni.
1	1	1
2	599	1

Livello 1 sezione 1
 COORDINATE DEL BARICENTRO: Xg= 29.42 Yg= 798.03

COORDINATE DEI VERTICI:	riferimento generale		riferimento baricentrico		
	vertice n°	x	y	x	y
	1	-20.6	1598.0	-50.0	800.0
	2	79.4	1598.0	50.0	800.0
	3	79.4	-2.0	50.0	-800.0
	4	-20.6	-2.0	-50.0	-800.0

Livello 2 sezione 1
 COORDINATE DEL BARICENTRO: Xg= 29.42 Yg= 798.03

COORDINATE DEI VERTICI:	riferimento generale		riferimento baricentrico		
	vertice n°	x	y	x	y
	1	-20.6	1598.0	-50.0	800.0
	2	79.4	1598.0	50.0	800.0
	3	79.4	-2.0	50.0	-800.0
	4	-20.6	-2.0	-50.0	-800.0

ARMATURE DIFFUSA VERTICALE Ø30/20cm
 ARMATURE DIFFUSA ORIZZONTALE Ø14/30cm
 PILLE DISTANZIATRICI SØ14 a mq
 ARRE D'ANGOLO Ø30

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (daN/cm²)

calcestruzzo Rck 350 (daN/cm²)
 acciaio sigma amm. 1600 (daN/cm²)
 ls sigma amm. 110,0 (daN/cm²)
 au c0 6,7 (daN/cm²)
 au c1 19,7 (daN/cm²)

SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLECITAZIONI PARETI IN C.A.

nf. sezione inferiore
 up. sezione superiore
 ond. condizione elementare di carico
 sforzo normale
 taglio nella direzione dell'asse X generale
 taglio nella direzione dell'asse Y generale
 taglio nel piano ortogonale al precedente che contiene l'asse della trave
 momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y generale
 momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X generale

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE COMPLESSIVI (daN, cm) :

sollecitazioni riferite al baricentro della sezione a cui appartengono)
 lx > 0 fibre tese per y maggiori; My > 0 fibre tese per x maggiori; N negativo se compressione)

cond./comb.	N	MX	MY	TX	TY
livello 1 sezione 1					
rimanenti	-8.242E+05	5.7425E+06	-5.757E+07	8.1886E+04	3.2338E+02
accidentali	-5.444E+04	-3.216E+05	-7.577E+06	3.3396E+04	-9.899E+02
caratura ed avviament	2.2609E+04	6.5462E+05	-1.028E+07	3.8590E+04	-1.380E+03
arpeggio	-4.421E-01	-5.990E+06	-1.872E+02	-1.864E-01	1.0000E+04
alta T	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
arma X	3.0620E+04	1.7192E+05	-1.394E+07	5.2278E+04	-3.645E+02

sigma Y	-2.238E+00	-3.132E+07	-1.199E+03	-3.852E-01	5.2279E+04
sigma Z	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
mb. 1	-8.368E+05	-3.139E+07	-8.423E+07	1.8685E+05	6.0558E+04
mb. 2	-8.255E+05	-2.806E+07	-8.937E+07	2.0615E+05	5.4868E+04
vello 2 sezione 1					
rimanenti	-5.847E+05	5.9324E+06	-6.854E+07	-7.066E+04	3.2321E+02
incidentali	-5.444E+04	-9.147E+05	-4.853E+06	-1.977E+04	-9.900E+02
segnatura ed avviament	2.2609E+04	-1.719E+05	1.2831E+07	3.8590E+04	-1.380E+03
irregglio	-4.084E-01	-5.560E+01	-3.006E+02	-1.769E-01	1.0000E+04
alta T	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
sigma X	3.0620E+04	-4.643E+04	1.7377E+07	5.2279E+04	-3.645E+02
sigma Y	-2.153E+00	-1.799E+02	-1.373E+03	-3.123E-01	5.2279E+04
sigma Z	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
mb. 1	-5.972E+05	4.8851E+06	-4.960E+07	-1.886E+04	6.0558E+04
mb. 2	-5.859E+05	4.7992E+06	-4.319E+07	4.3398E+02	5.4868E+04

TRIFICHE A TAGLIO (daN, cm):

vello 1 a quota 1,0 cm
 u longitudinale max 0,42 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 u trasversale max 1,48 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 u max 1,52 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 u long. (0,42) < tau c0
 matura longitudinale non necessaria da calcolo
 u trasv. = 1,48 < tau c0
 matura trasversale non necessaria da calcolo
 matura longitudinale presente 10,3 cmq/m
 matura trasversale presente 7,7 cmq/mq

vello 2 a quota 599,0 cm
 u longitudinale max 0,42 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 u trasversale max 0,14 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 u max 0,44 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 u long. (0,42) < tau c0
 matura longitudinale non necessaria da calcolo
 u trasv. = 0,14 < tau c0
 matura trasversale non necessaria da calcolo
 matura longitudinale presente 10,3 cmq/m
 matura trasversale presente 7,7 cmq/mq

TRIFICHE A PRESSO-TENSO-FLESSIONE (daN, cm):

zione 1 a quota 1,0 cm dal piano 0
 tto di importanza corrente
 gmac -46 nella combinazione 2
 -28062882
 -89372808
 -825460
 le coordinate X 79.4 Y 1598

gmaf 1217 nella combinazione 2
 -28062882
 -89372808
 -825460
 le coordinate X -13.7 Y 4.9

zione 1 a quota 599,0 cm dal piano 0
 tto di importanza corrente
 gmac -25 nella combinazione 1
 4885086
 -49602116
 -597165
 le coordinate X 79.4 Y -2

gmaf 570 nella combinazione 1
 4885086
 -49602116
 -597165
 le coordinate X -13.7 Y 1591.1

OTTO LATO PERUGIA

OTTO SOPRA IL PIANO 0
 OTA AL PIEDE -50
 OTA IN SOMMITA' 600

RETI COSTITUENTI IL SETTO:

rete n°	filo iniz.	filo fin.	spessore (cm)
8	piano	18	100

9	piano	19	18	100
10	piano	20	19	100
11	piano	21	20	100
12	piano	22	21	100
13	piano	23	22	100
14	piano	24	23	100

Numero livelli individuati per le verifiche 2

livello n°	quota. (cm)	num. sezioni.
1	1	1
2	599	1

Livello 1 sezione 1
COORDINATE DEL BARICENTRO: Xg= 1264.42 Yg= 798.03

COORDINATE DEI VERTICI:		riferimento generale		riferimento baricentrico	
vertice n°	x	y	x	y	
1	1214.4	1598.0	-50.0	800.0	
2	1314.4	1598.0	50.0	800.0	
3	1314.4	-2.0	50.0	-800.0	
4	1214.4	-2.0	-50.0	-800.0	

Livello 2 sezione 1
COORDINATE DEL BARICENTRO: Xg= 1264.42 Yg= 798.03

COORDINATE DEI VERTICI:		riferimento generale		riferimento baricentrico	
vertice n°	x	y	x	y	
1	1214.4	1598.0	-50.0	800.0	
2	1314.4	1598.0	50.0	800.0	
3	1314.4	-2.0	50.0	-800.0	
4	1214.4	-2.0	-50.0	-800.0	

ARMATURE DIFFUSA VERTICALE Ø30/20cm
ARMATURE DIFFUSA ORIZZONTALE Ø14/30cm
SPILLE DISTANZIATRICI 5Ø14 a mq
BARRE D'ANGOLO Ø30

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (daN/cm²)

calcestruzzo Rck 350 (daN/cm²)
acciaio sigma amm. 1600 (daN/cm²)
cls sigma amm. 110,0 (daN/cm²)
tau c0 6,7 (daN/cm²)
tau c1 19,7 (daN/cm²)

SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLECITAZIONI PARETI IN C.A.

inf. sezione inferiore
sup. sezione superiore
cond condizione elementare di carico
N sforzo normale
Tx taglio nella direzione dell'asse X generale
Ty taglio nella direzione dell'asse Y generale
Tx taglio nel piano ortogonale al precedente che contiene l'asse della trave
Mx momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y generale
My momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X generale

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE COMPLESSIVI (daN, cm) :

(sollecitazioni riferite al baricentro della sezione a cui appartengono)
(Mx > 0 fibre tese per y maggiori; My > 0 fibre tese per x maggiori; N negativo se compressione)

cond./comb.	N	MX	MY	TX	TY
Livello 1 sezione 1					
Permanenti	-8.486E+05	2.9320E+06	3.9647E+07	7.1248E+04	-3.236E+02
Accidentali	-6.698E+04	-1.034E+06	-7.958E+05	2.1307E+04	9.9000E+02
Frenatura ed avviament	-2.261E+04	-6.544E+05	-1.028E+07	3.8590E+04	1.3798E+03
Serpeggio	4.6049E-01	-5.990E+06	-2.950E+02	1.9807E-01	9.9999E+03
delta T	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
sisma X	-3.062E+04	-1.716E+05	-1.394E+07	5.2278E+04	3.6447E+02
sisma Y	2.2735E+00	-3.131E+07	-1.341E+03	3.3832E-01	5.2278E+04
sisma z	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
comb. 1	-9.575E+05	-3.590E+07	1.9770E+07	1.6413E+05	6.3998E+04
comb. 2	-9.688E+05	-3.324E+07	1.4627E+07	1.8342E+05	5.9688E+04
Livello 2 sezione 1					
Permanenti	-6.090E+05	2.7321E+06	8.2325E+07	7.1248E+04	-3.236E+02
Accidentali	-6.698E+04	-4.414E+05	1.1967E+07	2.1307E+04	9.9009E+02

Frenatura ed avviament	-2.261E+04	1.7216E+05	1.2831E+07	3.8590E+04	1.3799E+03
Serpeggio	4.4003E-01	5.5428E+01	-1.809E+02	1.8907E-01	9.9998E+03
delta T	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
sisma X	-3.062E+04	4.6741E+04	1.7377E+07	5.2279E+04	3.6448E+02
sisma Y	2.3499E+00	1.7909E+02	-1.176E+03	1.8713E-01	5.2278E+04
sisma Z	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
comb. 1	-7.179E+05	2.4237E+06	1.1808E+08	1.6413E+05	6.3999E+04
comb. 2	-7.292E+05	2.5098E+06	1.2450E+08	1.8342E+05	5.9689E+04

VERIFICHE A TAGLIO (daN, cm) :

Livello 1 a quota 1,0 cm
 tau longitudinale max 0,45 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 tau trasversale max 1,31 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 tau max 1,38 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 tau long.(0,45) < tau c0
 Armatura longitudinale non necessaria da calcolo
 tau trasv.=1,31 < tau c0
 Armatura trasversale non necessaria da calcolo
 Armatura longitudinale presente 10,3 cmq/m
 Armatura trasversale presente 7,7 cmq/mq

Livello 2 a quota 599,0 cm
 tau longitudinale max 0,45 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.1
 tau trasversale max 1,31 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 tau max 1,38 parete n. 1+2+3+4+5+6+7 nella comb.2
 tau long.(0,45) < tau c0
 Armatura longitudinale non necessaria da calcolo
 tau trasv.=1,31 < tau c0
 Armatura trasversale non necessaria da calcolo
 Armatura longitudinale presente 10,3 cmq/m
 Armatura trasversale presente 7,7 cmq/mq

VERIFICHE A PRESSO-TENSOFLESSIONE (daN, cm) :

Sezione 1 a quota 1,0 cm dal piano 0
 Setto di importanza corrente
 sigmac -12 nella combinazione 1
 Mx -35904560
 My 19769616
 N -957456
 Alle coordinate X 1214.4 Y 1598

sigmaf -14 nella combinazione 2
 Mx -33236916
 My 14627296
 N -966761
 Alle coordinate X 1307.5 Y 4.9

Sezione 1 a quota 599,0 cm dal piano 0
 Setto di importanza corrente
 sigmac -62 nella combinazione 2
 Mx 2509769
 My 124498312
 N -729158
 Alle coordinate X 1214.4 Y -2

sigmaf 1576 nella combinazione 2
 Mx 2509769
 My 124498312
 N -729158
 Alle coordinate X 1307.5 Y 1591.1

PLATEA DI FONDAZIONE

Elementi di piastra del piano n. 0	Elemento	spessore	filo vertice 1	filo vertice 2	filo vertice 3	filo vertice 4
sovraresistenza						
0%	1	100	1	2	18	17
0%	2	100	2	3	19	18
0%	3	100	3	4	20	19
0%	4	100	4	5	21	20
0%	5	100	5	6	22	21
0%	6	100	6	7	23	22
0%	7	100	7	8	24	23
0%						

SIMBOLI USATI NELLA VERIFICA DELLE PIASTRE

nod. = numero del nodo nel modello
 x y = coordinate in pianta del nodo
 sovr. = moltiplicatore delle sollecitazioni per sovrarresistenza
 n.X = i valori sono riferiti alla sezione di normale X
 n.Y = i valori sono riferiti alla sezione di normale Y
 Af+ = area di acciaio ancorata inferiore
 Af- = area di acciaio ancorata superiore
 M+ = momento flettente positivo (che tende le fibre inferiori)
 comb = combinazione che produce la situazione di verifica
 scs = tensione normale nelle fibre superiori del calcestruzzo
 sfi = tensione normale nell'acciaio inferiore
 M+adm = momento flettente positivo che comporta il raggiungimento delle tensioni ammissibili
 M- = momento flettente negativo
 sci = tensione normale nelle fibre inferiori del calcestruzzo
 sfs = tensione normale nell'acciaio superiore
 M-adm = momento flettente negativo che comporta il raggiungimento delle tensioni ammissibili
 sp = spessore della piastra
 cs = copriferro superiore
 ci = copriferro inferiore
 Wksup = ampiezza caratteristica delle fessure superiori
 Wkinf = ampiezza caratteristica delle fessure inferiori
 Dist = distanza tra le fessure
 p.v. = lunghezza del perimetro di verifica
 sp.v = altezza utile del perimetro di verifica
 beta = moltiplicatore del carico punzonante per incremento da posizione
 c.pz. = carico dal pilastro o dalla parete (moltiplicato per beta)
 r.t. = reazione del terreno (per piastre di fondazione)
 p.b. = peso proprio del cono punzonato
 Vmax = carico punzonante di verifica
 a.n. = area di acciaio necessaria
 a.st. = area di acciaio fornita dalle staffe
 a.sg. = area di acciaio fornita dai sagomati (componente verticale)
 tau = tensione tangenziale

Verifiche dei nodi a flessione (lunghezze in cm; aree in cmq/m; momenti in daN*m/m)

nod.	x	y	sovr.	sez.	Af+	Af-	M+	comb	scs	sfi	M+adm	M- comb	sci	sfs	M-adm	sp	cs	
ci																		
5	79	484	1.00	n.X	70.7	35.3	62959	2	-38	1079	93353	0	1	0	-49167	100	5.5	
8.0				n.Y	15.7	15.7	8520	2	-10	631	-21587	0	1	0	-21587	100	8.0	
8.0	79	363	1.00	n.X	70.7	35.3	61306	2	-37	1051	93353	0	1	0	-49167	100	5.5	
8.0				n.Y	15.7	15.7	7995	2	-9	593	-21587	0	1	0	-21587	100	8.0	
8.0	221	367	1.00	n.X	70.7	35.3	10676	2	-6	183	93353	0	1	0	-49167	100	5.5	
8.0				n.Y	15.7	15.7	3254	2	-4	241	-21587	-1332	1	-2	99	-21587	100	8.0
8.0	221	491	1.00	n.X	70.7	35.3	10885	2	-7	187	93353	0	1	0	-49167	100	5.5	
8.0				n.Y	15.7	15.7	3629	2	-4	269	-21587	-1443	1	-2	107	-21587	100	8.0
8.0	363	372	1.00	n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-16535	1	-9	323	-81936	100	8.3
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2251	1	-3	167	-21587	100	8.0
8.0	363	497	1.00	n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-17131	1	-10	334	-81936	100	8.3
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2510	1	-3	186	-21587	100	8.0
6.0	505	377	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-23490	1	-14	406	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2376	1	-3	176	-21587	100	8.0
6.0	505	504	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-24150	1	-15	417	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2794	1	-3	207	-21587	100	8.0
8.0	647	362	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-28342	2	-17	490	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2326	2	-5	172	-21587	100	8.0
8.0	647	510	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-28943	2	-18	500	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2800	2	-3	208	-21587	100	8.0
6.0	789	387	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-3212	2	-13	461	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3805	2	-4	282	-21587	100	8.0
6.0	789	517	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-38947	2	-14	473	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-38947	2	-14	473	-92559	100	8.8

8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4357	2	-5	323	-21587	100	8.0	
8.0	20	931	392	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-48623	2	-26	838	-92835	100	8.8	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5641	2	-7	413	-21587	100	8.0	
8.0	11	931	523	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-49383	2	-27	851	-92835	100	8.2	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6167	2	-7	457	-21587	100	8.0	
8.0	21	1073	397	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-45423	2	-30	1478	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6281	2	-7	465	-21587	100	8.0	
8.0	12	1073	530	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-46087	2	-30	1500	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6854	2	-8	508	-21587	100	8.0	
8.0	22	1214	402	1.00	n. X	35.3	35.3	5516	1	-4	179	49327	-755	2	-1	24	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	2824	1	-2	209	-21587	-1473	2	-2	109	-21587	100	8.0	
8.0	13	1214	537	1.00	n. X	35.3	35.3	6238	1	-5	202	49327	-57	2	0	2	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	3017	1	-4	224	-21587	-1858	2	-2	123	-21587	100	8.0	
8.0	23	79	241	1.00	n. X	70.7	35.3	59817	2	-36	1025	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	7309	2	-8	542	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	24	221	244	1.00	n. X	70.7	35.3	10325	2	-6	177	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	2824	2	-3	209	-21587	-750	1	-1	56	-21587	100	8.0	
8.0	25	363	248	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	93307	-15850	1	-9	309	-81986	100	8.3	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1214	1	-2	134	-21587	100	8.0	
8.0	26	505	251	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-22896	1	-14	392	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1614	1	-2	120	-21587	100	8.0	
8.0	27	647	254	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-27798	2	-17	461	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1420	2	-2	105	-21587	100	8.0	
8.0	28	789	257	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-37554	2	-23	649	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2763	2	-3	205	-21587	100	8.0	
8.0	29	931	261	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-47712	2	-26	822	-92835	100	8.2	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4564	2	-5	338	-21587	100	8.0	
8.0	30	1073	264	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-44593	2	-29	1451	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5131	2	-6	380	-21587	100	8.0	
8.0	31	1214	267	1.00	n. X	35.3	35.3	4382	1	-3	142	49327	-1351	2	-1	44	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	1902	1	-2	141	-21587	-882	2	-1	65	-21587	100	8.0	
8.0	32	79	120	1.00	n. X	70.7	35.3	58233	2	-35	998	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	5894	2	-7	437	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	33	221	121	1.00	n. X	70.7	35.3	9920	2	-6	170	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	1379	2	-2	102	-21587	-704	1	-1	52	-21587	100	8.0	
8.0	34	363	123	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	93307	-14808	1	-8	299	-81986	100	8.3	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1133	1	-1	84	-21587	100	8.0	
8.0	35	505	124	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-21818	1	-13	377	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-569	2	-1	42	-21587	100	8.0	
8.0	36	647	126	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-27743	2	-17	450	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-799	2	-1	59	-21587	100	8.0	
8.0	37	789	128	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-37262	2	-23	644	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1464	2	-2	108	-21587	100	8.0	
8.0	38	931	129	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-46858	2	-26	803	-92835	100	8.8	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2705	2	-3	200	-21587	100	8.0	
8.0	39	1073	131	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-43464	2	-28	1414	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3089	2	-4	229	-21587	100	8.0	
8.0	40	1214	133	1.00	n. X	35.3	35.3	2667	1	-2	96	49327	-1353	2	-1	52	-49327	100	5.5
5.5																			

8.0				n. Y	15.7	15.7	1031	1	-1	76	-21587	-82	2	0	6	-21587	100	8.0	
8.0	41	79	-2	1.00	n. X	70.7	35.3	54736	2	-33	938	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	1851	2	-2	137	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	42	221	-2	1.00	n. X	70.7	35.3	10261	2	-6	176	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-667	2	-1	51	-21587	100	8.0
8.0	43	363	-2	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-14518	1	-8	263	-61986	100	8.3
8.0					n. Y	15.7	15.7	65	2	0	5	-21587	-486	2	-1	36	-21587	100	8.0
8.0	44	505	-2	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-21773	1	-13	376	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-596	2	-1	44	-21587	100	8.0
8.0	45	647	-2	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-27761	2	-17	420	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	22	2	0	2	-21587	-772	2	-1	57	-21587	100	8.0
8.0	46	789	-2	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-37470	2	-23	646	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	6	2	0	0	-21587	-829	2	-1	61	-21587	100	8.0
8.0	47	931	-2	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-47653	2	-26	814	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-670	2	-1	50	-21587	100	8.0
8.0	48	1073	-2	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-44422	2	-29	1446	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	34	2	0	3	-21587	-1061	2	-1	79	-21587	100	8.0
8.0	49	1214	-2	1.00	n. X	35.3	35.3	2912	1	-2	94	49327	-2647	2	-2	86	-49327	100	5.5
5.5					n. Y	15.7	15.7	1087	1	-1	81	-21587	-1446	2	-2	107	-21587	100	8.0
8.0	50	79	559	1.00	n. X	70.7	35.3	63926	2	-36	1096	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	8550	2	-10	634	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	51	221	566	1.00	n. X	70.7	35.3	10802	2	-6	125	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	3455	2	-4	256	-21587	-1419	1	-2	105	-21587	100	8.0
8.0	52	363	573	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-17439	1	-10	340	-61986	100	8.3
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2627	1	-3	195	-21587	100	8.0
8.0	53	505	579	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-24515	1	-15	424	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2974	1	-3	220	-21587	100	8.0
8.0	54	647	586	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-29892	2	-18	506	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3988	2	-3	221	-21587	100	8.0
8.0	55	789	592	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-39353	2	-24	680	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4575	2	-5	339	-21587	100	8.0
8.0	56	931	599	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-49771	2	-27	858	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6249	2	-7	463	-21587	100	8.0
8.0	57	1073	605	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46223	2	-30	1504	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6682	2	-8	495	-21587	100	8.0
8.0	58	1214	612	1.00	n. X	35.3	35.3	6563	1	-5	213	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5					n. Y	15.7	15.7	2943	1	-3	218	-21587	-1523	2	-2	113	-21587	100	8.0
8.0	59	79	635	1.00	n. X	70.7	35.3	64470	2	-39	1105	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	8730	2	-10	647	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	60	221	641	1.00	n. X	70.7	35.3	10677	2	-6	183	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	3457	2	-4	256	-21587	-1782	1	-2	122	-21587	100	8.0
8.0	61	363	648	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-17729	1	-10	346	-61986	100	8.3
8.0					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2774	1	-3	206	-21587	100	8.0
8.0	62	505	654	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-24869	1	-15	430	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3128	1	-4	232	-21587	100	8.0
8.0	63	647	661	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-29621	2	-18	512	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3159	2	-4	234	-21587	100	8.0
8.0	64	789	668	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-39744	2	-24	687	-92559	100	8.8
5.5																			

8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4784	2	-6	355	-21587	100	8.0	
8.0	65	931	674	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-50106	2	-27	864	-92835	100	8.8	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6337	2	-7	470	-21587	100	8.0	
8.0	66	1073	661	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-46323	2	-30	1507	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6699	2	-8	487	-21587	100	8.0	
8.0	67	1214	687	1.00	n. X	35.3	35.3	6990	1	-5	227	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	3201	1	-4	237	-21587	-1611	2	-2	119	-21587	100	8.0	
8.0	68	79	864	1.00	n. X	70.7	35.3	65697	2	-29	1126	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	8527	2	-10	632	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	77	79	749	1.00	n. X	70.7	35.3	65002	2	-28	1114	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	8782	2	-10	651	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	78	221	756	1.00	n. X	70.7	35.3	10529	2	-6	180	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	3583	2	-4	266	-21587	-1895	1	-2	140	-21587	100	8.0	
8.0	69	221	870	1.00	n. X	70.7	35.3	10310	2	-6	177	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	3476	2	-4	258	-21587	-1699	1	-2	126	-21587	100	8.0	
8.0	79	363	762	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-18165	1	-10	354	-81986	100	8.3
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2815	1	-3	209	-21587	100	8.0	
8.0	70	363	877	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-18587	1	-10	363	-81986	100	8.3
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2736	1	-3	203	-21587	100	8.0	
8.0	80	505	769	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-28376	1	-15	439	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3223	1	-4	339	-21587	100	8.0	
8.0	71	505	883	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-28829	1	-16	446	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3228	1	-4	339	-21587	100	8.0	
8.0	81	647	775	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-30172	1	-18	522	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3336	2	-4	247	-21587	100	8.0	
8.0	72	647	890	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-30726	1	-19	531	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3436	1	-4	255	-21587	100	8.0	
8.0	82	789	782	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-40273	2	-24	696	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4949	2	-6	367	-21587	100	8.0	
8.0	73	789	897	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-40752	2	-25	704	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4999	2	-6	371	-21587	100	8.0	
8.0	83	931	789	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-50526	2	-28	871	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6441	2	-7	477	-21587	100	8.0	
8.0	74	931	903	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-50886	2	-28	877	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6453	2	-7	478	-21587	100	8.0	
8.0	84	1073	795	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46442	2	-30	1511	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6849	2	-8	508	-21587	100	8.0	
8.0	75	1073	910	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46406	2	-30	1510	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6740	2	-8	500	-21587	100	8.0	
8.0	85	1214	802	1.00	n. X	35.3	35.3	7690	1	-6	249	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	3382	1	-4	251	-21587	-1733	2	-2	128	-21587	100	8.0	
8.0	76	1214	916	1.00	n. X	35.3	35.3	8387	1	-6	272	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	3182	1	-4	236	-21587	-1538	2	-2	114	-21587	100	8.0	
8.0	86	79	939	1.00	n. X	70.7	35.3	66225	2	-40	1135	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	8885	2	-10	636	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	87	221	946	1.00	n. X	70.7	35.3	10070	2	-6	173	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	3185	2	-4	236	-21587	-1608	1	-8	119	-21587	100	8.0	
8.0	88	363	952	1.00	n. Y	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-18289	1	-11	367	-81986	100	8.3
8.0																			

8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2747	1	-3	204	-21587	100	8.0	
8.0	89	505	959	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-26097	1	-16	451	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3238	1	-4	240	-21587	100	8.0	
8.0	90	647	965	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-31071	1	-19	537	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3501	1	-4	259	-21587	100	8.0	
8.0	91	789	972	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-41046	2	-25	710	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5019	2	-6	372	-21587	100	8.0	
8.0	92	931	978	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-51111	2	-28	881	-92835	100	8.8	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6414	2	-7	475	-21587	100	8.0	
8.0	93	1073	985	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-46306	2	-30	1507	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6466	2	-8	479	-21587	100	8.0	
8.0	94	1214	992	1.00	n. X	35.3	35.3	8939	1	-8	289	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	2915	1	-3	216	-21587	-1241	2	-1	92	-21587	100	8.0	
8.0	95	79	1014	1.00	n. X	70.7	35.3	66493	2	-40	1140	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	8582	2	-10	636	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	96	221	1021	1.00	n. X	70.7	35.3	9748	2	-6	167	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	3232	2	-4	240	-21587	-2005	1	-2	149	-21587	100	8.0	
8.0	97	363	1027	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	93307	-19105	1	-11	373	-81986	100	8.3	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2912	1	-3	216	-21587	100	8.0	
8.0	98	505	1034	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-26380	1	-16	456	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3292	1	-4	244	-21587	100	8.0	
8.0	99	647	1041	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-31391	1	-19	543	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3584	1	-4	266	-21587	100	8.0	
8.0	100	789	1047	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-41329	2	-25	714	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5022	2	-6	377	-21587	100	8.0	
8.0	101	931	1054	1.00	n. X	70.7	70.7	0	1	0	93302	-51349	2	-28	885	-92835	100	8.8	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6395	2	-7	474	-21587	100	8.0	
8.0	102	1073	1060	1.00	n. X	70.7	35.3	0	1	0	93353	-46374	2	-30	1506	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6413	2	-7	475	-21587	100	8.0	
8.0	103	1214	1067	1.00	n. X	35.3	35.3	9647	1	-7	313	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n. Y	15.7	15.7	3177	1	-4	235	-21587	-1529	2	-2	114	-21587	100	8.0	
8.0	104	79	1598	1.00	n. X	70.7	35.3	66919	2	-40	1147	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	3950	1	-5	293	-21587	-1376	1	-2	102	-21587	100	8.0	
8.0	113	-79	1452	1.00	n. X	70.7	35.3	67750	2	-41	1161	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	8661	2	-10	642	-21587	0	1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0	114	221	1454	1.00	n. X	70.7	35.3	8698	2	-5	149	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	2444	2	-3	181	-21587	-1890	1	-2	140	-21587	100	8.0	
8.0	105	221	1598	1.00	n. X	70.7	35.3	10155	2	-6	174	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	2400	1	-3	178	-21587	-2914	1	-3	216	-21587	100	8.0	
8.0	115	363	1455	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	93307	-21344	1	-12	417	-81986	100	8.3	
8.0				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3165	1	-4	235	-21587	100	8.0	
8.0	106	363	1598	1.00	n. X	70.7	61.8	0	1	0	93307	-23037	1	-13	450	-81986	100	8.3	
8.0				n. Y	15.7	15.7	365	2	0	27	-21587	-2445	1	-3	181	-21587	100	8.0	
8.0	116	505	1457	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-28692	1	-17	496	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2662	1	-3	197	-21587	100	8.0	
8.0	107	505	1592	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-29686	1	-18	513	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	70	2	0	5	-21587	-1521	2	-2	113	-21587	100	8.0	
8.0	117	647	1459	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-33341	1	-20	576	-92559	100	8.8	
5.5																			

8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1985	1	-2	147	-21587	100	8.0
106	647	1598	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-34195	1	-21	591	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	34	2	0	3	-21587	-778	2	-1	52	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-43928	2	-26	744	-92559	100	8.8
118	789	1460	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-43928	2	-26	744	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2818	1	-3	209	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-43498	2	-26	752	-92559	100	8.8
109	789	1598	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-43498	2	-26	752	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	27	1	0	2	-21587	-572	1	-1	42	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-53158	2	-29	916	-92835	100	8.8
119	931	1462	1.00	n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-53158	2	-29	916	-92835	100	8.8
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4678	1	-5	347	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-54703	2	-30	943	-92835	100	8.8
110	931	1598	1.00	n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-54703	2	-30	943	-92835	100	8.8
8.0				n.Y	15.7	15.7	20	1	0	1	-21587	-2182	1	-3	162	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-47123	2	-31	1534	-49167	100	5.5
120	1073	1464	1.00	n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-47123	2	-31	1534	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5857	2	-7	434	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-49518	2	-32	1611	-49167	100	5.5
111	1073	1598	1.00	n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-49518	2	-32	1611	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	292	1	0	22	-21587	-3782	1	-4	260	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	35.3	15009	1	-11	487	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
121	1214	1465	1.00	n.X	35.3	35.3	15009	1	-11	487	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n.Y	15.7	15.7	5244	1	-6	389	-21587	-1317	2	-2	112	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	35.3	13244	1	-13	592	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
112	1214	1598	1.00	n.X	35.3	35.3	13244	1	-13	592	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n.Y	15.7	15.7	3088	1	-4	229	-21587	-4101	2	-5	304	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	66957	2	-40	1148	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
122	79	1306	1.00	n.X	70.7	35.3	66957	2	-40	1148	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	8670	2	-10	643	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	8932	2	-5	153	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
123	221	1309	1.00	n.X	70.7	35.3	8932	2	-5	153	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	3019	2	-4	224	-21587	-1664	1	-2	123	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-20353	1	-11	397	-81986	100	8.3
124	363	1313	1.00	n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-20353	1	-11	397	-81986	100	8.3
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2757	1	-3	204	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-27672	1	-17	478	-92559	100	8.8
125	505	1316	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-27672	1	-17	478	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3052	1	-4	226	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-32434	1	-20	531	-92559	100	8.8
126	647	1319	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-32434	1	-20	531	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2789	1	-3	207	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-42345	2	-26	732	-92559	100	8.8
127	789	1323	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-42345	2	-26	732	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4257	1	-5	316	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-53284	2	-28	901	-92835	100	8.8
128	931	1226	1.00	n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-53284	2	-28	901	-92835	100	8.8
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5810	2	-7	431	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46322	2	-30	1508	-49167	100	5.5
129	1073	1329	1.00	n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46322	2	-30	1508	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6015	2	-7	446	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	35.3	12774	1	-9	414	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
130	1214	1332	1.00	n.X	35.3	35.3	12774	1	-9	414	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n.Y	15.7	15.7	3482	1	-4	258	-21587	-2099	2	-2	156	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	66337	2	-40	1137	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
131	79	1160	1.00	n.X	70.7	35.3	66337	2	-40	1137	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	8574	2	-10	635	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	35.3	9376	2	-6	161	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
132	221	1165	1.00	n.X	70.7	35.3	9376	2	-6	161	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	3141	2	-4	233	-21587	-2005	1	-2	149	-21587	100	8.0
8.0				n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-19664	1	-11	384	-81986	100	8.3
133	363	1170	1.00	n.X	70.7	61.8	0	1	0	0	93307	-19664	1	-11	384	-81986	100	8.3
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-2781	1	-3	206	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-26974	1	-16	466	-92559	100	8.8
134	505	1175	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-26974	1	-16	466	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3221	1	-4	239	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-31350	1	-19	552	-92559	100	8.8
135	647	1180	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-31350	1	-19	552	-92559	100	8.8
5.5				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-3416	1	-4	253	-21587	100	8.0
8.0				n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-41206	2	-20	703	-92559	100	8.8
136	789	1185	1.00	n.X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-41206	2	-20	703	-92559	100	8.8
5.5																		

8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4880	2	-6	362	-21587	100	8.0
137	931	1190	1.00	n.X	70.7	70.7	0	1	0	0	93302	-51719	2	-28	891	-92835	100	8.8
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6275	2	-7	465	-21587	100	8.0
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6439	2	-7	477	-21587	100	8.0
138	1073	1195	1.00	n.X	70.7	35.3	0	1	0	0	93353	-46102	2	-30	1500	-49167	100	5.5
8.0				n.Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6439	2	-7	477	-21587	100	8.0
139	1214	1200	1.00	n.X	35.3	35.3	10978	1	-8	356	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5				n.Y	15.7	15.7	3222	1	-4	239	-21587	-1675	2	-2	124	-21527	100	8.0
8.0																		

Verifica a fessurazione

nod.	Giacitura normale all'asse X						Giacitura normale all'asse Y					
	Wkinf	Dist	M	Wksup	Dist	M	Wkinf	Dist	M	Wksup	Dist	M
5	0.0148	24.47	62959	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2520	0.00000	0.00	0
14	0.0141	24.47	61306	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	7995	0.00000	0.00	0
19	0.0000	0.00	0	0.0056	26.13	-38237	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-3805
10	0.0000	0.00	0	0.0057	26.13	-38947	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4357
20	0.0000	0.00	0	0.0082	26.13	-48623	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5641
11	0.0000	0.00	0	0.0087	26.13	-49383	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6167
21	0.0000	0.00	0	0.0147	26.88	-45423	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6281
12	0.0000	0.00	0	0.0154	26.88	-46087	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6854
23	0.0134	24.47	59817	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	7309	0.00000	0.00	0
28	0.0000	0.00	0	0.0055	26.13	-37554	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-2763
29	0.0000	0.00	0	0.0077	26.13	-47712	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4564
30	0.0000	0.00	0	0.0138	26.88	-44593	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5131
32	0.0127	24.47	58233	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	5394	0.00000	0.00	0
37	0.0000	0.00	0	0.0055	26.13	-37262	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-1464
38	0.0000	0.00	0	0.0072	26.13	-46858	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-2705
39	0.0000	0.00	0	0.0125	26.88	-43464	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-3088
41	0.0110	24.47	54736	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	1851	0.00000	0.00	0
46	0.0000	0.00	0	0.0055	26.13	-37470	0.00000	0.00	6	0.00000	0.00	-829
47	0.0000	0.00	0	0.0075	26.13	-47253	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-670
48	0.0000	0.00	0	0.0136	26.88	-44422	0.00000	0.00	34	0.00000	0.00	-1061
50	0.0152	24.47	63926	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2550	0.00000	0.00	0
55	0.0000	0.00	0	0.0058	26.13	-39255	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4575
56	0.0000	0.00	0	0.0089	26.13	-49771	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6249
57	0.0000	0.00	0	0.0156	26.88	-46223	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6582
59	0.0155	24.47	64470	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2730	0.00000	0.00	0
64	0.0000	0.00	0	0.0058	26.13	-39744	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4764
65	0.0000	0.00	0	0.0091	26.13	-50106	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6337
66	0.0000	0.00	0	0.0157	26.88	-46323	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6699
68	0.0160	24.47	65697	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2527	0.00000	0.00	0
77	0.0157	24.47	65002	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2783	0.00000	0.00	0
82	0.0000	0.00	0	0.0059	26.13	-40273	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4949
73	0.0000	0.00	0	0.0060	26.13	-40752	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4999
83	0.0000	0.00	0	0.0093	26.13	-50528	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6441
74	0.0000	0.00	0	0.0095	26.13	-50856	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6453
84	0.0000	0.00	0	0.0158	26.88	-46442	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6849
75	0.0000	0.00	0	0.0158	26.88	-46408	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6740
86	0.0163	24.47	66225	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2555	0.00000	0.00	0
91	0.0000	0.00	0	0.0060	26.13	-41046	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5019
92	0.0000	0.00	0	0.0096	26.13	-51111	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6414
93	0.0000	0.00	0	0.0157	26.88	-46306	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6466
95	0.0164	24.47	66493	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2522	0.00000	0.00	0
100	0.0000	0.00	0	0.0060	26.13	-41329	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5062
101	0.0000	0.00	0	0.0097	26.13	-51349	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6395
102	0.0000	0.00	0	0.0156	26.88	-46274	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6413
104	0.0166	24.47	66919	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	3950	0.00000	0.00	-1376
113	0.0169	24.47	67750	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	8661	0.00000	0.00	0
118	0.0000	0.00	0	0.0063	26.13	-43028	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-2218
109	0.0000	0.00	0	0.0064	26.13	-43498	0.00000	0.00	27	0.00000	0.00	-572
119	0.0000	0.00	0	0.0107	26.13	-52158	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4678
110	0.0000	0.00	0	0.0115	26.13	-54703	0.00000	0.00	20	0.00000	0.00	-2182
120	0.0000	0.00	0	0.0165	26.88	-47123	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5857
111	0.0000	0.00	0	0.0191	26.88	-49518	0.00000	0.00	792	0.00000	0.00	-3782
122	0.0168	24.47	66957	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2670	0.00000	0.00	0
127	0.0000	0.00	0	0.0062	26.13	-42345	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4257
128	0.0000	0.00	0	0.0102	26.13	-52284	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5810
129	0.0000	0.00	0	0.0157	26.88	-46326	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6015
131	0.0163	24.47	66337	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	2574	0.00000	0.00	0
136	0.0000	0.00	0	0.0061	26.13	-41230	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-4820
137	0.0000	0.00	0	0.0099	26.13	-51719	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6275
138	0.0000	0.00	0	0.0155	26.88	-46102	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-6439

SOLETTA DI COPERTURA

Elementi di piastra del piano n. 1					
Elemento spessore	filo vertice 1	filo vertice 2	filo vertice 3	filo vertice 4	
sovrarresistenza					
8	100	1	2	10	9
0%	9	100	2	3	11
0%					10

0%	10	100	3	4	12	11
0%	11	100	4	5	13	12
0%	12	100	6	14	13	5
0%	13	100	7	8	16	15
0%	14	100	7	15	14	6
0%	15	100	9	10	18	17
0%	16	100	10	11	19	18
0%	17	100	11	12	20	19
0%	18	100	12	13	21	20
0%	19	100	14	22	21	13
0%	20	100	15	16	24	23
0%	21	100	15	23	22	14
0%						

SIMBOLI USATI NELLA VERIFICA DELLE PIASTRE

nod. = numero del nodo nel modello
 x y = coordinate in pianta del nodo
 sovr. = moltiplicatore delle sollecitazioni per sovrarresistenza
 n.X = i valori sono riferiti alla sezione di normale X
 n.Y = i valori sono riferiti alla sezione di normale Y
 Af+ = area di acciaio ancorata inferiore
 Af- = area di acciaio ancorata superiore
 M+ = momento flettente positivo (che tende le fibre inferiori)
 comb = combinazione che produce la situazione di verifica
 scs = tensione normale nelle fibre superiori del calcestruzzo
 sfi = tensione normale nell'acciaio inferiore
 M+adm = momento flettente positivo che comporta il raggiungimento delle tensioni ammissibili
 M- = momento flettente negativo
 sci = tensione normale nelle fibre inferiori del calcestruzzo
 sfs = tensione normale nell'acciaio superiore
 M-adm = momento flettente negativo che comporta il raggiungimento delle tensioni ammissibili
 sp = spessore della piastra
 cs = copriferro superiore
 ci = copriferro inferiore
 Wksup = ampiezza caratteristica delle fessure superiori
 Wkinf = ampiezza caratteristica delle fessure inferiori
 Dist = distanza tra le fessure
 p.v. = lunghezza del perimetro di verifica
 sp.v = altezza utile del perimetro di verifica
 beta = moltiplicatore del carico punzonante per incremento da posizione
 c.pz. = carico dal pilastro o dalla parete (moltiplicato per beta)
 r.t. = reazione del terreno (per piastre di fondazione)
 p.b. = peso proprio del cono punzonato
 Vmax = carico punzonante di verifica
 a.n. = area di acciaio necessaria
 a.st. = area di acciaio fornita dalle staffe
 a.sg. = area di acciaio fornita dai sagomati (componente verticale)
 tau = tensione tangenziale

Verifiche dei nodi a flessione (lunghezze in cm; aree in cm²/m; momenti in daN*m/m)

nod.	x	y	sovr.	sez.	Af+	Af-	M+	comb	scs	sfi	M+adm	M-	comb	sci	sfs	M-adm	sp	cs
ci							0	1	0	0	48992	-38327	1	-23	663	-92559	100	8.8
140	79	484	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-38327	1	-23	663	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-7046	1	-8	522	-21587	100	8.0
8.0				n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-34839	1	-21	602	-92559	100	8.8
145	79	363	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-34839	1	-21	602	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-7210	1	-8	534	-21587	100	8.0
8.0				n. X	35.3	70.7	21520	2	-14	703	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
146	221	367	1.00	n. X	35.3	70.7	21520	2	-14	703	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	5617	2	-7	420	-21587	3778	1	-4	220	-21587	100	8.0
8.0				n. X	35.3	70.7	21923	2	-12	712	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
141	221	491	1.00	n. X	35.3	70.7	21923	2	-12	712	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	8190	2	-10	607	-21587	-970	1	-1	57	-21587	100	8.0
8.0				n. X	70.7	70.7	50996	2	-28	875	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
147	363	372	1.00	n. X	70.7	70.7	50996	2	-28	875	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0																		

8.0					n. Y	15.7	15.7	7554 2	-9	560	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
142	363	497	1.00		n. X	70.7	70.7	52434 2	-29	899	93302	0 1	0	0	0	-92235	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	11804 2	-14	875	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0					n. X	70.7	35.3	65332 2	-39	1120	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
148	505	377	1.00		n. Y	15.7	15.7	7778 2	-9	577	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0					n. X	70.7	35.3	67152 2	-40	1151	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
143	505	504	1.00		n. Y	15.7	15.7	13192 2	-15	978	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0					n. X	70.7	35.3	64826 2	-39	1111	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
149	647	382	1.00		n. Y	15.7	15.7	6428 2	-7	476	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0					n. X	70.7	35.3	67065 2	-40	1149	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
144	647	510	1.00		n. Y	15.7	15.7	12492 2	-18	926	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
8.0					n. X	35.3	70.7	0 1	0	0	48992	-30854 1	-19	533	-92559	100	8.8	
150	79	241	1.00		n. Y	15.7	15.7	0 1	0	0	-21587	-5530 1	-6	410	-21587	100	8.0	
5.5					n. X	35.3	70.7	20952 2	-14	684	48992	0 1	0	0	0	-92559	100	8.8
151	221	244	1.00		n. Y	15.7	15.7	4122 2	-5	306	-21587	-3439 1	-4	255	-21587	100	8.0	
5.5					n. X	70.7	70.7	49360 2	-27	846	93302	0 1	0	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	4972 2	-6	369	-21587	-1175 1	-1	87	-21587	100	8.0	
152	363	248	1.00		n. X	70.7	35.3	63392 2	-38	1086	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	4480 2	-5	332	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
153	505	251	1.00		n. X	70.7	35.3	62816 2	-38	1077	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	3092 2	-4	229	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
154	647	254	1.00		n. X	35.3	70.7	0 1	0	0	48992	-27110 1	-16	469	-92559	100	8.8	
8.0					n. Y	15.7	15.7	0 1	0	0	-21587	-3199 1	-4	237	-21587	100	8.0	
155	79	120	1.00		n. X	35.3	70.7	19206 2	-13	647	48992	0 1	0	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	2628 2	-3	122	-21587	-2642 1	-2	151	-21587	100	8.0	
156	221	121	1.00		n. X	70.7	70.7	47410 2	-26	813	93302	0 1	0	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	2879 2	-3	213	-21587	-1111 1	-1	82	-21587	100	8.0	
157	363	123	1.00		n. X	70.7	35.3	61641 2	-37	1056	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	2304 2	-3	171	-21587	-362 1	0	27	-21587	100	8.0	
158	505	124	1.00		n. X	70.7	35.3	61601 2	-37	1056	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	1512 2	-2	112	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
159	647	126	1.00		n. X	35.3	35.3	0 1	0	0	49327	-23731 1	-17	770	-49327	100	5.5	
8.0					n. Y	15.7	15.7	0 1	0	0	-21587	-691 1	-1	51	-21587	100	8.0	
160	79	-2	1.00		n. X	35.3	35.3	17902 2	-13	577	49327	0 1	0	0	0	-49327	100	5.5
5.5					n. Y	15.7	15.7	408 1	0	30	-21587	-163 2	0	12	-21587	100	8.0	
161	221	-2	1.00		n. X	70.7	35.3	45952 2	-28	788	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	591 2	-1	44	-21587	-491 2	-1	36	-21587	100	8.0	
162	363	-2	1.00		n. X	70.7	35.3	60782 2	-36	1042	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	768 2	-1	57	-21587	-659 2	-1	49	-21587	100	8.0	
163	505	-2	1.00		n. X	70.7	35.3	61340 2	-37	1051	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	777 2	-1	58	-21587	-730 2	-1	54	-21587	100	8.0	
164	647	-2	1.00		n. X	35.3	70.7	0 1	0	0	48992	-39350 1	-24	680	-92559	100	8.8	
8.0					n. Y	15.7	15.7	0 1	0	0	-21587	-5621 1	-7	417	-21587	100	8.0	
165	79	559	1.00		n. X	35.3	70.7	21212 2	-14	693	48992	0 1	0	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	8374 2	-10	658	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
166	221	566	1.00		n. X	70.7	70.7	52528 2	-29	901	93302	0 1	0	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	13368 2	-16	991	-21587	0 1	0	0	0	-21587	100	8.0
167	363	573	1.00		n. X	70.7	35.3	67920 2	-41	1164	93353	0 1	0	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7											
168	505	579	1.00		n. X	70.7	35.3											
8.0					n. Y	15.7	15.7											

8.0				n. Y	15.7	15.7	15260	2	-18	1131	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
169	647	586	1.00	n. X	70.7	35.3	68030	2	-41	1164	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5	
8.0				n. Y	15.7	15.7	14952	2	-17	1108	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	170	79	635	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-39314	1	-24	680	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6028	1	-7	447	-21587	100	8.0	
8.0	171	221	641	1.00	n. X	35.3	70.7	19595	2	-13	640	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	6521	2	-8	483	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	172	363	648	1.00	n. X	70.7	70.7	51865	2	-28	889	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	11107	2	-13	623	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	173	505	654	1.00	n. X	70.7	35.3	67895	2	-41	1164	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	13212	2	-15	967	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	174	647	661	1.00	n. X	70.7	35.3	68432	2	-41	1173	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	13435	2	-16	1000	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	175	79	864	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-37682	1	-23	651	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4951	1	-6	367	-21587	100	8.0	
8.0	180	79	749	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-38586	1	-23	667	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-6570	1	-8	487	-21587	100	8.0	
8.0	181	221	756	1.00	n. X	35.3	70.7	17743	2	-12	579	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	3098	2	-4	230	-21587	-80	1	0	6	-21587	100	8.0	
8.0	176	221	870	1.00	n. X	35.3	70.7	19191	2	-13	627	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	6008	2	-7	445	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	182	363	762	1.00	n. X	70.7	70.7	50798	2	-28	871	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	7797	2	-9	578	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	177	363	877	1.00	n. X	70.7	70.7	51860	2	-28	889	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	11264	2	-13	635	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	183	505	769	1.00	n. X	70.7	35.3	67100	2	-40	1150	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	10319	2	-12	765	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	178	505	883	1.00	n. X	70.7	35.3	67657	2	-41	1160	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	13432	2	-16	996	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	184	647	775	1.00	n. X	70.7	35.3	68149	2	-41	1168	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
6.0				n. Y	15.7	15.7	10748	2	-12	797	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	179	647	890	1.00	n. X	70.7	35.3	68229	2	-41	1169	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	13199	2	-15	978	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	185	647	965	1.00	n. X	70.7	35.3	67813	2	-41	1162	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
9.0				n. Y	15.7	15.7	14598	2	-17	1082	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	186	505	959	1.00	n. X	70.7	35.3	67821	2	-41	1162	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0				n. Y	15.7	15.7	15266	2	-18	1132	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	187	363	952	1.00	n. X	70.7	70.7	52527	2	-29	902	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0				n. Y	15.7	15.7	13685	2	-16	1014	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	188	221	946	1.00	n. X	35.3	70.7	20882	2	-14	682	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5				n. Y	15.7	15.7	8624	2	-10	644	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0	
8.0	189	79	939	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-37330	1	-23	645	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4132	1	-5	306	-21587	100	8.0	
8.0	190	79	1598	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-21717	1	-13	375	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-1454	1	-2	108	-21587	100	8.0	
8.0	195	79	1452	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	48992	-25207	1	-15	441	-92559	100	8.8	
5.5				n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-4072	1	-5	346	-21587	100	8.0	
8.0	196	221	1454	1.00	n. X	35.3	70.7	20114	2	-13	657	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5																			

					n. Y	15.7	15.7	1784	2	-2	132	-21587	-2415	1	-3	179	-21587	100	8.0
8.0	191	221	1598	1.00	n. X	25.3	70.7	18212	2	-12	595	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	364	1	0	27	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	197	363	1455	1.00	n. X	70.7	70.7	47066	2	-26	807	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	2731	2	-3	202	-21587	-1518	1	-2	112	-21587	100	8.0
8.0	192	363	1598	1.00	n. X	25.3	70.7	45494	2	-30	1485	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	378	2	0	28	-21587	-147	2	-1	32	-21587	100	8.0
8.0	198	505	1457	1.00	n. X	70.7	35.3	60881	2	-36	1043	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	2291	2	-3	170	-21587	-511	1	-1	38	-21587	100	8.0
8.0	193	505	1598	1.00	n. X	35.3	35.3	59911	2	-43	1543	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5					n. Y	15.7	15.7	654	2	-1	48	-21587	-542	2	-1	40	-21587	100	8.0
8.0	199	647	1459	1.00	n. X	70.7	35.3	60800	2	-36	1042	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	1369	2	-2	101	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	194	647	1598	1.00	n. X	35.3	35.3	60542	2	-44	1564	49327	0	1	0	0	-49327	100	5.5
5.5					n. Y	15.7	15.7	700	2	-1	52	-21587	-613	2	-1	45	-21587	100	8.0
8.0	200	79	1306	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-28937	1	-18	500	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5916	1	-7	438	-21587	100	8.0
8.0	201	221	1309	1.00	n. X	35.3	70.7	20762	2	-14	678	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	2973	2	-3	220	-21587	-3973	1	-5	294	-21587	100	8.0
8.0	202	363	1313	1.00	n. X	70.7	70.7	49234	2	-27	844	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	4656	2	-5	348	-21587	-2127	1	-2	158	-21587	100	8.0
8.0	203	505	1316	1.00	n. X	70.7	35.3	62906	2	-38	1079	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	4336	2	-5	321	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	204	647	1319	1.00	n. X	70.7	35.3	62286	1	-37	1068	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	2788	1	-3	207	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	205	79	1160	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-33195	1	-20	574	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-7176	1	-8	532	-21587	100	8.0
8.0	206	221	1165	1.00	n. X	35.3	70.7	21304	2	-14	696	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	5245	2	-6	389	-21587	-3979	1	-5	295	-21587	100	8.0
8.0	207	363	1170	1.00	n. X	70.7	70.7	51246	2	-28	879	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	7802	2	-9	578	-21587	-484	1	-1	36	-21587	100	8.0
8.0	208	505	1175	1.00	n. X	70.7	35.3	65285	2	-39	1119	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	7762	2	-9	575	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	209	647	1120	1.00	n. X	70.7	35.3	64512	1	-38	1108	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	5987	2	-7	414	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	210	79	1014	1.00	n. X	35.3	70.7	0	1	0	0	48992	-36714	1	-22	635	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	0	1	0	0	-21587	-5933	1	-7	440	-21587	100	8.0
8.0	211	221	1021	1.00	n. X	35.3	70.7	21904	2	-15	715	48992	0	1	0	0	-92559	100	8.8
5.5					n. Y	15.7	15.7	2762	2	-10	649	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	212	363	1027	1.00	n. X	70.7	70.7	52810	2	-29	906	93302	0	1	0	0	-92835	100	8.8
8.0					n. Y	15.7	15.7	12749	2	-15	945	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	213	505	1034	1.00	n. X	70.7	35.3	67435	2	-40	1156	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	13491	2	-16	1000	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	214	647	1041	1.00	n. X	70.7	35.3	66894	1	-40	1147	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	12161	2	-14	901	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	215	789	387	1.00	n. X	70.7	35.3	53911	1	-32	964	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0					n. Y	15.7	15.7	7157	1	-8	500	-21587	0	1	0	0	-21587	100	8.0
8.0	215	789	517	1.00	n. X	70.7	35.3	55965	1	-34	959	93353	0	1	0	0	-49167	100	5.5
8.0																			

209	0.0155	24.47	64512	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	5987	0.00000	0.00	0
210	0.0000	0.00	0	0.0054	26.13	-36714	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-5933
212	0.0096	24.47	52810	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	12749	0.00000	0.00	0
213	0.0168	24.47	67433	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	13491	0.00000	0.00	0
214	0.0165	24.47	66894	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	12161	0.00000	0.00	0
219	0.0106	24.47	53911	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	7157	0.00000	0.00	0
215	0.0116	24.47	55965	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	12782	0.00000	0.00	0
222	0.0000	0.00	0	0.0247	26.13	-82265	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-11548
218	0.0000	0.00	0	0.0259	26.13	-84947	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-9880
223	0.0095	24.47	51572	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	3615	0.00000	0.00	-715
226	0.0000	0.00	0	0.0235	26.13	-79338	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-10555
227	0.0083	24.47	49203	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	1422	0.00000	0.00	-202
230	0.0000	0.00	0	0.0219	26.13	-75889	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-8760
231	0.0078	24.47	48205	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	632	0.00000	0.00	-560
234	0.0000	0.00	0	0.0369	26.88	-70325	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-2207
235	0.0118	24.47	56343	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	14567	0.00000	0.00	0
238	0.0000	0.00	0	0.0258	26.13	-84811	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-7964
239	0.0117	24.47	56141	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	12671	0.00000	0.00	0
242	0.0000	0.00	0	0.0255	26.13	-83959	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-8051
247	0.0114	24.47	55585	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	9521	0.00000	0.00	0
243	0.0117	24.47	56088	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	12169	0.00000	0.00	0
250	0.0000	0.00	0	0.0255	26.13	-84014	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-9631
246	0.0000	0.00	0	0.0258	26.13	-84802	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-9531
251	0.0000	0.00	0	0.0258	26.13	-84864	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-9388
254	0.0117	24.47	56113	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	13925	0.00000	0.00	0
259	0.0082	24.47	46955	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	1535	0.00000	0.00	-510
255	0.0181	26.88	47959	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	623	0.00000	0.00	-407
262	0.0000	0.00	0	0.0207	26.13	-73129	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-9192
258	0.0000	0.00	0	0.0179	26.13	-66852	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-2559
263	0.0093	24.47	51236	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	3458	0.00000	0.00	-382
266	0.0000	0.00	0	0.0224	26.13	-76356	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-10793
267	0.0104	24.47	53446	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	6526	0.00000	0.00	0
270	0.0000	0.00	0	0.0239	26.13	-80329	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-11906
271	0.0113	24.47	55367	0.0000	0.00	0	0.00000	0.00	11963	0.00000	0.00	0
274	0.0000	0.00	0	0.0255	26.13	-84030	0.00000	0.00	0	0.00000	0.00	-11106



**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	25 di 28

ALLEGATO 3

RETE FERROVIARIA ITALIANA

DIREZIONE INVESTIMENTI

SOPPRESSIONE PL AL KM 15+850 DELLA LINEA FOLIGNO - TERONTOLA

SOTTOPASSO PEDONALE AL KM 15+945 (VIA PATRONO D'ITALIA)

CERTIFICATO DI COLLAUDO STATICO



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DATI GENERALI.....	3
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
3.1 GEOMETRIA.....	4
3.2 MATERIALI.....	5
4. VERIFICA DEL PROGETTO.....	6
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
4.2 VERIFICA DELL'IMPOSTAZIONE PROGETTUALE.....	7
5. CONTROLLO DEI REQUISITI DEI MATERIALI E DELLA LORO RISPONDENZA CON I DATI DI PROGETTO.....	8
5.1 CONTROLLO SUL CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA.....	8
5.2 ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO UTILIZZATO PER IL C.A.....	9
6 CONTROLLO DIMENSIONALE DELLE STRUTTURE.....	9
7 ESAME DELLA RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA.....	10
8 PROVA DI CARICO.....	11
9 CERTIFICATO DI COLLAUDO.....	11



CERTIFICATO DI COLLAUDO STATICO

(L.05/11/1971 n. 1086)

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il certificato di collaudo statico, ai sensi della Legge 05.11.1971, n. 1086, dell'opera in oggetto ed è stato redatto sulla base delle "LINEE GUIDA PER IL COLLAUDO STATICO DELLE OPERE D'ARTE DI UNA NUOVA LINEA FERROVIARIA".

2. DATI GENERALI

APPALTO: Realizzazione di un sottovia carrabile al km 15+945 ed un sottopasso pedonale al km 15+850 per la soppressione del Passaggio a Livello al km 15+850 (via Patrono d'Italia) della linea Foligno – Terontola, in Comune di Assisi (PG) e di una strada di collegamento in località "Fosso Ghianda", due sottovia carrabili ai km 179+660 (Fabbrica Valtoplast) e 181+332 (Vie Poggio e Giove), e una strada di collegamento in località "Col Severino" per la soppressione dei passaggi a livello ai km 178+160, 179+796, 180+734 e 183+301 della linea Orte – Falconara, in Comune di Valtopina (PG);

ATTO: Convenzione n. 111/2008;

OPERA: Costruzione di un sottopasso pedonale al km 15+850 (Via Patrono d'Italia) per la soppressione del passaggio a livello al km 15+850 della linea Foligno – Terontola in comune di Assisi (PG);

COMMITTENTE: Rete Ferroviaria Italiana – RFI S.p.A. – Direzione Investimenti – Programma soppressione PL;

IMPRESA ESECUTRICE: Paggi Adelmo S.r.l. mandataria dell'ATI con EUROSOL PALIMODENA S.r.l. con sede in di Trevi (PG) Via Ellera 6, località Torre Matigge;

PROGETTISTA STRUTTURE IN C.A.: (monolite) dott. ing. Renato VITALIANI e dott. ing. Giorgio SERAFINI della ICONIA INGEGNERIA CIVILE s.r.l., iscritti all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Padova rispettivamente al n. 768 e n. 3549,



(fondazione ed elevazione muri, rampe, scale) dott. ing. Andrea GIANNANTONI della SERVIZI DI INGEGNERIA s.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia al n. A1221;

DIRETTORE DEI LAVORI: dott. ing. Serena Biagetti, R.F.I. Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Piazza della Croce Rossa, 1 Roma, dal 28.11.2008 al 16.10.2010 – dott. ing. Marco Marchese, R.F.I. Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Piazza della Croce Rossa, 1 Roma, dal 17.09.2010;

COLLAUDATORE: dott. ing. Francesco Saverio PAPAGNO, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n. 9271;

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

3.1 GEOMETRIA

Il collaudo in argomento riguarda le opere in c.a. relative alla realizzazione del sottovia pedonale al km 15+850 (in asse al PL), sostitutivo del PL al km 15+850 della linea Foligno – Terontola, in Comune di Assisi (PG).

Il sottovia è stato realizzato mediante una serie di pali in c.a. provvisionali nel terreno su cui sono stati realizzati i cordoli per la spinta del solettone superiore, gettato in opera al di fuori della sede ferroviaria esistente e successivamente varato con il sistema della infissione a spinta oleodinamica al di sotto della stessa sede ferroviaria, per l'impossibilità di interrompere l'esercizio sui binari.

Terminata la spinta, dopo aver posizionato il solettone in sede definitiva, è stato asportato il terreno sottostante, previa realizzazione prima della fase di spinta di due paratie berlinesi di micropali provvisionali (una per lato); successivamente, sono state realizzate una platea di fondo e le pareti di sostegno del solettone che con i pali al di sotto della sede costituiscono le strutture definitive di sostegno del terreno in fase finale di esercizio.

L'opera si completa con due rampe di scale, una per lato, e due rampe per disabili, est (lato Assisi) ed ovest (lato Basilica), ed i relativi muri di sostegno delle terre.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geometriche delle strutture dell'opera



in oggetto:

- soletta superiore (varata) 13,20 x 8,50 x 0,60 m;
- pareti laterali 14,80 x 2,75 x 0,85 m;
- soletta di base 8,60 x 19,65 x 0,60 m;
- fondazione muri 1^a rampa lato basilica spessore 40 cm;
- fondazione muri 2^a rampa lato basilica spessore 30 cm;
- elevazione muri 1^a rampa lato basilica (lato ferrovia) altezza variabile da 4,50 a 1,15 m, spessore variabile da 0,20 a 0,35 m;
- elevazione muri 2^a rampa lato basilica (lato ristorante) altezza variabile da 4,05 a 1,15 (lato contro terra), spessore variabile da 0,20 a 0,40 m;
- fondazione muri 1^a rampa lato Assisi spessore variabile da 30 a 40 cm;
- fondazione muri 2^a rampa lato Assisi spessore 30 cm;
- fondazione muri 3^a rampa lato Assisi spessore 15 cm;
- elevazione muri 1^a rampa lato Assisi (lato ferrovia) altezza variabile da 5,10 a 1,15 m, spessore variabile da 0,20 a 0,35 m;
- elevazione muri 2^a rampa lato Assisi (lato Via Carducci) altezza variabile da 4,15 a 1,15 m, spessore variabile da 0,20 a 0,30 m;
- elevazione muri 3^a rampa lato Assisi (lato Via Carducci) altezza variabile da 4,15 a 1,15 m, spessore 0,20 m.

3.2 MATERIALI

I materiali previsti in progetto per il sottovia ed i muri di sostegno delle rampe sono i seguenti:

- Calcestruzzi
 - $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ strutture in fondazione, elevazione e soletta monolite
 - $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ fondazioni ed elevazioni muri rampei
- Acciai per c.a.
 - FeB44K C.S. per armature ordinarie



4. VERIFICA DEL PROGETTO

È stata controllata l'impostazione generale del progetto strutturale per accertarne la rispondenza alle disposizioni di legge nonché di ulteriori criteri progettuali forniti dal Committente, sulla base degli elaborati progettuali di riferimento, generali e grafici, elencati dal Direttore dei Lavori nella Relazione a Struttura Ultimata.

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si richiamano di seguito le principali norme cui si è fatto riferimento nel corso della progettazione e dell'esecuzione dell'opera:

- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996, Suppl. Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche"
- Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. Min. 24/06/1993 n. 37406: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- D.M. LL.PP. 14 Febbraio 1992, Suppl.Ord. n.55 alla G.U. 18-3-1992 n.65 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- L. 05/11/1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Circ. LL.PP. del 10 Aprile 1997, n. 65/AA.GG., Suppl.Ord. n. 89 alla G.U. 28-4-1997 n.97 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996, Suppl.Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29
- Legge del 2 Febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Circ. LL.PP. del 2 Novembre 1981, n.895. Legge 2-2-1974, n.64, art.30 "Interpretazione della normativa transitoria in materia di edilizia antisismica".



- Circ. LL.PP. del 4 Luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC. Suppl.Ord. n.151 alla G.U. 16-9-1996 n.217 "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.
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996, Suppl.Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. LL.PP. 24 Settembre 1988 n.30483. Legge 2-2-1974, n.64, art.1 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- D.M. LL.PP. del 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Asa Servizi di Ingegneria (Ferrovie dello Stato), Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/1995, Testo completo delle relative integrazioni: 13/01/1997: "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo";
- Ferrovie dello Stato - Istruzione F.S. 44/b (Testo aggiornato secondo il D.M. 16/01/1999): "Istruzioni tecniche per i manufatti sotto binario da costruire in zona sismica";
- Ente Ferrovie dello Stato - Divisione tecnologie e sviluppo del sistema servizio Alta Velocità: "Manuale di progettazione esecutiva";

4.2 VERIFICA DELL'IMPOSTAZIONE PROGETTUALE

È stato eseguito un riesame delle relazioni di calcolo al fine di verificare la correttezza dei seguenti aspetti.

- impostazione generale della progettazione strutturale
- schemi di carico



- azioni e relative combinazioni

Dall'esame suddetto non sono emerse particolari osservazioni.

5. CONTROLLO DEI REQUISITI DEI MATERIALI E DELLA LORO RISPONDENZA CON I DATI DI PROGETTO

Nel corso della realizzazione della struttura, il Direttore dei Lavori ha provveduto a far effettuare i necessari prelievi e prove dei materiali per accertarne la qualità e le caratteristiche.

Le prove sui campioni prelevati sono state eseguite presso laboratorio autorizzato secondo le modalità previste dalle specifiche normative.

Il Collaudatore ha eseguito il controllo delle certificazioni verificando sia la rispondenza del numero di prove alla quantità dei materiali messi in opera sia i risultati esposti nei singoli certificati.

In particolare, dalla certificazione prodotta dalla DL, consegnata al sottoscritto Collaudatore, si è potuto constatare quanto segue:

5.1 CONTROLLO SUL CALCESTRUZZO IN OPERA

Per le strutture in c.a. gettato in opera la resistenza caratteristica del calcestruzzo è stata determinata con il controllo di accettazione tipo A, come evidenziato nella relazione a strutture ultimate del DL.

Tutti i provini prelevati sono stati sottoposti a prova di schiacciamento per compressione presso il laboratorio autorizzato Istituto Sperimentale per l'Edilizia s.p.a. – ISTEDIL – con sedi in Roma, Perugia, Latina e Sassari.

In conclusione, per quanto riguarda il calcestruzzo utilizzato per realizzare le opere in c.a., si può affermare che:

- è stato fatto un numero sufficiente di prelievi conformemente a quanto prescritto dal D.M. 9 gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni;
- le elaborazioni dei risultati delle prove, effettuate con i criteri fissati nel suddetto D.M., hanno fornito esito positivo in quanto i valori ottenuti sono conformi a quelli previsti in progetto.



5.2 ACCERTAMENTO DELLA PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO UTILIZZATO PER IL C.A.

L'acciaio utilizzato per le strutture in c.a. è stato prodotto dalle seguenti acciaierie, che risultano accompagnati dai certificati di prova effettuati in stabilimento:

- Riva Acciai
- Ferriere Nord
- Feralpi Siderurgica
- Stefana
- Alfa acciai

La Direzione Lavori ha comunque fatto sottoporre a prove di laboratorio campioni provenienti dalle varie partite di acciaio impiegato nella costruzione per accertarne le caratteristiche meccaniche, come previsto dalla normativa.

Le prove sono state effettuate presso il laboratorio autorizzato Istituto Sperimentale per l'Edilizia s.p.a. – ISTDIL – con sedi in Roma, Perugia, Latina e Sassari.

In conclusione si può affermare che i risultati delle prove meccaniche, effettuate sui campioni prelevati, hanno confermato l'idoneità dei materiali impiegati e la loro conformità alle previsioni progettuali.

6. CONTROLLO DIMENSIONALE DELLE STRUTTURE

Le operazioni di controllo delle strutture in conglomerato cementizio armato sono avvenute nel corso della visita del giorno 16 febbraio 2010 con l'intervento, oltre che del sottoscritto collaudatore, di:

- ❖ Ing. Marco Marchese – Direttore dei Lavori
- ❖ geom. Fabrizio Crisanti – Assistente alla DL
- ❖ ing. Luca Tonti – Rappresentante dell'Impresa.

È stato eseguito un esame generale dell'opera procedendo a delle verifiche di carattere dimensionale e riscontrando la sostanziale rispondenza tra i valori progettuali e quelli rilevati.

Inoltre, il sottoscritto collaudatore ha ritenuto opportuno eseguire le seguenti prove



sclerometriche:

- monolite, muro rampa lato Assisi (sx) : 42 – 44 – 45 – 43 – 44 – 40 – 43 – 44 – 44 – 44 = 43,3 N/mm² > Rck di progetto = 35 N/mm²;
- rampa disabili lato Assisi, muro sx : 38 – 38 – 34 – 45 – 45 – 37 – 30 – 43 – 40 – 38 = 38,8 N/mm² > Rck di progetto = 30N/mm²;
- monolite, muro rampa lato S. Maria degli Angeli (dx) : 44 – 43 – 41 – 42 – 39 – 40 – 42 – 38 – 44 – 39 = 41,2 N/mm² > R ck di progetto = 35N/mm²;
- intradosso soletta monolite (misura verticale) : 46 – 47 – 49 – 46 – 48 – 45 – 52 – 43 – 49 – 51 = 47,6 N/mm² > Rck di progetto = 35N/mm²;
- testata soletta lato S. Maria degli Angeli (misure inclinate) : 41 – 42 – 40 – 36 – 42 – 42 – 40 – 40 – 40 – 41 = 40,4 N/mm² > Rck di progetto = 35N/mm²;

pertanto, l'esito delle prove è risultato positivo e quindi in linea con le previsioni progettuali e con le prove di schiacciamento a compressione dei cubetti.

7. ESAME DELLA RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA

Il Direttore dei Lavori ing. Marco Marchese ha redatto la relazione a struttura ultimata che è stata consegnata al Collaudatore.

Da tale relazione risulta che il Direttore dei Lavori:

- elenca tutti gli elaborati progettuali di riferimento;
- dichiara che l'opera è stata eseguita in conformità al progetto costruttivo approvato, nell'osservanza delle prescrizioni esecutive del progetto medesimo, nonché impiegando i materiali della qualità prevista,
- espone i certificati delle prove sui materiali emessi da Laboratorio Ufficiale e Autorizzato;
- espone i certificati di controllo in stabilimento per gli acciai impiegati per le opere in c.a.;
- dichiara che sono state effettuate con esito positivo le prove cross-hole su n. 2 diaframmi, scelti tra quelli preventivamente predisposti.



8. PROVA DI CARICO

La prova di carico sul monolite è stata effettuata il giorno 25.11.2010, alla presenza dell'ing. Marco Marchese di RFI, Direttore dei Lavori, e del geom. Fabrizio Frisanti, assistente alla DL, nonché del sottoscritto Collaudatore e dell'ing. Luca Tonti, in rappresentanza dell'Impresa Paggi Adelmo S.r.l.

Le operazioni di rilevamento indiretto della freccia sono state effettuate dal Laboratorio R.E.S. s.r.l. con sede operativa in Foligno Via A. Vici 28 utilizzando n. 3 oscilloscopi disposti all'intradosso della soletta superiore del monolite.

La prova è stata eseguita con carichi ferroviari mobili costituiti da adeguati convogli ferroviari in esercizio.

Le loro caratteristiche nonché l'ubicazione dei punti di lettura sulla soletta superiore della struttura, le modalità di esecuzione ed i risultati della prova di carico sono riportati nel relativo verbale, allegato alla presente relazione.

Dal predetto verbale, sufficiente e valido a dare indicazioni sulla capacità resistente dell'opera, risulta che:

- durante la prova il monolite ha mostrato un comportamento perfettamente elastico;
- nel corso della prova non si sono prodotti dissesti o lesioni e si sono acquisiti elementi di giudizio atti a ritenere le strutture rispondenti ai fini statici;
- la freccia massima misurata in corrispondenza del punto CH1 è stata di 0,5 mm circa (mediato dal sottoscritto tra quelli rilevati al passaggio dei treni), valore che, pur se non direttamente paragonabile con quello della freccia teorica (0,9 mm) ottenuta con carico statico e amplificata con un coefficiente dinamico, risulta assai basso e, quindi, sicuramente accettabile.

Dopo lo scarico si è riscontrata una freccia residua nulla.

9. CERTIFICATO DI COLLAUDO

Premesso e sottoscritto tutto quanto riportato ai precedenti punti e considerato che:

- la progettazione è basata sulla normativa vigente;



- l'opera è stata eseguita in conformità al progetto;
- le massime sollecitazioni previste nel calcolo sono compatibili con le sollecitazioni ammissibili dei materiali impiegati, come anche la qualità dei materiali prescritti in progetto corrisponde a quella dei materiali posti in opera;
- la prova di carico effettuata ha determinato rapporti tra carichi e deformazioni di molto superiori alle previsioni progettuali, fornendo pertanto una verifica del buon comportamento sotto carico della struttura;
- i riscontri effettuati hanno confermato che le dimensioni delle strutture corrispondono a quelle previste nel progetto;
- l'opera è stata eseguita a regola d'arte ed è priva di evidenti manchevolezze o difetti costruttivi;
- i materiali utilizzati sono conformi a quelli previsti in progetto ed alle prescrizioni di legge;

il sottoscritto Collaudatore

CERTIFICA

che i lavori di costruzione dell'opera in argomento sono collaudabili ed, in effetti, con il presente atto

COLLAUDA

ai sensi della legge n. 1086 del 5.11.1971 e successive integrazioni e modifiche le opere strutturali del **sottovia pedonale al km 15+850 (Via Patrono d'Italia) per la soppressione del passaggio a livello al km 15+850 della linea Foligno - Terontola, in comune di Assisi**, per l'uso in base al quale sono state progettate e realizzate.

A norma delle leggi vigenti, il sottoscritto dichiara di essere iscritto con il n. 9271 all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma, con anzianità di 35 anni, e di non essere intervenuto nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera collaudata.

Roma, 12 dicembre 2011


IL COLLAUDATORE
(dott. ing. Francesco S. Papagno)



**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	26 di 28

ALLEGATO 4

REGIONE UMBRIA
PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI ASSISI

OPERE SOSTITUTIVE PER LA SOPPRESSIONE DEL P.L.
POSTO AL KM 15+850 DELLA LINEA FOLIGNO -
TERONTOLA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN
SOTTOPASSO PEDONALE AL KM 15+850, IN
COMUNE DI ASSISI (PG)

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE
RELATIVE AL SOLETTONE DA SPINGERE IN
SEDE**

Committente:

Progetto strutturale:

ICONIA 

ICONIA INGEGNERIA CIVILE S.R.L.

SEDE: VIA MILAZZO 10/c - 35139 PADOVA

TEL: 049-87.24.245

FAX: 049-87.24.247

REGISTRO IMPRESE TRIB. PADOVA: 46598/2000N. REP. EC. AMM. PADOVA: 318524

P. IVA: 03539250286

E-MAIL: studio@iconia.it

1 METODO DI CALCOLO

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

I coefficienti di sicurezza adottati sui materiali, concordemente con il D.M. 14/01/2008, sono assunti pari a:

- Cemento armato

Stato limite	Acciaio γ_s	Calcestruzzo γ_c
ultimo	1.15	1.50 per c.a. normale

- Acciaio per carpenteria metallica

Stato limite	Acciaio γ_M
Resistenza sezioni	$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza all'instabilità	$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza all'instabilità nei ponti	$\gamma_{M1} = 1.10$
Resistenza sezioni tese	$\gamma_{M2} = 1.25$

1.1 Codici di calcolo

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

1.1.1 Eng

Programma di calcolo strutturale della SigmaC di Padova. E' un programma ad elementi finiti. Esegue il calcolo di telai piani, graticci di travi, travi continue, travi rovesce, sezioni in c.a., muri di sostegno. Codesto software è un programma strutturale a travi e telai di comprovata affidabilità prodotto da ormai più di 10 anni e largamente diffuso.

Il programma Eng viene utilizzato per lo studio dei modelli parziali, per gli elementi strutturali schematizzabili con più semplicità e per le verifiche delle sezioni; gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

1.1.2 Straus 7

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti della "G+D Computing". Eseguisce il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi- dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Questo software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità.

Il programma "Straus 7" viene utilizzato per lo studio di elementi strutturali spaziali non schematizzabili con Eng.

1.1.3 Paratie

Programma di calcolo geotecnico della CeAS di Milano. E' un programma ad elementi finiti che esegue l'analisi elasto-plastica di strutture piane infisse nel terreno di fondazione. Viene utilizzato per la modellazione di palancole e diaframmi con o senza puntelli e/o tiranti, analizzando le diverse fasi di lavoro della struttura. Questo tipo di software permette di modellare terreni di tipo granulare o coesivo, considerando per quest'ultimo sia la situazione drenata che quella non drenata. Il programma di calcolo Paratie 6.1 risulta di comprovata affidabilità, tanto da essere prodotto da diversi anni ed essere largamente utilizzato presso numerosi studi di ingegneria geotecnica.

Gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

2 *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Il progetto è stato sviluppato nell'osservanza della vigente normativa tecnica. Il progetto si richiama particolarmente alle seguenti normative:

2.1 *Norme generali*

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 11951, 14 febbraio 1974
Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 febbraio 1992
Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 9 gennaio 1996
Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 252 AA.GG/STC, 15 ottobre 1996
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 decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 16 gennaio 1996
Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 156 AA.GG/STC, 4 luglio 1996
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 decreto ministeriale 16 gennaio 1996.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 settembre 2005
Norme tecniche per le costruzioni.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 gennaio 2008
Norme tecniche per le costruzioni.

2.2 *Norme sismiche*

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 16 gennaio 1996
Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20.03.2003, e allegati
“Normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica e connessa classificazione sismica del territorio nazionale”
- Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio servizio Sismico Nazionale
“Nota esplicativa dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003” datata 04.06.2003.

2.3 Norme geotecnica

- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 11 marzo 1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 30483, 24 settembre 1988
Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

2.4 Norme durabilità

- Norma UNI 9858
Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
- Durabilità e classi di esposizione ambientale nelle strutture in calcestruzzo.

2.5 Norme FF.SS.

- Ferrovie dello Stato - Asa Servizi di Ingegneria - Roma 13 gennaio 1997 -
"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo" - Testo aggiornato della Istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 2 giugno 1995 completo delle relative integrazioni.
- Strutture di acciaio Ferrovie dello Stato – Istruzione 44 b -
" Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica " -
Testo aggiornato della Istruzione n° 44/b del 14.11.1996, approvato dal consiglio superiore dei lavori pubblici il 16 dicembre 1997.
- Ferrovie dello Stato – Divisione infrastruttura – Specifica di istr. tecnica 44/d
Istruzione tecnica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo.

2.6 Norme CNR-UNI

- Norma CNR-UNI 10024
Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- Norma CNR-UNI 10027
Strutture di acciaio per opere provvisorie. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norma UNI-EN 206
Calcestruzzo: specificazione, prestazioni, produzione e conformità.
- Norma UNI 11104
Calcestruzzo: specificazione, prestazioni, produzione e conformità; istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206.

2.7 Eurocodici

- EUROCODICE 1
Azioni sulle strutture.
- EUROCODICE 2
Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- EUROCODICE 7
Progettazione geotecnica.
- EUROCODICE 8
indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Salvo indicazioni diverse espressamente indicate negli elaborati grafici, sono previsti i seguenti materiali:

3.1 Calcestruzzo per magrone (non strutturale)

Classe di resistenza: C 12/15
Cemento tipo: 32.5

3.2 Calcestruzzo per strutture da realizzare in opera

Classe di resistenza: C 28/35
Modulo elastico $E_{CA} = 33.6 \text{ GPa}$
Cemento tipo: 32.5
Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 2.84 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 1.98 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$

3.3 Acciaio B450 in barre ad aderenza migliorata per cemento armato saldabile

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento percentuale: $A_k \geq 7.5\%$
Rapporti di duttilità: $(f_y/f_y)_k \leq 1.35$
 ≥ 1.15

3.4 Acciaio B450 in reti e tralicci elettrosaldati ad aderenza migliorata per cemento armato controllato in stabilimento saldabile

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento percentuale: $A_k \geq 7.5\%$
Rapporti di duttilità: $(f_y/f_y)_k \leq 1.35$
 ≥ 1.15

3.5 Acciaio tipo S355 per carpenteria

Tensione di rottura a trazione: $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento: $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo: - per spessori $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_d = 355 \text{ MPa}$
- per spessori $t > 40 \text{ mm}$ $f_d = 315 \text{ MPa}$
Allungamento perc.: - per lamiere $\epsilon_t \geq 21\%$
- per barre, profilati larghi piatti $\epsilon_t \geq 22\%$

3.6 Bulloni ad alta resistenza - classe 8.8

Vite:	classe 8.8
Tensione di rottura a trazione	$f_t \geq 800 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_y \geq 640 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica secondo UNI 3740	$f_{k,N} \geq 560 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{d,N} = 560 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a taglio	$f_{d,V} = 396 \text{ MPa}$
Dado:	classe 8
Rosette:	C50
Forza di serraggio	$N_s = 0.8 f_{k,n} A_{res}$
Coppia di serraggio	$T_s = 0.2 N_s d$

3.7 Saldature di testa o a T a completa penetrazione

- resistenza del collegamento $\sigma_{id} \leq f_d$, materiale di base

3.8 Saldature a cordone d'angolo

Per S355, secondo il §4.2.8.2.4 del D.M. 2008, si deve verificare che:

- nel caso siano presenti σ_{\perp} , τ_{\perp} e $\tau_{//}$

$$\sqrt{\tau_{\perp}^2 + \sigma_{\perp}^2 + \tau_{//}^2} \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base} \quad (1)$$

$$|\sigma_{\perp}| + |\tau_{\perp}| \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base} \quad (2)$$

- nel caso siano presenti σ_{\perp} , τ_{\perp}

espressione (2) precedente

$$|\sigma_{\perp}|, |\tau_{\perp}| \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base}$$

- nel caso siano presenti σ_{\perp} e $\tau_{//}$ ovvero τ_{\perp} e $\tau_{//}$

espressione (1) precedente

- nel caso sia presenti solo σ_{\perp} o solo τ_{\perp} o solo $\tau_{//}$

$$|\sigma_{\perp}|, |\tau_{\perp}|, |\tau_{//}| \leq 0.70 f_d, \text{ materiale di base}$$

4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'opera in oggetto è costituita da un sottopasso pedonale, realizzato con un solettone in c.a. gettato in opera e successivamente varato a spinta al di sotto della linea ferroviaria esistente in quanto non risulta possibile interrompere il traffico sui binari. Una volta posizionato in sede definitiva detto solettone, viene asportato il terreno sottostante e realizzata la corrispondente platea.

4.1 Caratteristiche tecniche dell'opera

Tecnicamente l'opera vede dapprima la realizzazione di una platea e di una trave di spinta appoggiate sul terreno, e la realizzazione di n.8 pali in c.a. nel terreno sui cui verranno poggiati i cordoli che sosterranno il solettone sia a metà spinta che in posizione di esercizio ; sulla platea di spinta verrà realizzato e spinto il solettone.

L'opera è completata infine dalla costruzione dei tratti di raccordo al sottopasso e dei relativi muri di sostegno delle terre ove previsti.

Durante tutte le varie fasi la falda freatica all'interno dello scavo viene mantenuta costantemente sotto controllo alla quota stabilita in fase di progetto per le differenti operazioni.

5 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO

Si fa riferimento a quanto riportato nei documenti geologico-geotecnici allegati al progetto.

6 ANALISI GENERALE DEI CARICHI

6.1 Pesi propri strutturali

I pesi propri strutturali, non altrove specificati, considerati nei calcoli sono i seguenti:

calcestruzzo non armato:	24.0 kN/m ³
calcestruzzo armato:	25.0 kN/m ³
carpenteria in acciaio:	78.5 kN/m ³

6.2 Azioni permanenti

Le azioni permanenti considerate nei calcoli verranno definite di volta in volta a seconda dell'elemento oggetto di studio.

6.3 Azioni meteoriche

6.3.1 Azioni dovute alla neve

Il carico dovuto alla neve non risulta dimensionante per le strutture in esame.

6.3.2 Azioni dovute al vento

Essendo le strutture in esame poste prevalentemente al di sotto del piano campagna, tale azione non risulta dimensionante per le strutture in esame.

6.4 Spinte delle terre e delle acque

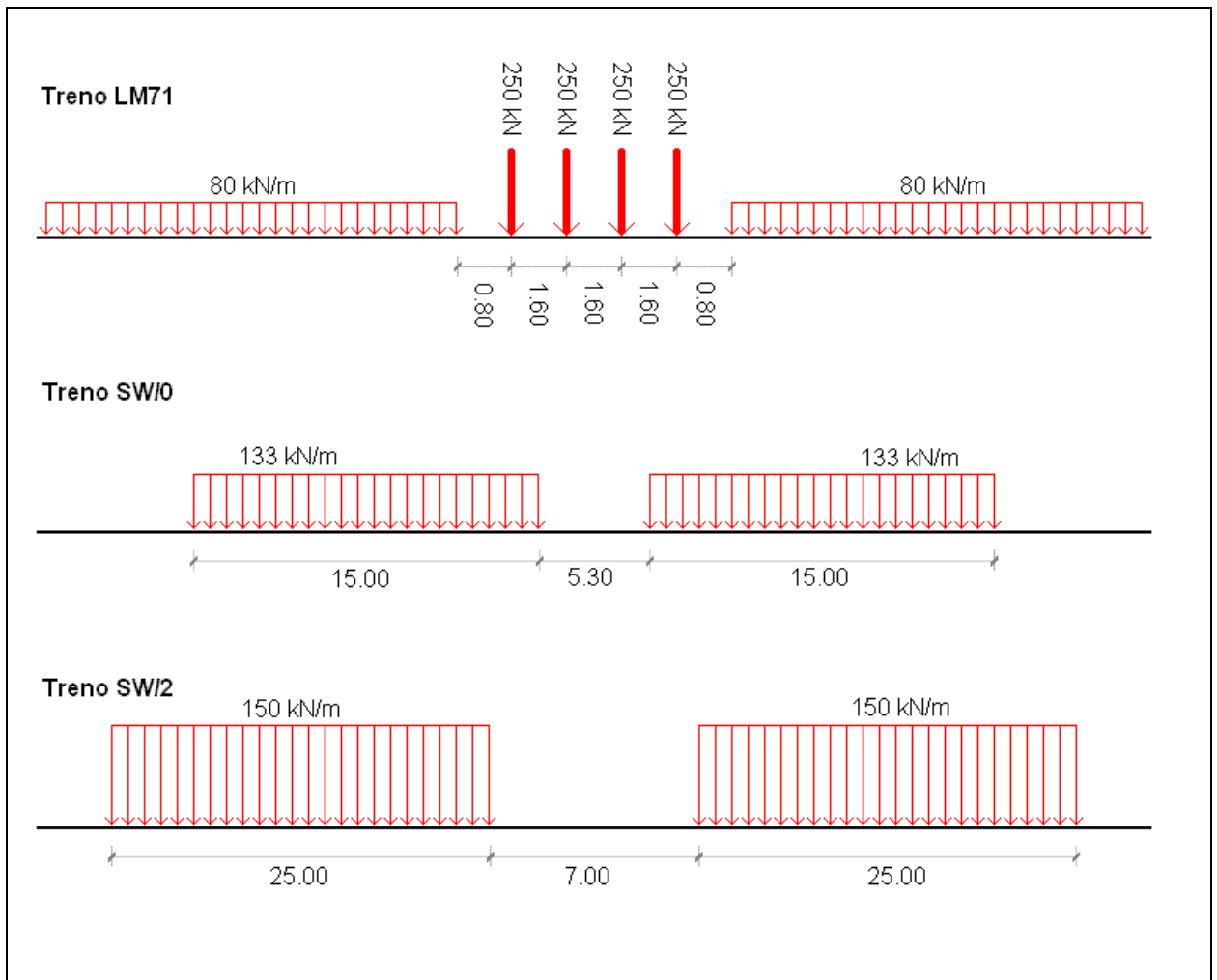
Le azioni dovute alle spinte delle terre e delle acque sono analizzate e computate in accordo con le indicazioni contenute nelle relazioni geologiche citate.

6.5 Azioni accidentali ferroviarie

Le azioni accidentali ferroviarie considerate nei calcoli sono quelle previste dall'attuale normativa per i ponti ferroviari; precisamente si considera la più gravosa delle seguenti condizioni di carico:

- Treno LM71:		
	Q _{1k} 4 assi 250 kN.	
	q _{1k} carico uniforme ripartito	80.00 kN/m
- Treno SW/0:		
	q _{1k} carico uniforme ripartito	133.00 kN/m
- Treno SW/2:		
	q _{1k} carico uniforme ripartito	150.00 kN/m

Le suddette stese di carico andranno disposte secondo lo schema longitudinale sotto riportato al fine di produrre le azioni accidentali maggiormente gravose per la struttura in esame.



Ai carichi verticali suddetti viene applicato un fattore di adattamento α funzione dell'importanza dell'opera:

Modello di carico	Coefficiente α	
	Ponti categoria "A"	Ponti categoria "B"
LM71	1.10	0.83
SW/0	1.10	0.83
SW/2	1.00	0.83

6.5.1 Azioni orizzontali

Ciascuno dei carichi verticali sopra descritti dovrà essere applicato contemporaneamente alle corrispondenti azioni orizzontali longitudinali e trasversali, così come previsto dalla normativa ferroviaria vigente.

SERPEGGIO

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

(LM71,SW/0,SW/2)

AVVIAMENTO E FRENATURA

- avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m}$

(LM71,SW/0,SW/2)

- frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m}$ (LM71,SW/0)
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$ (SW/2)

6.5.2 Incremento dinamico dei carichi ferroviari

Per tutti i carichi ferroviari, come specificato dalla normativa, viene applicato il seguente coefficiente di incremento:

- per linee con elevato standard manutentivo: $\varphi = \frac{1.44}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.82$ con $1.00 \leq \phi \leq 1.67$

- per linee con ridotto standard manutentivo: $\varphi = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73$ con $1.00 \leq \phi \leq 2.00$

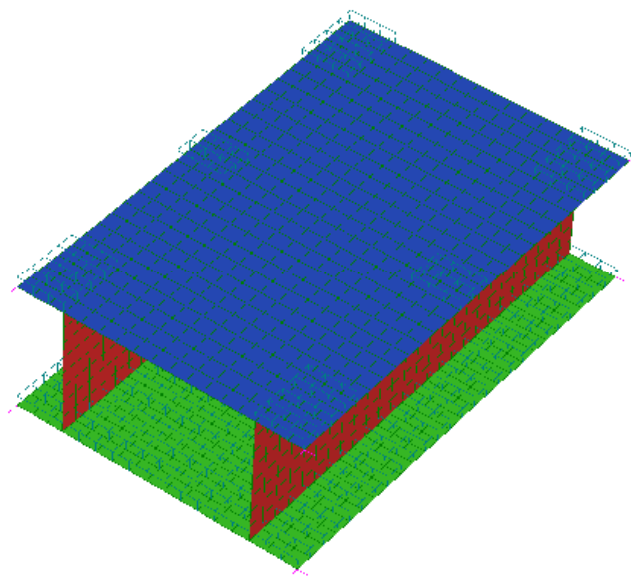
essendo L_ϕ la lunghezza caratteristica dell'opera, valutata come da vigente normativa ferroviaria.

7 SOTTOPASSO FERROVIARIO

7.1.1 Modello 3D

Il monolite in questione interseca con un angolo di circa 90° la linea ferroviaria sottopassata, presentando, in pianta, una geometria a rettangolo. La complessità dell'analisi tenso - deformativa della struttura, sollecitata dalle combinazioni di carico imposte da normativa, ha portato a ritenere indispensabile il calcolo per via numerica tramite l'elaborazione di un modello tridimensionale agli elementi finiti in grado di rappresentare con sufficiente precisione le condizioni di carico della struttura in esame. Particolare cura, inoltre, è stata posta nello studio degli lembi esterni del monolite stesso che, per la particolare conformazione geometrica, risultano sollecitati in misura maggiore delle zone centrali.

Nella seguente figura si riporta il modello analizzato.



L'intera struttura viene modellata con elementi piani a quattro nodi di tipo shell ed aventi spessore uniforme pari a 60 cm per la soletta superiore e 85 cm per pareti e 50 cm per la platea inferiore.

Si considera un massimo di tre possibili binari al di sopra della struttura in esame.

7.2 Carichi applicati alla strutture

7.2.1 Carichi permanenti e strutturali

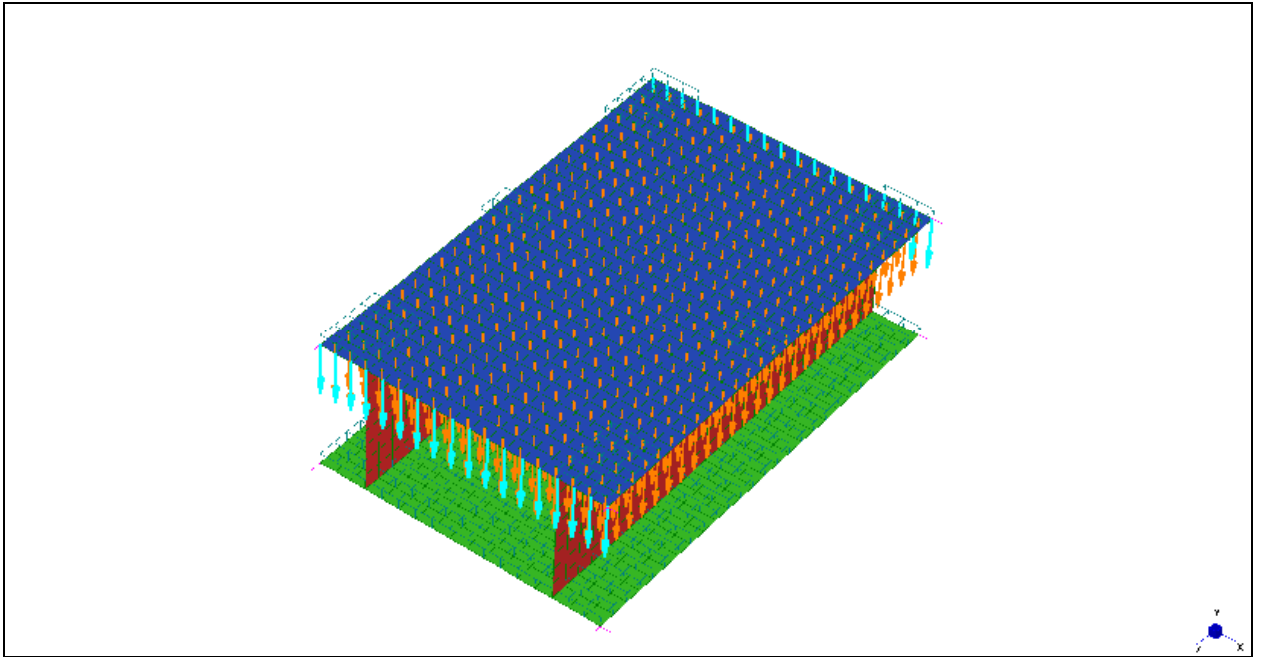
I carichi dovuti al peso proprio delle strutture vengono valutati automaticamente dal programma di calcolo utilizzato nell'analisi considerando per ciascun elemento lo spessore assegnato.

Il carico dovuto al peso permanente portato dovuto a massicciata, armamento ed impermeabilizzazione vale:

$$p = 0.8 \times 18 = 14.40 \text{ kN/m}^2$$

Il carico dovuto a pannelli fonoassorbenti vale:

$$f = 2 \times 4.0 = 8.0 \text{ kN/m}$$

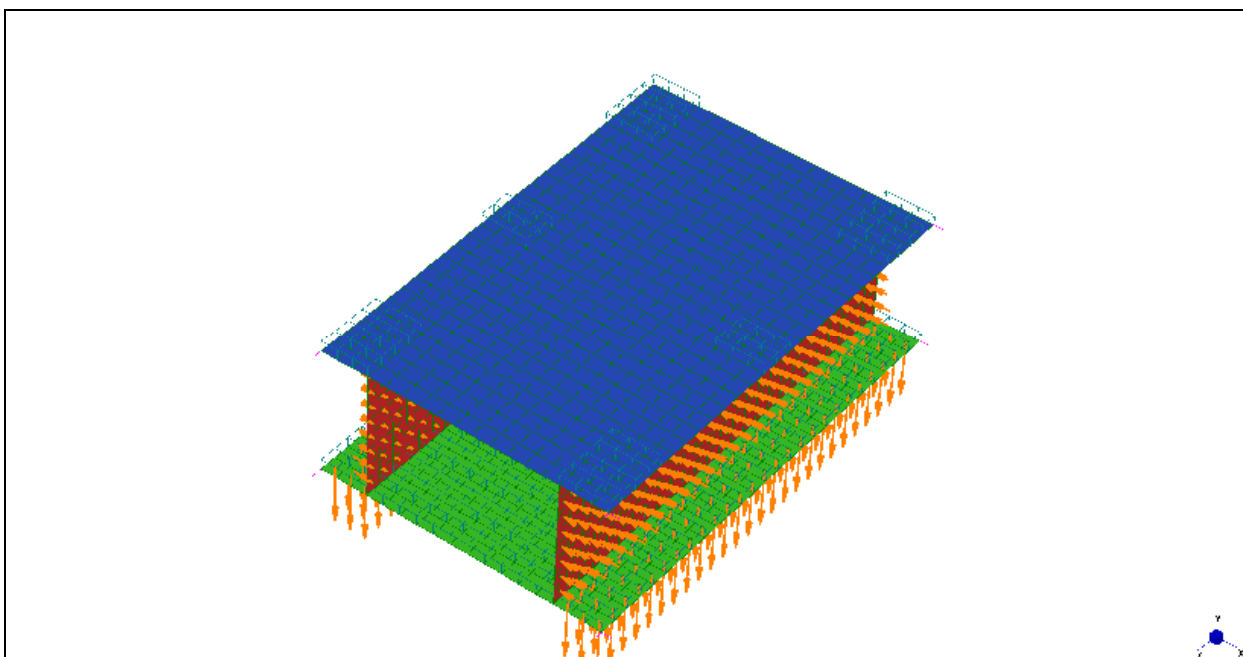


7.2.2 Spinte delle terre e delle acque

Il terreno è di natura granulare; si assume un angolo di attrito interno medio pari a $\varphi = 30^\circ$, sufficientemente cautelativo per il terreno in esame. Le caratteristiche assunte nel calcolo risultano:

- peso specifico saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$
- peso specifico immerso: $\gamma' = 9.00 \text{ kN/m}^3$
- coefficiente di spinta attiva: $K_a = 0.33$

Il livello di falda non interferisce con le strutture in esame.



7.2.3 Azioni variabili - Carichi verticali

Ponte di categoria "A". Il coefficiente α moltiplica solo le azioni verticali:

tipo di carico	α [1.4.1]
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

TRENO LM71

- $q_{vk} = 80$ kN/m tranne che per 6.4 m in cui agiscono i carichi Q_{vk}
- $Q_{vk} = 250$ kN (4 carichi distanti mutuamente 1.6 m)
- scartamento: $s = 1435$ mm
- eccentricità di carico sul binario: $e = s/18 = 79.722$ mm

TRENO SW

- SW/0 $q_{vk} = 133$ kN/m per tutta la lunghezza poiché $L < 15.00$ m;
- SW/2 $q_{vk} = 150$ kN/m per tutta la lunghezza poiché $L < 25.00$ m;

RIPARTIZIONE LOCALE DEI CARICHI

- distanza traverse: 0.60÷0.75 m
- larghezza traverse: 0.20÷0.26 m
- altezza traverse: 0.20 m
- lunghezza traverse: 2.30÷2.60 m
- ripartizione carico su traverse: 50% su una traversa e 25% ciascuna su quelle adiacenti
- ripartizione carico attraverso la massicciata: 1:4

CARICHI SUI MARCIAPIEDI

- Carico uniformemente ripartito su marciapiede: 10 kN/m²

7.2.4 Azioni variabili - Effetti dinamici

Calcolando L_{ϕ} come da normativa vigente; si ricava $\phi_3 = 1.73$. Tale coefficiente non va ridotto poiché $h < 1.0$ m

7.2.5 Azioni variabili - Forze orizzontali

FORZA CENTRIFUGA

Nulla in quanto il manufatto è in rettilineo.

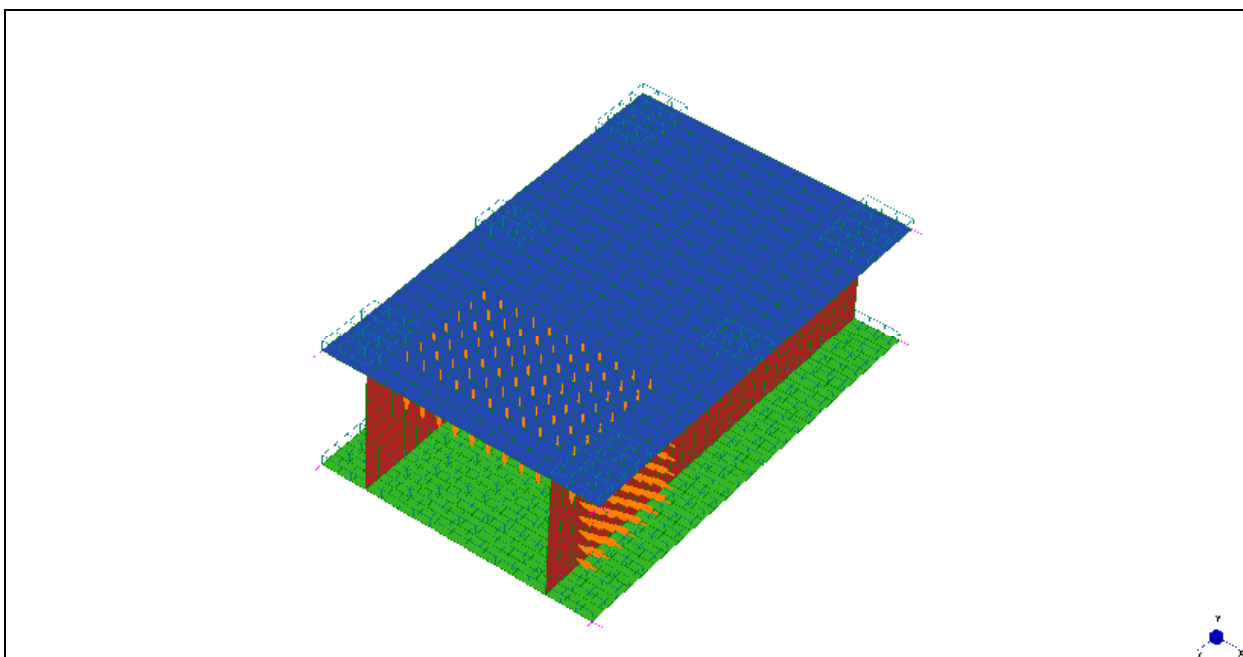
SERPEGGIO

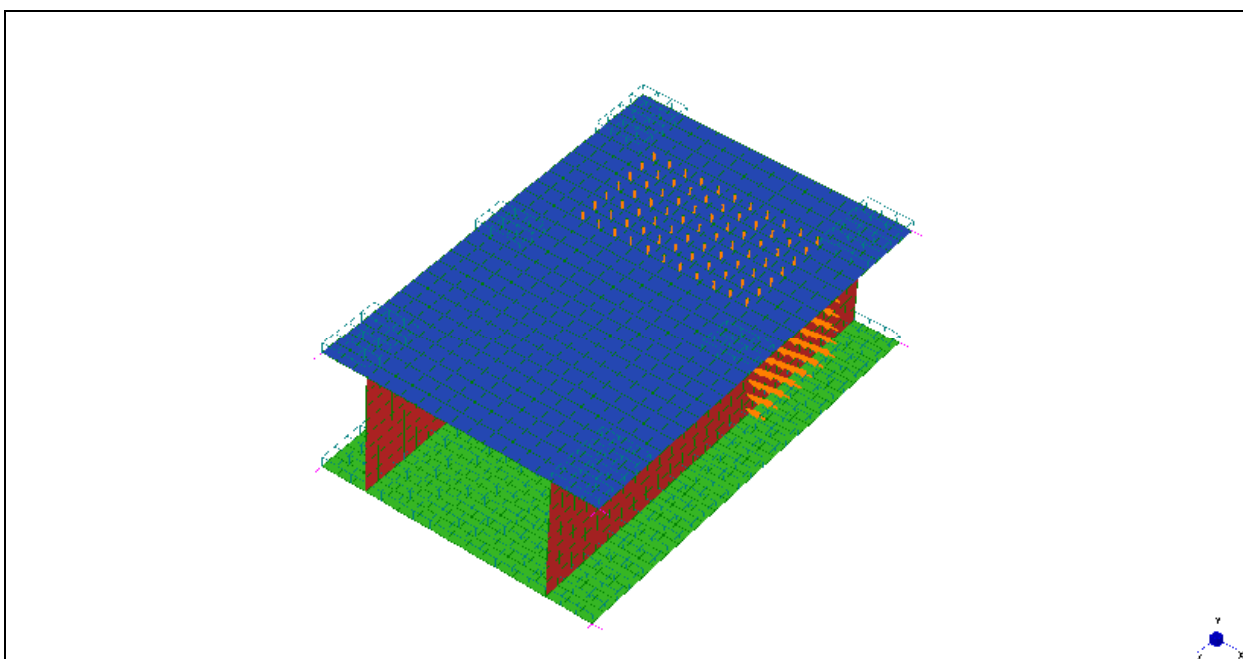
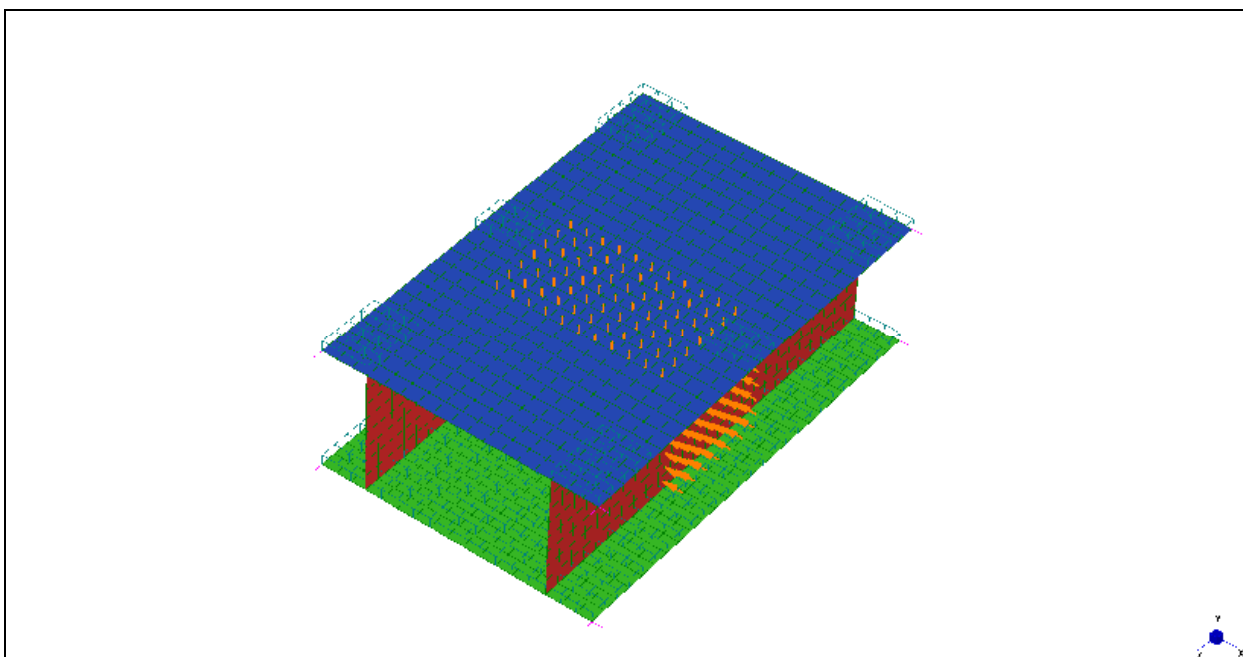
$Q_{sk} = 100$ kN

AVVIAMENTO E FRENATURA

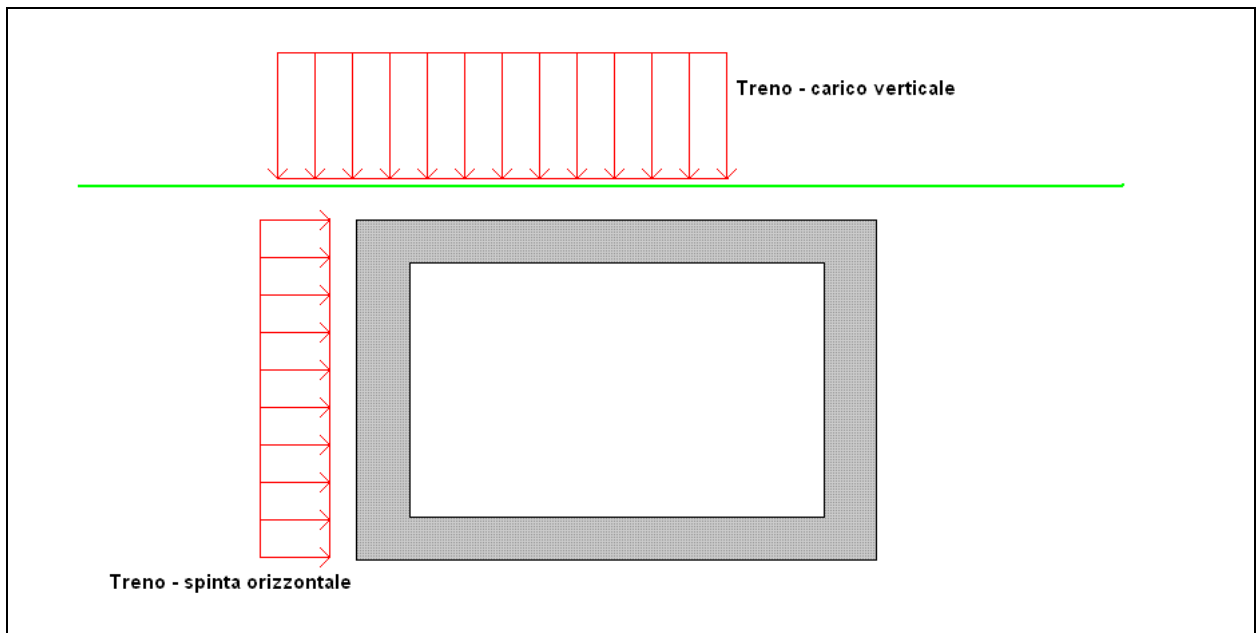
- avviamento: $Q_{la,k} = 33 \times 8.5 = 280.50$ kN (LM71, SW/0, SW/2)
- frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \times 8.5 = 170.00$ kN (LM71, SW/0)
- $Q_{lb,k} = 35 \times 8.5 = 297.50$ kN (SW/2)
- combinazione per n° tre binari:
 - binario 1 100 % della frenatura
 - binario 2 100 % dell'avviamento

Il treno di carico più gravoso per la struttura in esame risulta essere il tipo SW2, sono quindi previste le seguenti disposizioni dei carichi ferroviari sui binari:





All'azione verticale dovuta ai carichi ferroviari mobili, inoltre, viene considerata, in favore di sicurezza, la concomitante spinta orizzontale dovuta al treno sopraggiungente, secondo lo schema riportato nella seguente figura:



7.2.6 Altre azioni

- variazione termica: $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$
- vento: 2.5 kN/m^2
- neve: non influente

7.2.7 Azioni eccezionali

DERAGLIAMENTO

- Caso I: $q_{A1d} = 50 \text{ kN/m}$: due linee di carico agenti per tutta la lunghezza del monolite essendo $B < 6.4 \text{ m}$, disposte una su un binario ed una ad una distanza pari allo scartamento verso l'esterno dei binari. La ripartizione è del tipo 1:4
- Caso II: $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m}$: una linea di carico agente per tutta la lunghezza del monolite, disposta ad una distanza pari allo scartamento rispetto all'asse dei binari. La ripartizione è del tipo 1:4

ROTTURA DELLA CATENARIA

$\pm 20 \text{ kN}$ a binario e quindi sull'intero sovrappasso:
 $3 \times (\pm 20) = \pm 60 \text{ kN}$

URTI

Per gli elementi che possono subire l'urto del treno si considerano le seguenti forze applicate ad 1.25 m di altezza dal piano stradale (non agenti simultaneamente):

- 1000 kN in direzione parallela all'asse stradale
- 500 kN in direzione normale all'asse stradale

7.2.8 Sisma

In accordo al D.M. 14.01.2008, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali viene valutato 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 con suolo di categoria C, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento V_R .

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Per l'opera in oggetto si considera:

Vita nominale (V_N): 50 anni
 Classe d'uso: IV ($C_u = 2$)
 Periodo di riferimento azione sismica ($V_R = V_N * C_u$): 100 anni

DETERMINAZIONE DELL'ACCELERAZIONE AL SUOLO:

Si definiscono i seguenti stati limite:

Stato limite	P_{VR} (Probabilità di superamento ne periodo V_R)
SL Operatività	81 %
SL Danno	63 %
SL salvaguardia Vita	10 %
SL prevenzione Collasso	5 %

essendo $T_R =$ tempo di ritorno = $-V_R/\ln(1-PVR)$

Nel caso specifico, quindi, si ha:

Longitudine: 12.75

Latitudine: 43.06

Allo Stato limite Salvaguardia della Vita (SLV) ed allo Stato limite di Danno (SLD) si ricavano quindi i seguenti parametri

	SLD	SLV
a_g	0.132 g	0.296 g
T_R	101 anni	949 anni
F_o	2.332	2.413
T_c^*	0.288 s	0.325 s

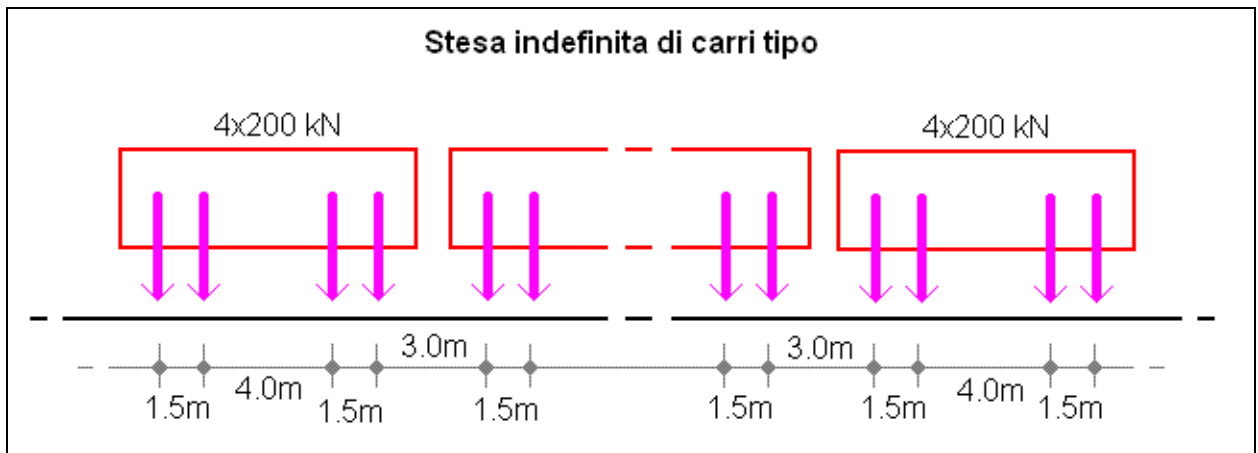
MASSE STRUTTURALI PERMANENTI

Il peso complessivo del solettone ammonta a circa 1700 kN, si ottiene pertanto:

$$M_p = P / g = 174 \text{ kN}/(\text{m}/\text{s}^2)$$

MASSE STRUTTURALI ACCIDENTALI

Ai fini delle verifiche sismiche si considera la presenza sul manufatto dei seguenti sovraccarichi tipo:



$$M_a = Q/g = (s \times Q_t) / g$$

$$Q_t = 4 \times 200 = 800 \text{ kN}$$

$$n = 3$$

$$s = 1 + 0.5 \times (n - 1) = 2.0$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$M_a = 2.0 \times 800 / 9.81 = 163 \text{ kN/(m/s}^2)$$

7.2.9 Nota relativa all'azione sismica

Per la struttura in esame, in particolare per i muri verticali, l'azione sismica di progetto non risulta dimensionante ai fini delle verifiche strutturali di resistenza.

Nella combinazione allo SLU, infatti, oltre all'azione verticale dovuta ai carichi ferroviari, viene considerata anche la spinta laterale dovuta al treno soprappiungente.

Le azioni orizzontali totali previste su ciascun muro allo SLU, infatti, valgono:

- terreno: $S_{tot} = 750 \text{ kN}^*$
- treno SW2 soprappiungente su binario 1: $S_{tot} = 220 \text{ kN}^{**}$
- treno SW0 soprappiungente su binario 2: $S_{tot} = 190 \text{ kN}^{**}$

* da moltiplicare per 1.35

** da moltiplicare per $1.45 \times \phi \times \alpha$

In totale, quindi, allo SLU si ha una forza orizzontale totale sulla parete di circa 1830 kN.

Nella combinazione allo SLSisma, invece, l'azione orizzontale dovuta al sisma su ciascun muro risulta, complessivamente:

- terreno, spinta statica $S_{tot} = 750 \text{ kN}$
- forza sismica solettone: $S_{tot} = 770 \text{ kN}$
- forza sismica terreno: $S_{tot} = 150 \text{ kN}$

In totale, quindi, si ha una forza orizzontale sismica totale di circa 1670 kN, inferiore a quella ottenuta allo SLU.

7.2.10 Altre azioni indirette

Ininfluenti.

7.3 Contemporaneità delle azioni, gruppi di carico e combinazioni dei carichi

7.3.1 Numero di binari

In considerazione della larghezza utile, ai fini dell'utilizzo ferroviario, del manufatto, considerando lo scartamento $s=1435$ mm e la distanza dei binari $d=2120$ mm, si ha un massimo possibile di tre binari.

7.3.2 Numero dei treni contemporanei

Si riporta la tabella 5.2.III

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
≥3	Primo	1.0(LM71"+SW/0)	0.75(LM71"+SW/0)	1.0 SW/2
	Secondo	1.0(LM71"+SW/0)	0.75(LM71"+SW/0)	1.0(LM71"+SW/0)
	altri	-	0.75(LM71"+SW/0)	

⁽¹⁾ LM71"+SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM71 e SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

7.3.3 Simultaneità delle azioni

Si riporta la tabella 5.2.IV

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			COMMENTI
	Carico Verticale ⁽¹⁾	Treno scarico	Frenatura ed avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo di carico						
gruppo 1 ⁽²⁾	1.0	-	0.5 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	massima azione verticale e laterale
gruppo 2 ⁽²⁾	-	1.0	0.0	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	stabilità laterale
gruppo 3 ⁽²⁾	1.0 (0.5)	-	1.0	0.5 (0.0)	0.5 (0.0)	massima azione longitudinale
gruppo 4	0.8(0.6;0.4)	-	0.8(0.6;0.4)	0.8(0.6;0.4)	0.8(0.6;0.4)	fessurazione

Azione dominante

⁽¹⁾ Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ , α , ecc.)

⁽²⁾ La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nel caso in esame non sono dimensionanti i gruppi 2 e 3; pertanto si considera il solo gruppo 1 nelle verifiche in fase di esercizio ed il gruppo 4 per le verifiche di fessurazione.

7.3.4 Combinazioni di carico allo SLU

Si riporta la tabella 5.2.V

		coefficiente	EQU (1)	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00	1.00	1.00
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

non strutturali (2)	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	1.00
Ballast (3)	favorevoli	γ_B	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	1.00
Carichi variabili da traffico (4)	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.45	1.45	1.25	0.20 (5)	0.20 (5)
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30	1.00	0.00
Precompressione	favorevoli	γ_P	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 (6)	1.00 (7)	1.00	1.00	1.00

- (1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO
- (2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad esempio i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti
- (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto a ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche
- (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico della tab. 5.2.1.IV
- (5) Aliquota di carico da traffico da considerare
- (6) 1.30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
- (7) 1.20 per effetti locali

Nel caso in esame non risultano dimensionanti le combinazioni EQU e A2 GEO, inoltre nella combinazione A1 STR non interviene la precompressione. La combinazione di riferimento allo SLU, pertanto, risulta:

$$F_d = 1.35x(\text{PesoProprio}+\text{Terreno}+\text{Falda}) + 1.50x\text{Ballast} + 1.45x(\alpha x \phi_3 x SW_{2\text{binario}1} + \alpha x \phi_3 x SW_{0\text{binario}2})$$

7.3.5 Combinazioni di carico allo SLE- SLFessure

Si riporta la tabella 5.2.VI dei coefficienti parziali di combinazione.

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	carico sul rilevato a tergo delle spalle	0.80	0.50	0.00
	azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.80	0.50	0.00
Gruppi di carico	gruppo 1	0.80 (2)	0.80 (1)	0.00
	gruppo 2	0.80 (2)	0.80 (1)	-
	gruppo 3	0.80 (2)	0.80 (1)	0.00
	gruppo 4	1.00	1.00	0.00
Azione del vento	Fwk	0.60	0.50	0.00
Azione da neve	in fase di esecuzione	0.80	0.00	0.00
	SLU e SLE	0.00	0.00	0.00
Azioni termiche	Tk	0.60	0.60	0.5

- (1) 0.80 se è carico solo un binario, 0.60 se sono carichi due binari, 0.40 se sono carichi tre o più binari
- (2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0.00

Come visto, non hanno importanza i gruppi di carico 2 (stabilità laterale: evidentemente soddisfatta) e 3 (massima azione longitudinale, non dimensionante per questa tipologia di manufatto).

Si riportano infine la tabella 5.2.VII degli ulteriori coefficienti parziali di combinazione.

		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2

Azioni singole da traffico	Treno di carico LM71	0.80 (3)	(1)	0.00
	Treno di carico SW/0	0.80 (3)	0.80	0.00
	Treno di carico SW/2	0.00 (3)	0.80	0.00
	Treno scarico	1.00 (3)	-	-
	Centrifuga	(2) (3)	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1.00 (3)	0.80	0.00

(1) 0.80 se è carico solo un binario, 0.60 se sono carichi due binari, 0.40 se sono carichi tre o più binari

(2) Si usano gli stessi gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano le azioni

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0.00

La combinazione di riferimento allo SLE, pertanto, risulta:

$$F_d = \text{PesoProprio} + \text{Terreno} + \text{Falda} + \text{Ballast} + \alpha \times \phi_3 \times \text{SW}2_{\text{binario1}} + \alpha \times \phi_3 \times \text{SW}0_{\text{binario2}}$$

La combinazione di riferimento allo SLFessure, infine, risulta:

$$F_d = \text{PesoProprio} + \text{Terreno} + \text{Falda} + \text{Ballast} + 0.60 \times (\alpha \times \phi_3 \times \text{SW}2_{\text{binario1}} + \alpha \times \phi_3 \times \text{SW}0_{\text{binario2}})$$

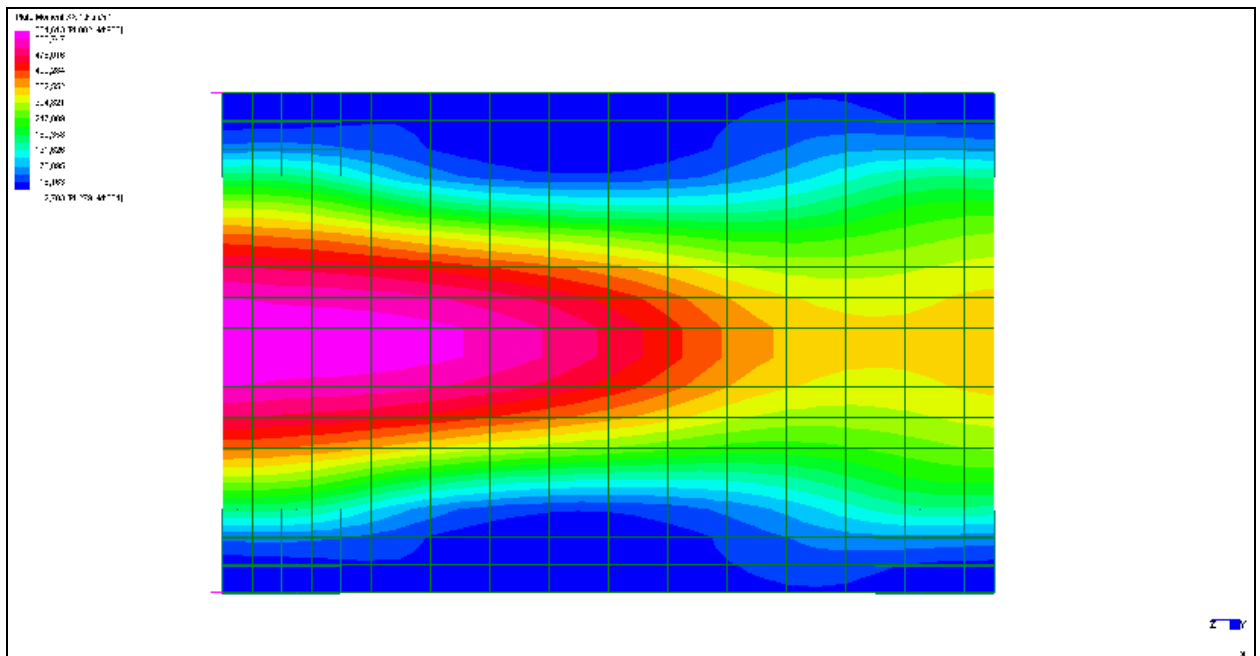
8 ANALISI E VERIFICA DEL SOLETTONE SUPERIORE

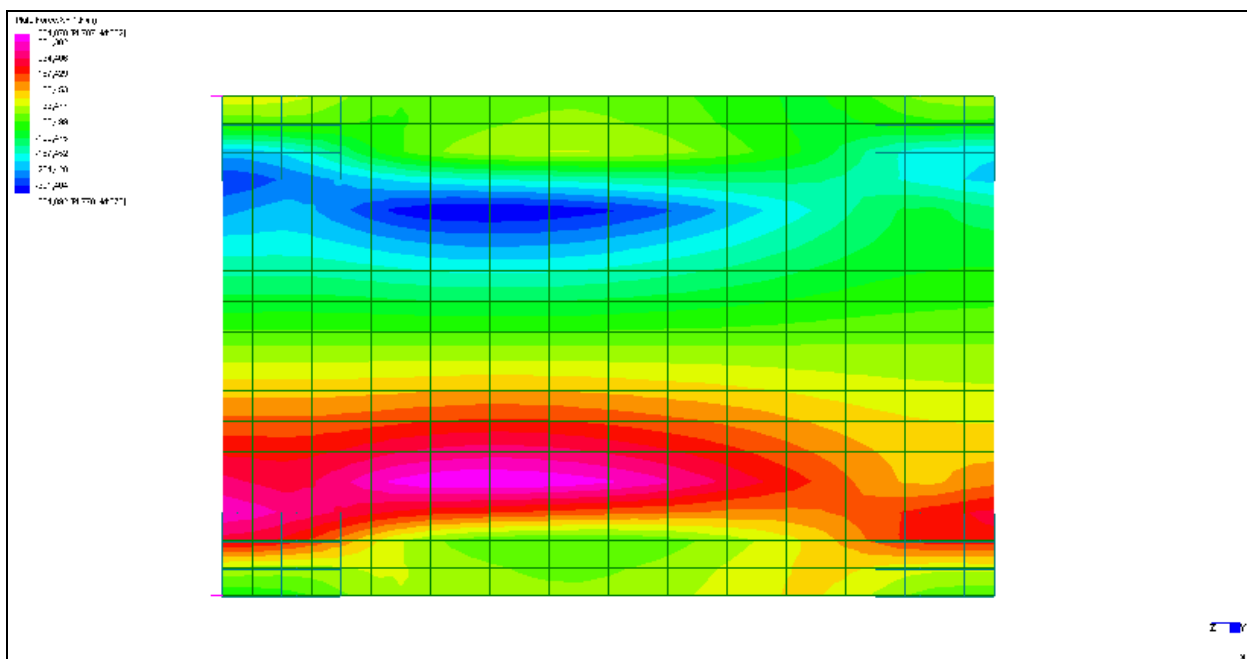
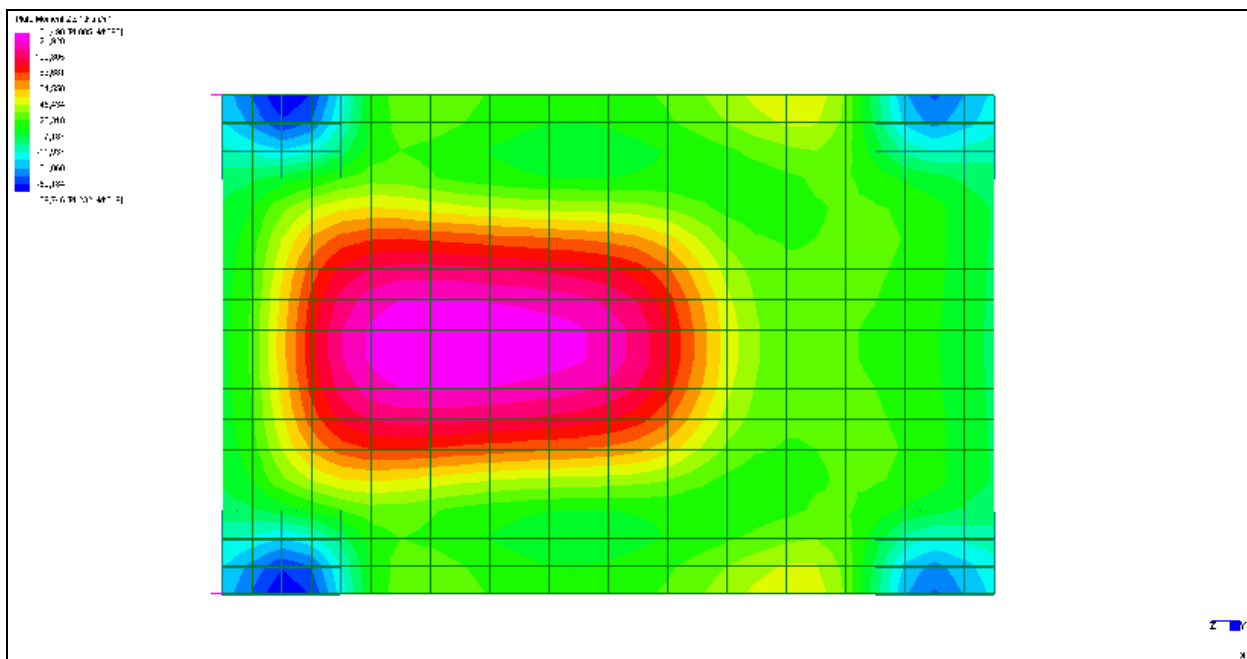
8.1 Analisi delle sollecitazioni

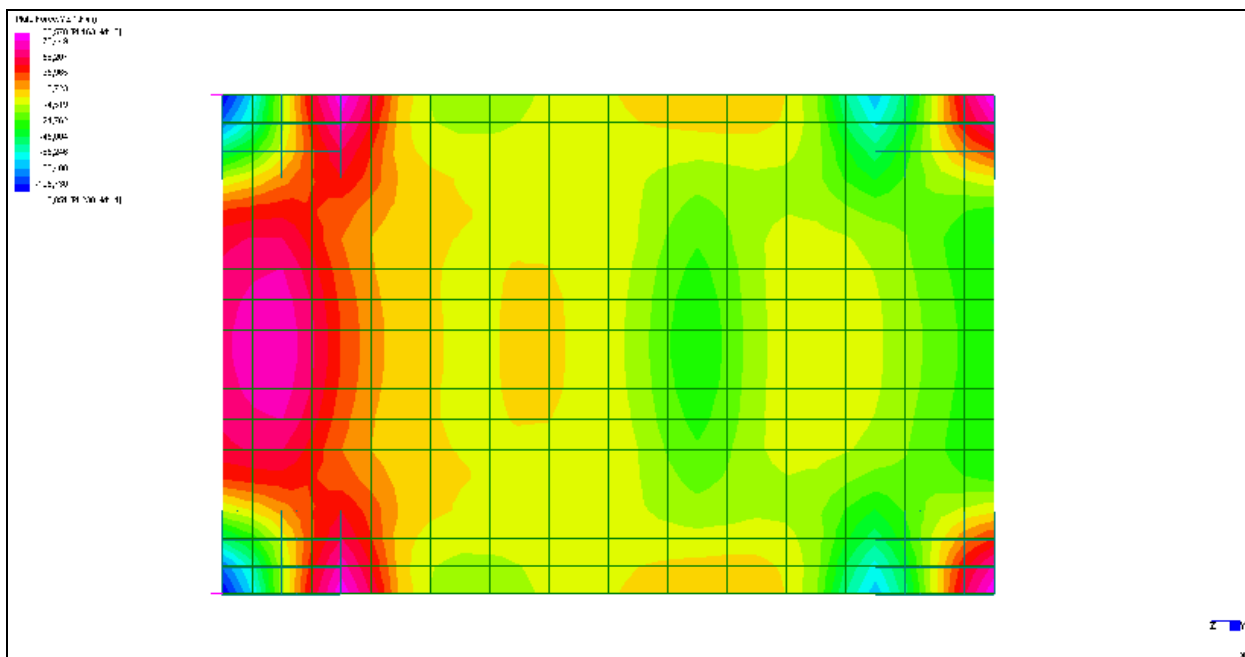
Si analizza nel dettaglio lo stato tensionale ottenuto dalla modellazione ad elementi finiti per la soletta superiore. La combinazione più gravosa risulta essere quella con traffico pesante, di seguito si riportano i risultati relativi al sistema di riferimento principale X-Z.

8.1.1 Analisi allo SLU

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente e del taglio rispettivamente per le direzioni principali X e Z.







I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLU	direzione X		direzione Z	
	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]
Mezzeria	565	-	130	-
Appoggio *	-15	335	-60	115

* valore calcolato a filo parete

8.1.2 Verifiche di resistenza a flessione allo SLU

MEZZERIA - DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 20/m in primo strato
- inferiore: 5+5 ϕ 20/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 635 kNm/m, con un fattore di sicurezza di 1.12.

APPOGGIO - DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 20/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 20/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 315 kNm/m, con un fattore di sicurezza di >5.

MEZZERIA - DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 20/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 310 kNm/m, con un fattore di sicurezza di 2.38.

APPOGGIO - DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 16/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 200 kNm/m, con un fattore di sicurezza di 3.33.

8.1.3 Verifica di resistenza a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU fornisce i seguenti valori resistenti:

- solo sezione in c.a. $V_{rd} = 230$ kN/m

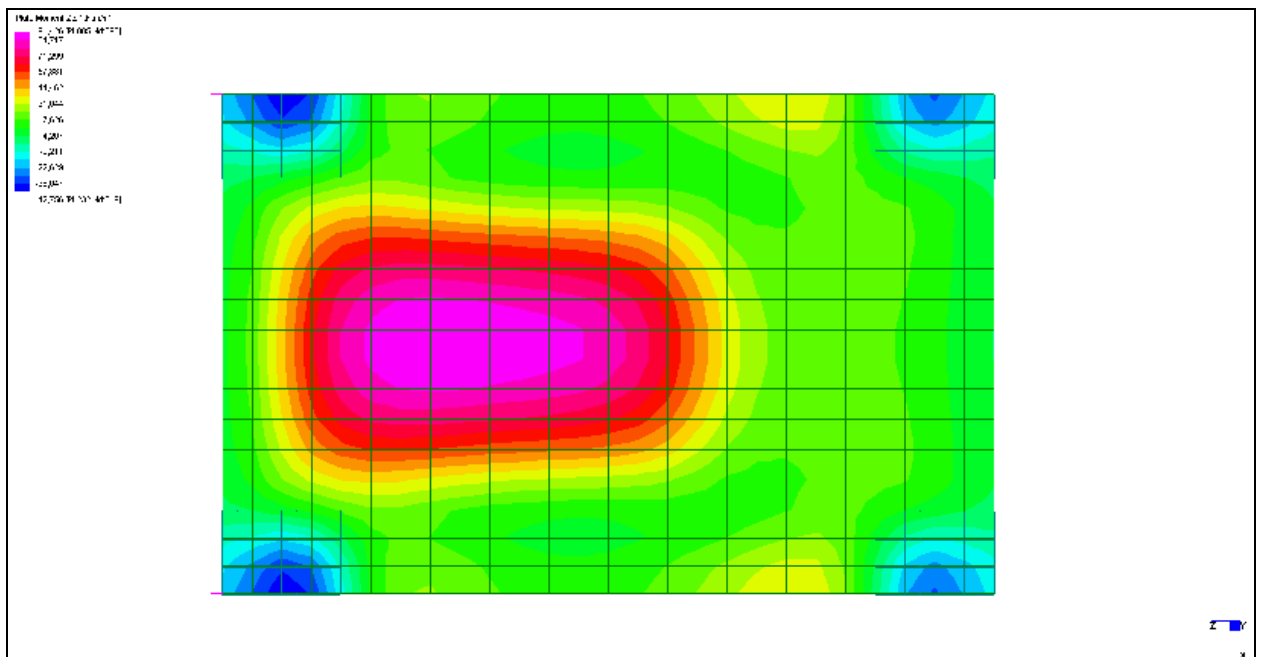
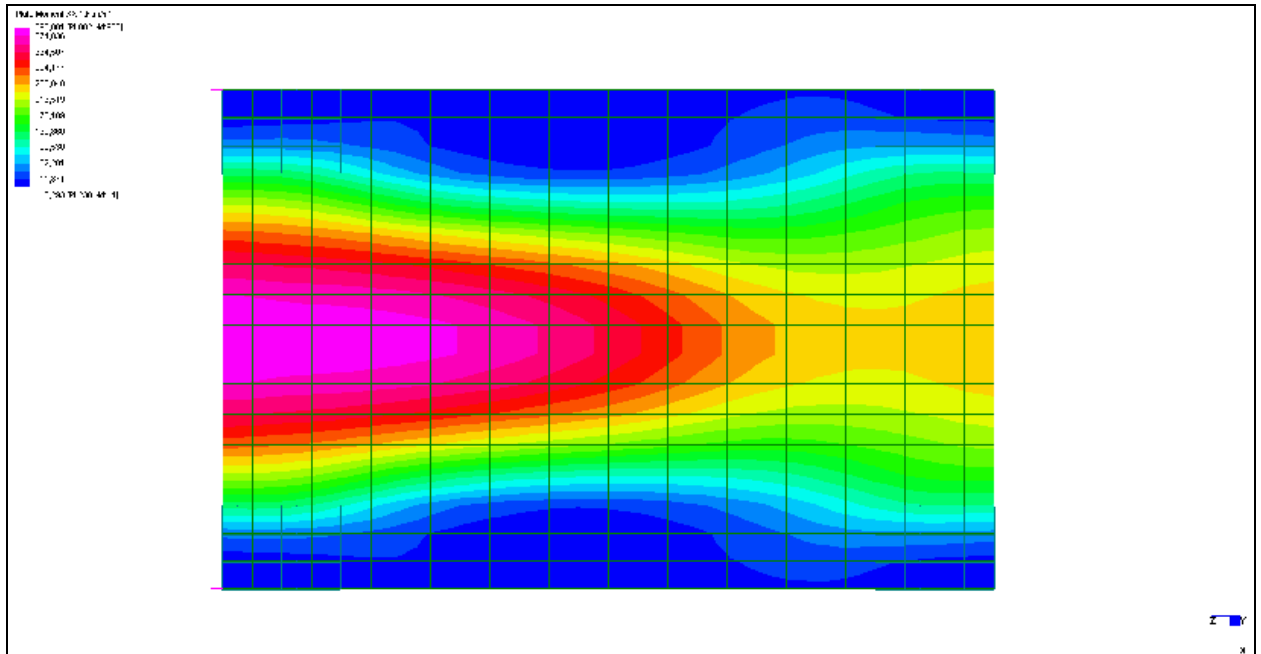
Occorre quindi disporre opportune armature a taglio costituite da coppie di ferri a "C" con diametri e passi dipendenti dalle sollecitazioni agenti

- staffe 2x9 ϕ 12/mq $V_{rd} = 395$ kN/m

La disposizione delle armature viene effettuata in base alle azioni sollecitanti effettivamente agenti.

8.1.4 Analisi allo SLE

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali X ed Z.



I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLE	direzione X	direzione Z
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]

Mezzeria	395	90
Appoggio *	-10	-45

* valore calcolato a filo parete

8.1.5 Verifiche di resistenza a flessione allo SLE

MEZZERIA - DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 20/m in primo strato
- inferiore: 5+5 ϕ 20/m in primo strato

Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -7.70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 252.75 \text{ MPa}$$

APPOGGIO - DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 20/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 20/m in primo strato

Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -0.23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 12.63 \text{ MPa}$$

MEZZERIA - DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 110 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 20/m in primo strato

Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -2.35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 112.44 \text{ MPa}$$

APPOGGIO - DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 110 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 16/m in primo strato

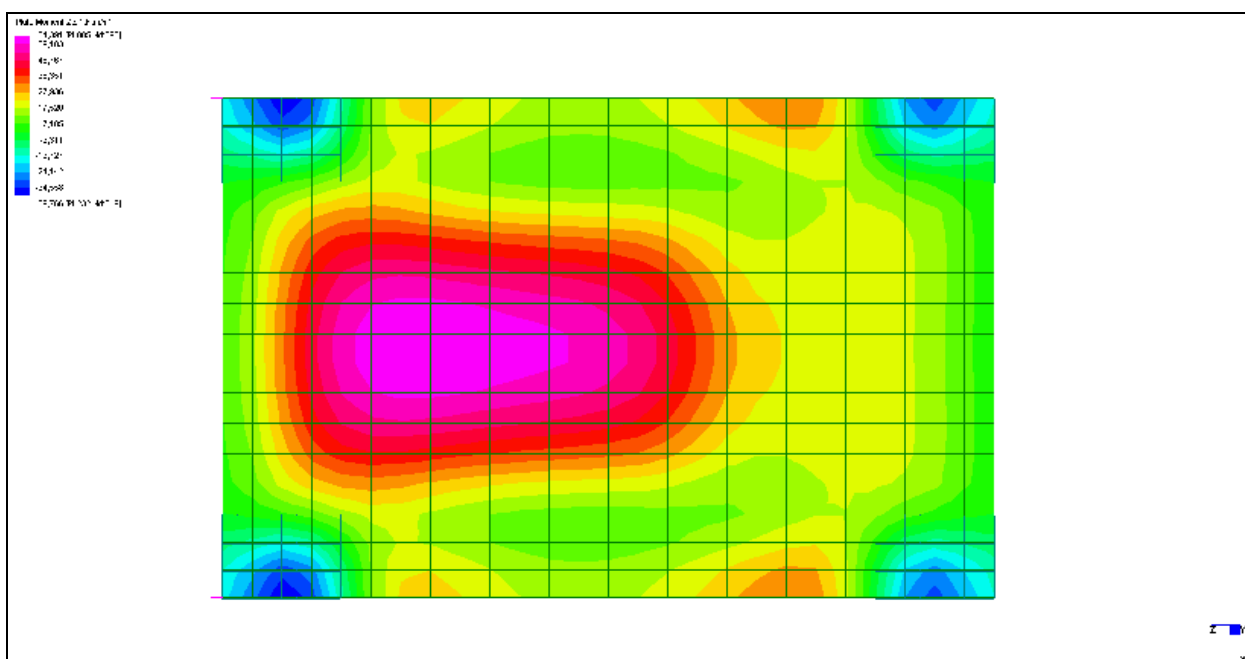
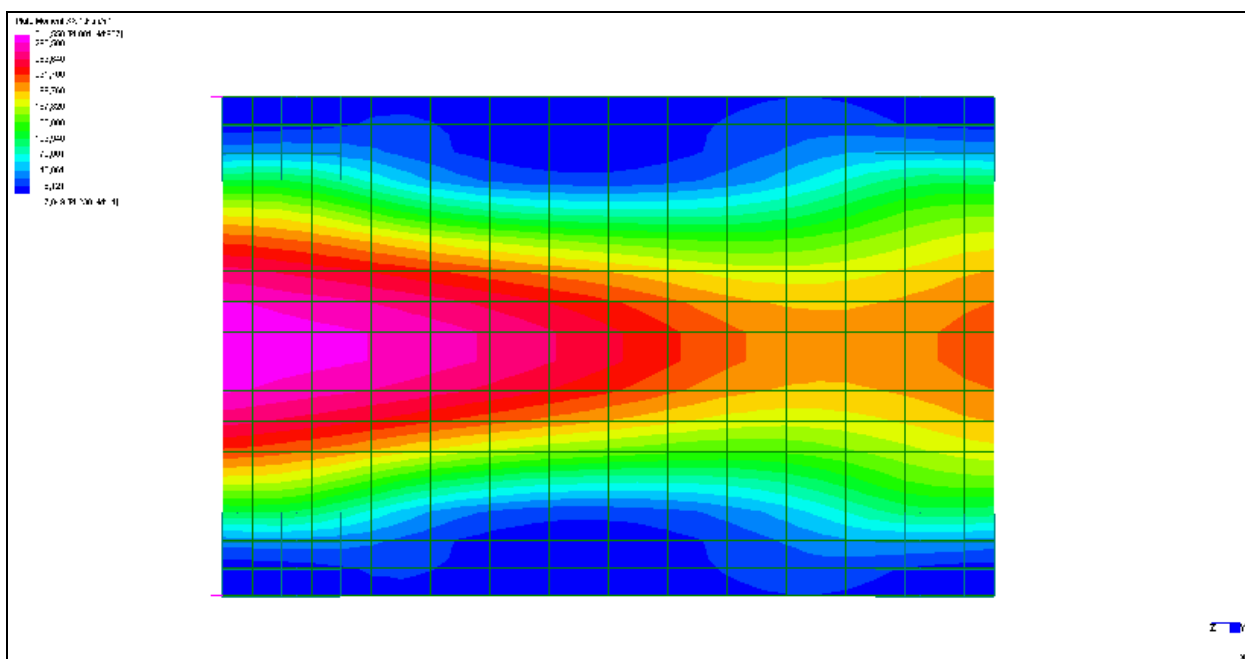
Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -1.03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 88.37 \text{ MPa}$$

8.1.6 Analisi allo SLeffessurazione

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali X ed Z.



I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLFessure	direzione X	direzione Z
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]

Mezzeria	310	65
Appoggio *	-10	-40

* valore calcolato a filo diaframma

Come specificato dal D.M. 2008, si riporta la verifica eseguita secondo D.M. 09-01-1996 e relativa circolare esplicativa. La larghezza caratteristica virtuale della fessura vale:

$$w_k = 1.7w_m = 1.7\nu \cdot s_{rm} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

ove la distanza media tra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico di armatura vale:

$$s_{rm} = 2(c + 0.1s) + k_2 k_3 \frac{\Phi}{\rho_r}$$

con: $\rho_r = A_s/A_{ef}$

c = copriferro netto

s = distanza efficace tra le barre

k₂ = 0.4 per barre ad aderenza migliorata

k₃ = 0.125 per flessione semplice o pressoflessione

ed il coefficiente che computa l'effetto di *tension stiffening* vale:

$$\nu = 1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \geq 0.4$$

con: σ_{sr} = tensione di fessurazione

σ_s = tensione massima dell'acciaio

β_1 = 1 per barre ad aderenza migliorata

β_2 = 0.5 per le condizioni ripetute di sollecitazione

Inoltre, considerando la classe del calcestruzzo ($R'_{ck} = 35$ MPa), si ha $f_{ctm} = 2.90$ MPa.

Si riporta la verifica considerando un'apertura massima delle fessure pari a $w = w_1 \times c/c_{min}$, essendo $w_1 = 0.20$ mm e $1.00 < c/c_{min} < 1.50$.

Essendo $c_{min} = 2.0$ cm ed avendo un copriferro netto > 4.0 cm, si ricava $c/c_{min} = 1.50$.

MEZZERIA - DIREZIONE X

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 310$ kNm/m

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 199.87$ MPa

Momento di prima fessurazione: $M_{I^o fessurazione} = 185$ kNm/m

Essendo $M_{I^o fessurazione} < M_{SLfessure}$ la sezione si fessura; la relativa verifica fornisce:

Momento di fessurazione: $M_{fessurazione} = 220$ kNm/m

Tensione di fessurazione $\sigma_{sr} = 143.06$ MPa

Distanza media fra le fessure: $S_{rm} = 16.8$ cm

Deformazione media della sezione: $\epsilon_{sr} = 0.0720\%$

Da cui si ricava una lunghezza di apertura delle fessure pari a

$w_k = 0.200$ mm $< 1.5 \times 0.200 = 0.300$ mm.

APPOGGIO - DIREZIONE X

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = -10 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 12.58 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 170 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura

MEZZERIA - DIREZIONE Z

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 65 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 81.87 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 165 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura

APPOGGIO - DIREZIONE Z

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = -40 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 77.66 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 160 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

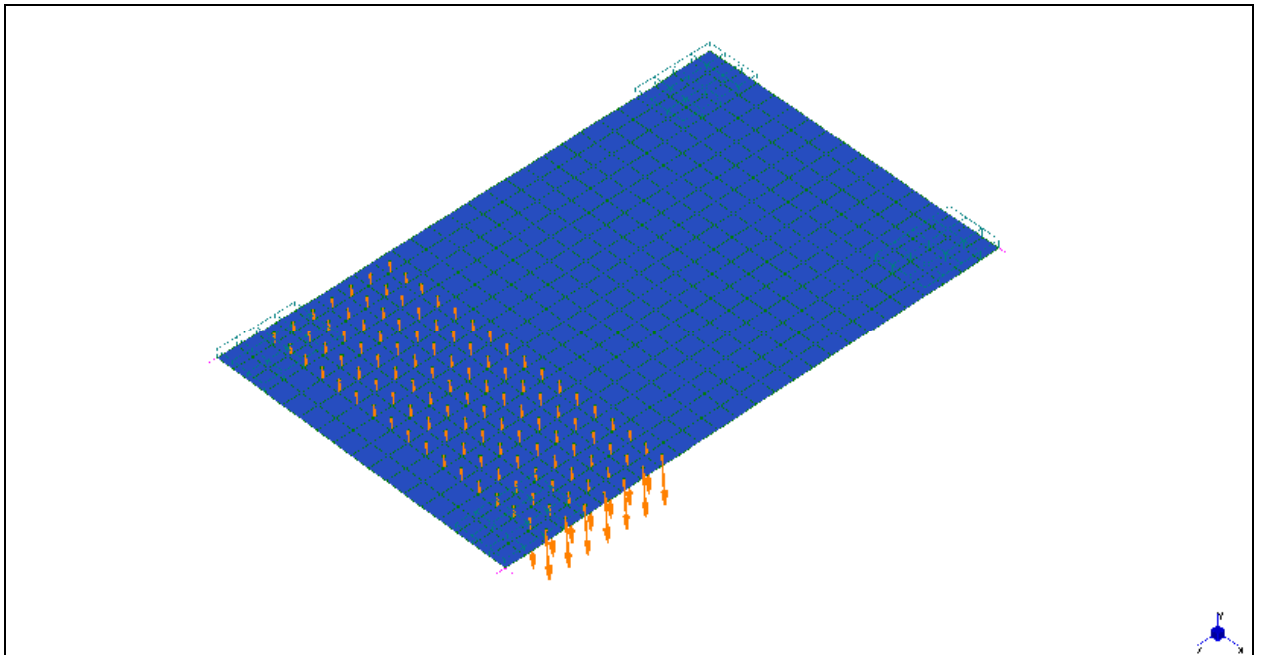
9 VERIFICA DEL SOLETTONE DURANTE LE FASI PROVVISORIE

Durante le fasi di spinta del solettone si raggiunge una fase provvisoria principale oggetto di apposita verifica. La fase in questione, in particolare, risulta la seguente:

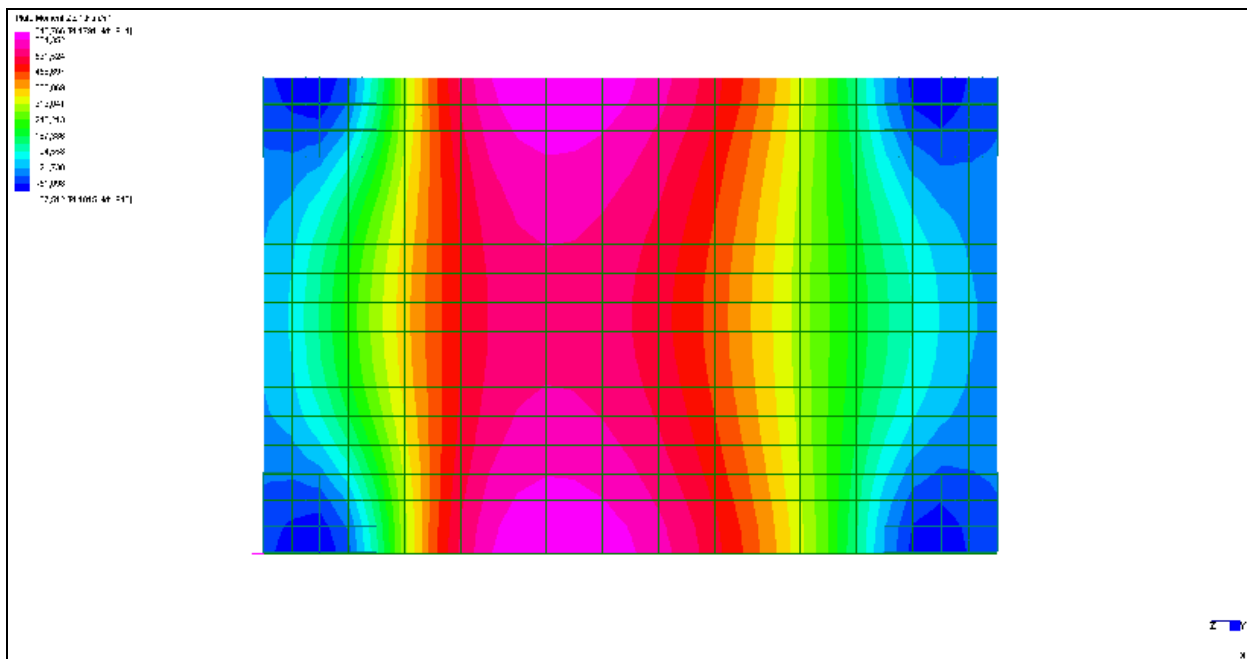
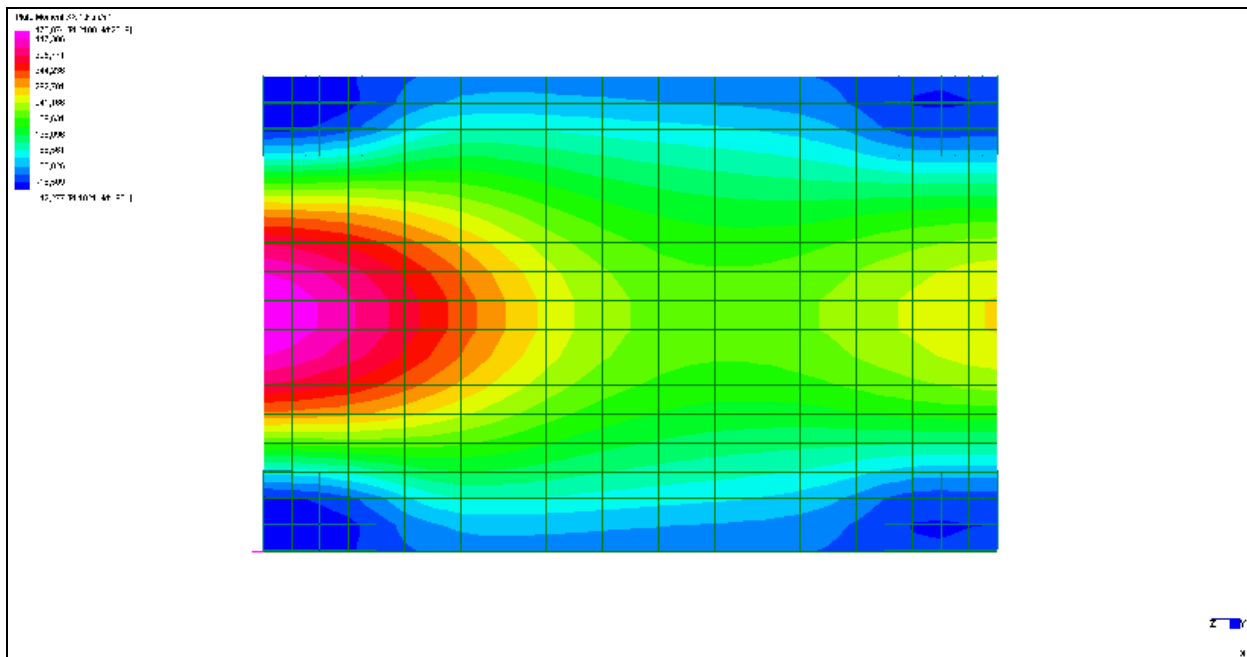
FASE PROVVISORIA: solettone totalmente infisso sotto la linea ferroviaria, ma sottostruttura (muri, platea) ancora da realizzare

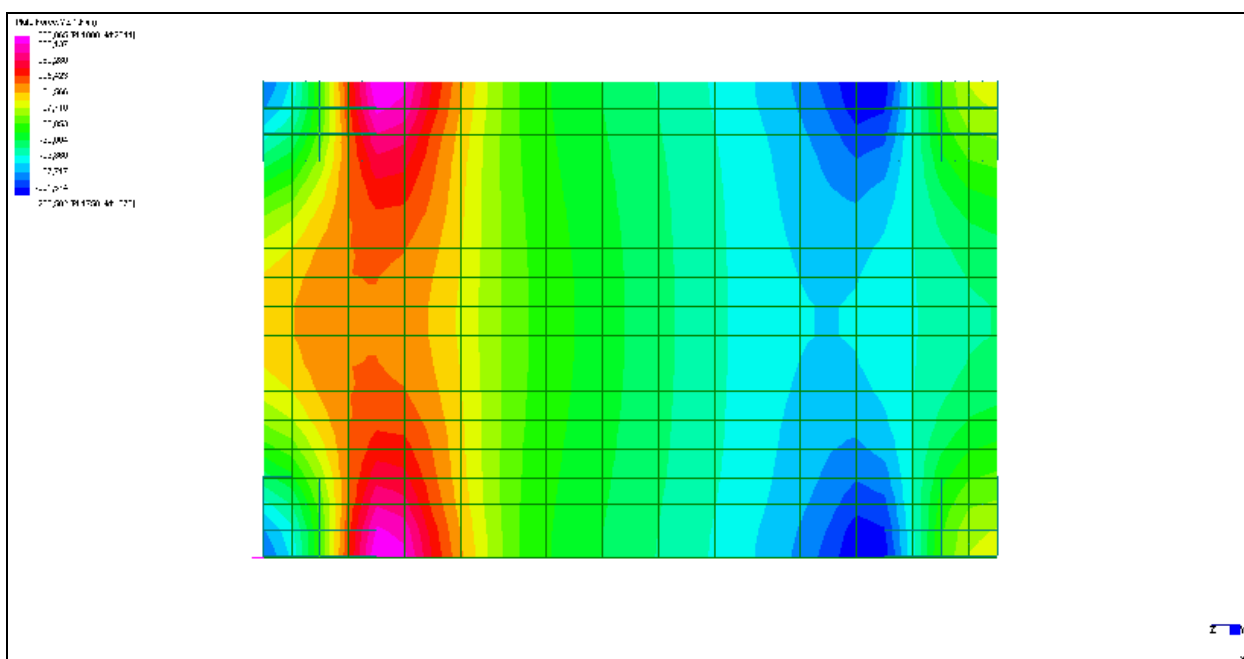
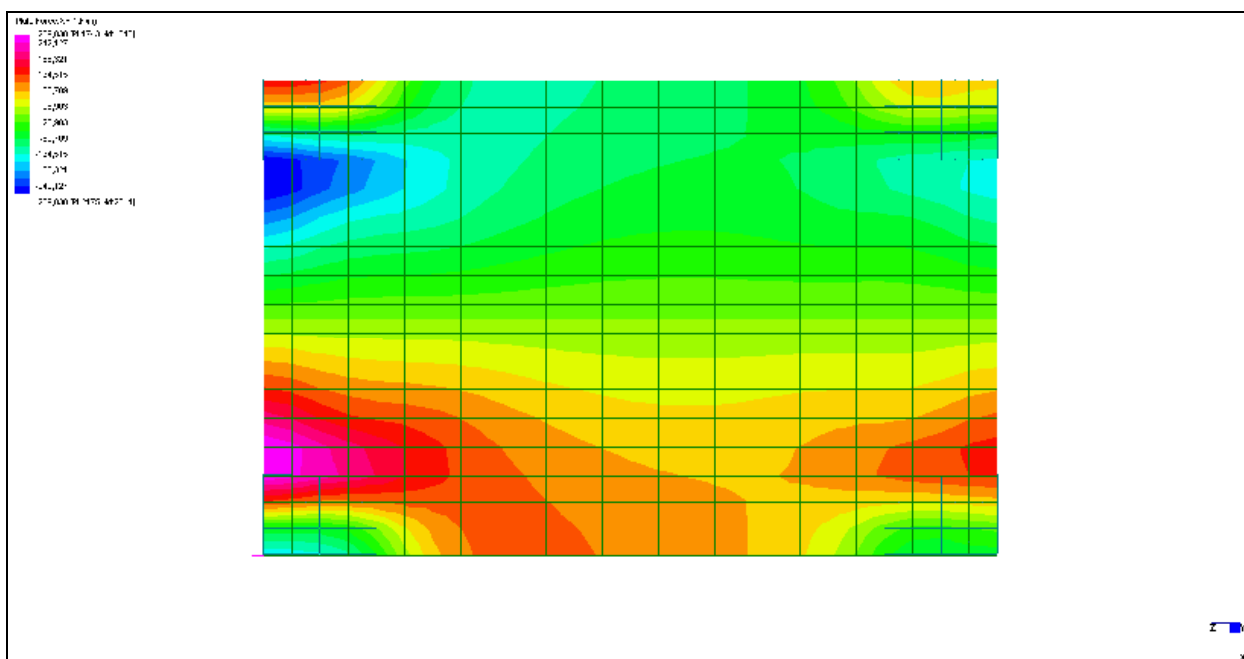
9.1 Analisi della fase provvisoria

Durante la fase provvisoria la fascia centrale del monolite lavora appoggiata ai pali presenti in corrispondenza ai quattro angoli, trascurando, in favore di sicurezza i due appoggi centrali su micropali; il corrispondente modello di calcolo adottato risulta il seguente.



Eseguendo l'analisi allo SLU per condizione eccezionale si ricavano i seguenti parametri di sollecitazione flettente e tagliante rispettivamente per le direzioni X ed Z.





I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLU	direzione X		direzione Z	
	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]

Mezzeria	475	-	640	-
Appoggio *	-45	270	-90	385

* valore calcolato a filo parete

Per la direzione X i corrispondenti momenti resistenti precedentemente calcolati risultano:

SLU	Momento sollecitante [kNm/m]	Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza
Mezzeria	475	635	1.34
Appoggio *	-45	-315	> 5

* valore calcolato a filo parete

Per la direzione Z i corrispondenti momenti resistenti precedentemente calcolati risultano:

SLU	Momento sollecitante [kNm/m]	Momento resistente [kNm/m]	Fattore di sicurezza
Mezzeria	640	**	1.07
Appoggio *	-90	-200	2.22

* valore calcolato a filo parete

** poichè in fase provvisoria l'armatura base precedentemente riportata non risulta sufficiente a coprire il picco di momento, si dispongono ulteriori armature aggiuntive inferiori $5+1\phi 20/m$, con le quali si ha $M_{res} = 685 \text{ kNm/m}$

Le sollecitazioni taglianti massime risultano invece inferiori ai valori resistenti precedentemente riportati.

9.1.1 Nota relativa al passaggio dei convogli ferroviari reali

Il calcolo e la verifica delle fasi provvisorie è stato condotto considerando il treno di carico ideale SW2 o SW0, opportunamente amplificato del fattore dinamico $\phi = 1.73$. Nella realtà, tuttavia, durante la fase provvisoria intermedia (solettone appoggiato sui quattro angoli) è previsto il transito a velocità normale (considerando, pertanto, l'incremento dinamico ϕ) di soli convogli ferroviari standard tipo D4, del peso approssimativo di circa 1600 kN su una lunghezza di ingombro di circa 70 m; per un corrispondente carico uniformemente distribuito di circa 25 kN/m.

Ne risulta, quindi, il seguente confronto:

- treno ideale SW2: $150 \times 1.73 = 260 \text{ kN/m}$
- treno reale D4: $25 \times 1.73 = 45 \text{ kN/m}$

L'azione realmente presente, pertanto, risulta pari a circa il 17% di quella ideale utilizzata per le verifiche.

Con il carico ferroviario reale transitante a velocità normale, i valori di sollecitazione corrispondenti risultano:

SLU	direzione X		direzione Z	
	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]
Mezzeria	270	-	435	-
Appoggio *	-20	150	-65	220

* valore calcolato a filo parete

In direzione trasversale, per la sezione di mezzeria i momenti ottenuti in tale configurazione risultano inferiori a quelli determinati allo SLFessurazione.

Per le altre sezioni, invece, eseguendo le verifiche si ricava:

MEZZERIA - DIREZIONE X

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 270 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 174.08 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} = 185 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} < M_{SLfessure}$ la sezione si fessura; la relativa verifica fornisce:

Momento di fessurazione: $M_{fessurazione} = 220 \text{ kNm/m}$

Tensione di fessurazione $\sigma_{sr} = 143.06 \text{ MPa}$

Distanza media fra le fessure: $S_{rm} = 18.8 \text{ cm}$

Deformazione media della sezione: $\varepsilon_{sr} = 0.0560\%$

Da cui si ricava una lunghezza di apertura delle fessure pari a

$w_k = 0.160 \text{ mm} < 0.400 \text{ mm}$.

Trattandosi di una fase provvisoria ed avendo eseguito la verifica per uno Stato Limite Ultimo, tale ampiezza viene ritenuta accettabile.

APPOGGIO - DIREZIONE X

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = -20 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 12.87 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} = 170 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

MEZZERIA - DIREZIONE Z

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 435 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 235.59 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} = 195 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^{\circ} \text{ fessurazione}} < M_{SLfessure}$ la sezione si fessura; la relativa verifica fornisce:

Momento di fessurazione: $M_{fessurazione} = 230 \text{ kNm/m}$

Tensione di fessurazione $\sigma_{sr} = 124.50 \text{ MPa}$

Distanza media fra le fessure: $S_{rm} = 15.2 \text{ cm}$

Deformazione media della sezione: $\varepsilon_{sr} = 0.0984\%$

Da cui si ricava una lunghezza di apertura delle fessure pari a

$w_k = 0.253 \text{ mm} < 0.400 \text{ mm}$.

Trattandosi di una fase provvisoria ed avendo eseguito la verifica per uno Stato Limite Ultimo, tale ampiezza viene ritenuta accettabile.

APPOGGIO - DIREZIONE Z

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = -65 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 126.22 \text{ MPa}$

Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 160 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

10 VERIFICA DELLA SOTTOSTRUTTURA GETTATA IN OPERA SOTTO AL SOLETTONE

Si analizza nel dettaglio lo stato tensionale ottenuto dalla modellazione ad elementi finiti per la sottostruttura (muri e platea). La combinazione più gravosa risulta essere quella con traffico pesante, di seguito si riportano i risultati relativi al sistema di riferimento principale X-Y-Z.

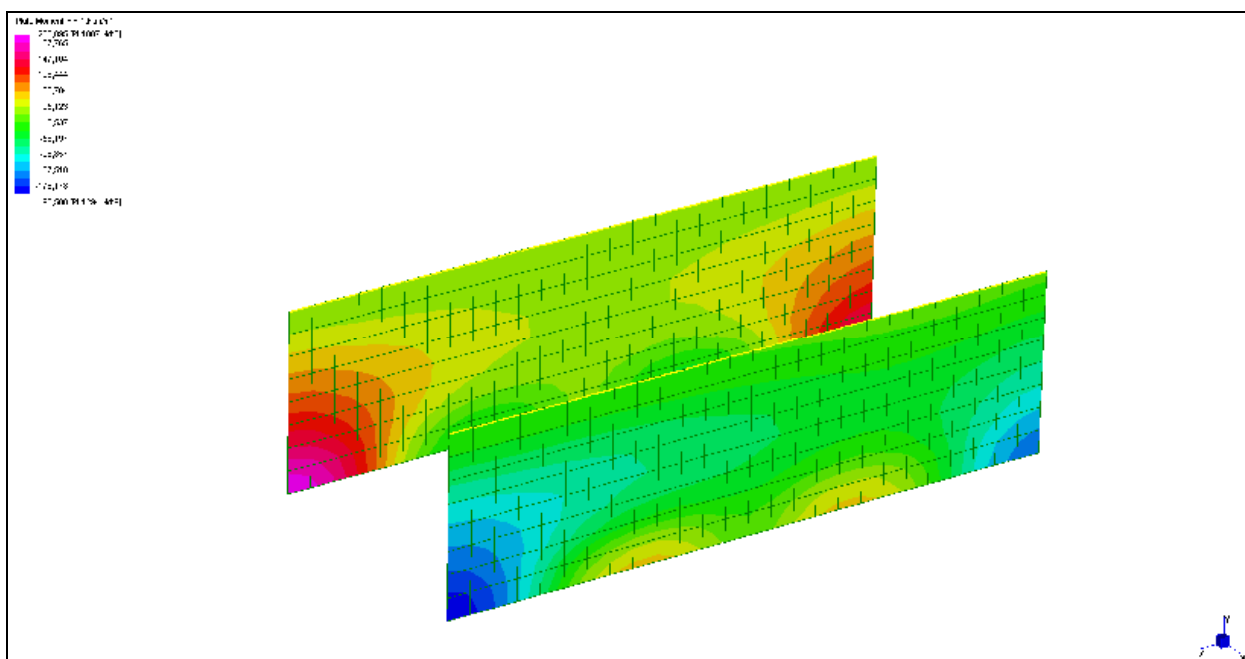
10.1 Muri laterali

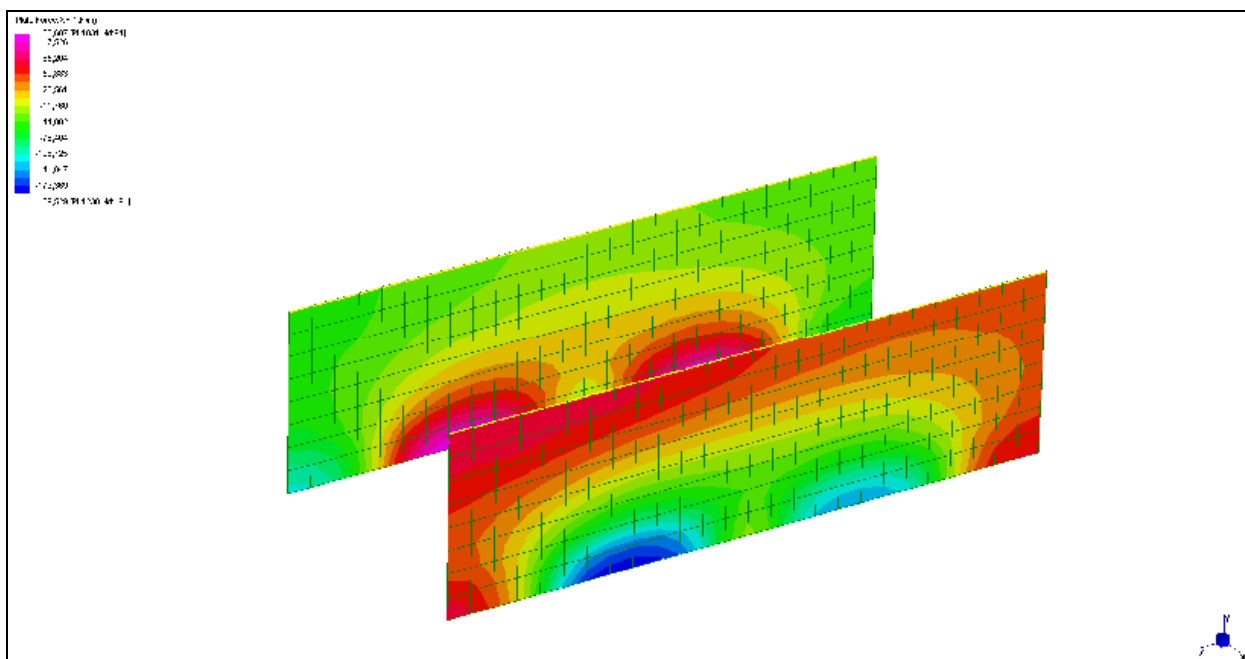
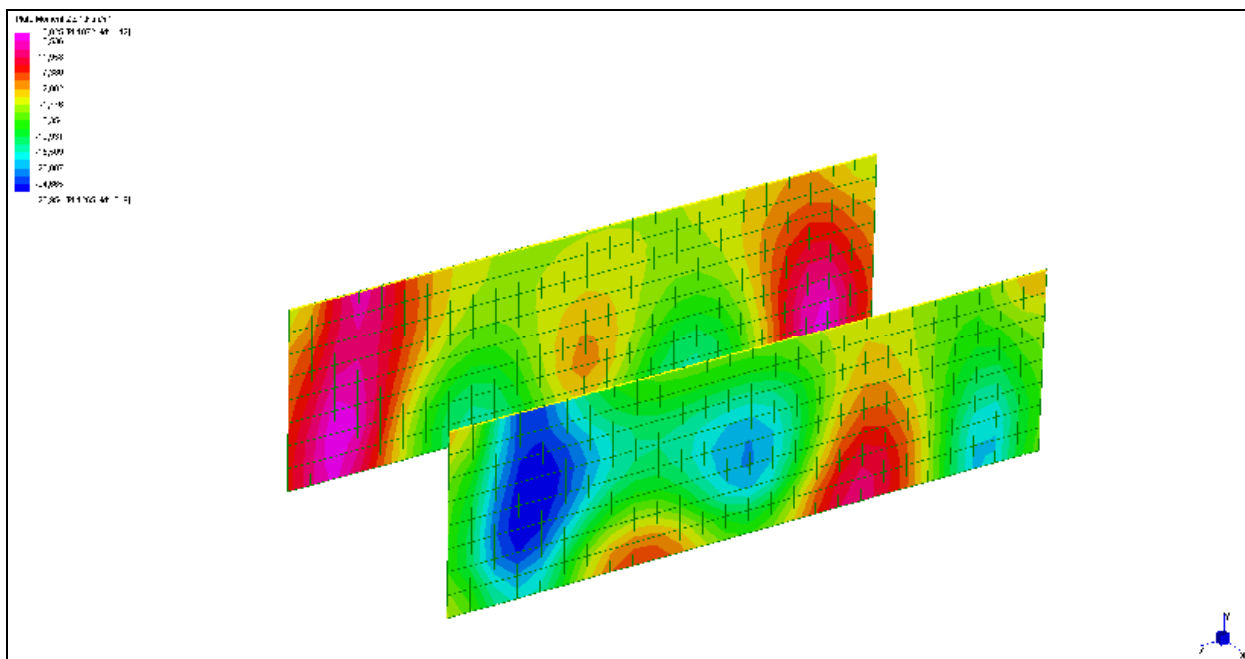
I muri laterali del solettone risultano soggetti alle azioni verticali trasmesse dal solettone ed alla spinta orizzontale di terreno e falda.

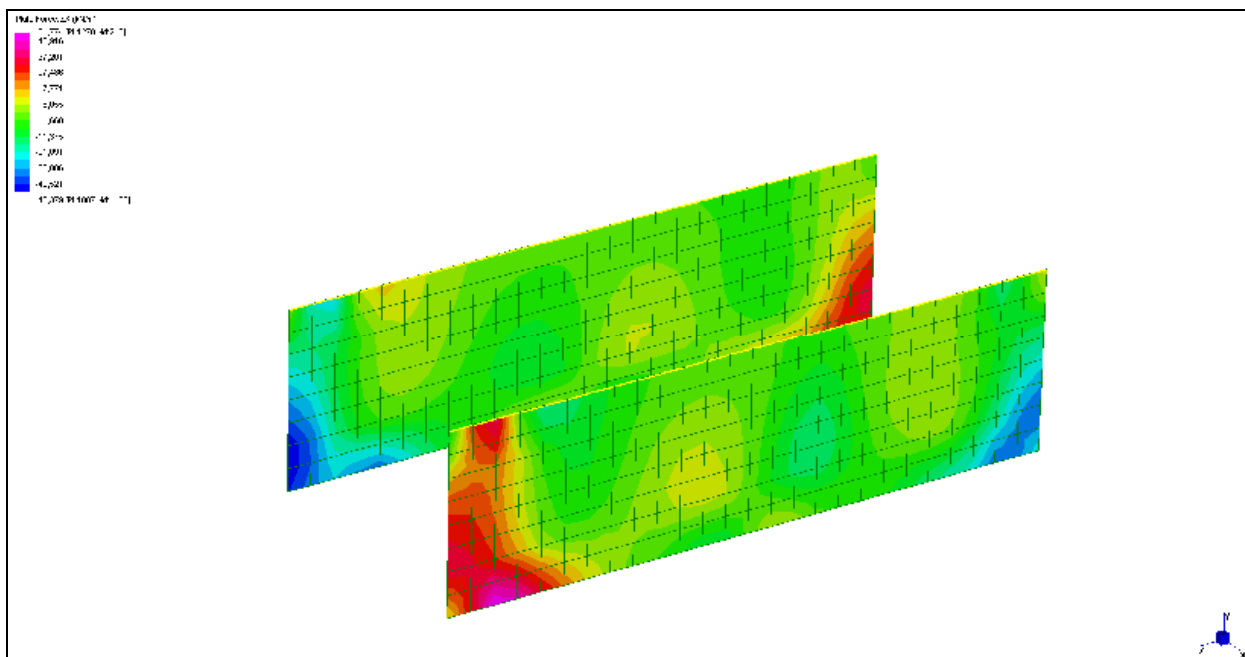
Le direzioni principali di sollecitazione risultano rispettivamente quella verticale (YY) ed orizzontale (ZZ); lungo le medesime direzioni vengono anche disposte le armature.

10.1.1 Analisi allo SLU

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente e del taglio rispettivamente per le direzioni principali Y e Z.







I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLU	direzione verticale		direzione orizzontale	
	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]
max/min	210	190	25	50

Sulla sezione della parete, inoltre, agisce una forza assiale verticale media di compressione pari a circa -250 kN/m.

10.1.2 Verifiche di resistenza a flessione allo SLU

DIREZIONE VERTICALE

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 100 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- lato esterno: 5 ϕ 24/m in primo strato
- lato interno: 5 ϕ 24/m in primo strato

Trascurando in favore di sicurezza lo sforzo assiale agente, il momento resistente totale ammonta a circa 795 kNm/m, con un fattore di sicurezza di 3.78.

DIREZIONE ORIZZONTALE

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 100 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- lato esterno: 5 ϕ 20/m in primo strato

- lato interno: $5\phi 20/m$ in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 555 kNm/m, con un fattore di sicurezza di >5 .

10.1.3 Verifica di resistenza a taglio allo SLU

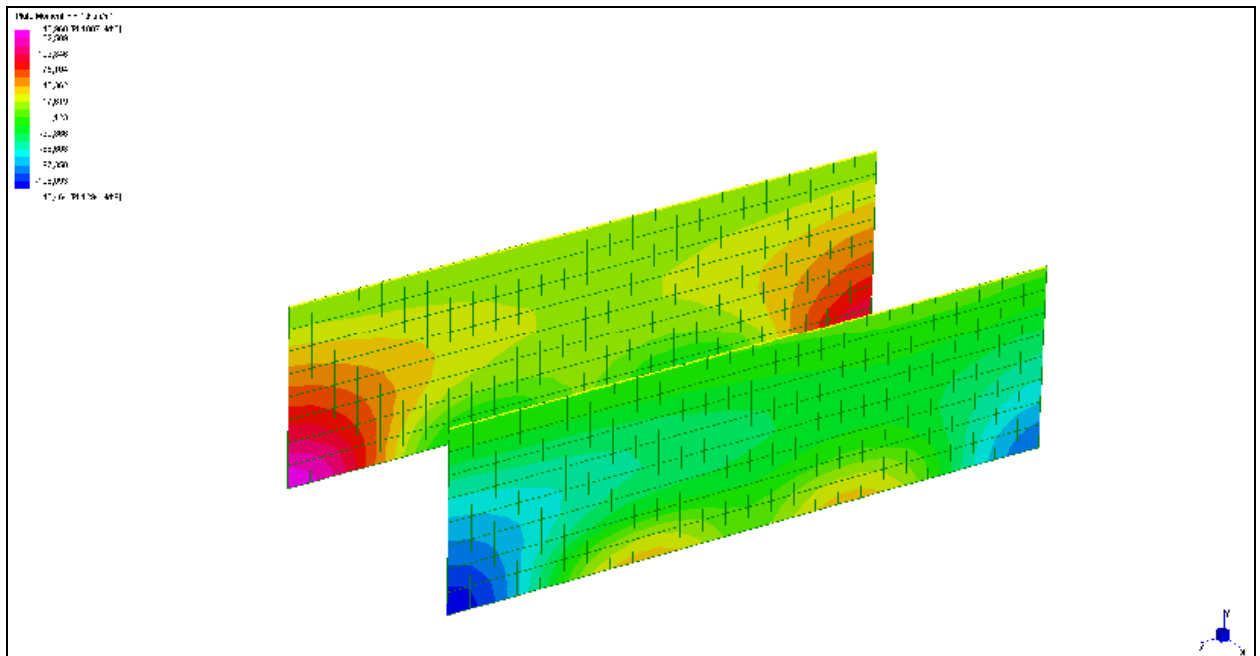
La verifica a taglio allo SLU fornisce i seguenti valori resistenti:

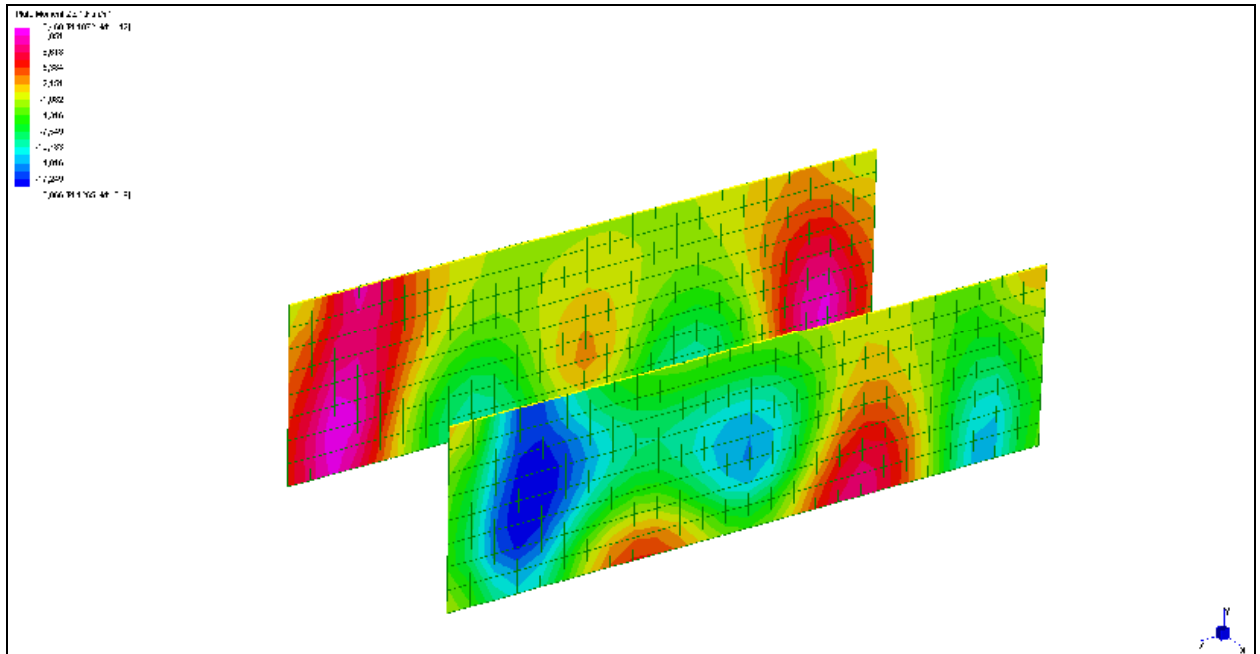
- solo sezione in c.a. $V_{rd} = 315 \text{ kN/m}$

Non occorre quindi disporre ulteriori armature.

10.1.4 Analisi allo SLE

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali Y e Z.





I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLE	direzione verticale	direzione orizzontale
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]
max/min	145	20

Sulla sezione della parete, inoltre, agisce una forza assiale media di compressione pari a circa -190 kN/m.

10.1.5 Verifiche di resistenza a flessione allo SLE

DIREZIONE VERTICALE

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 100 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- lato esterno: 5 ϕ 24/m in primo strato
- lato interno: 5 ϕ 24/m in primo strato

Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -1.30 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 72.61 \text{ MPa}$$

DIREZIONE ORIZZONTALE

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 100 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- lato esterno: 5 ϕ 20/m in primo strato

- lato interno: 5φ20/m in primo strato

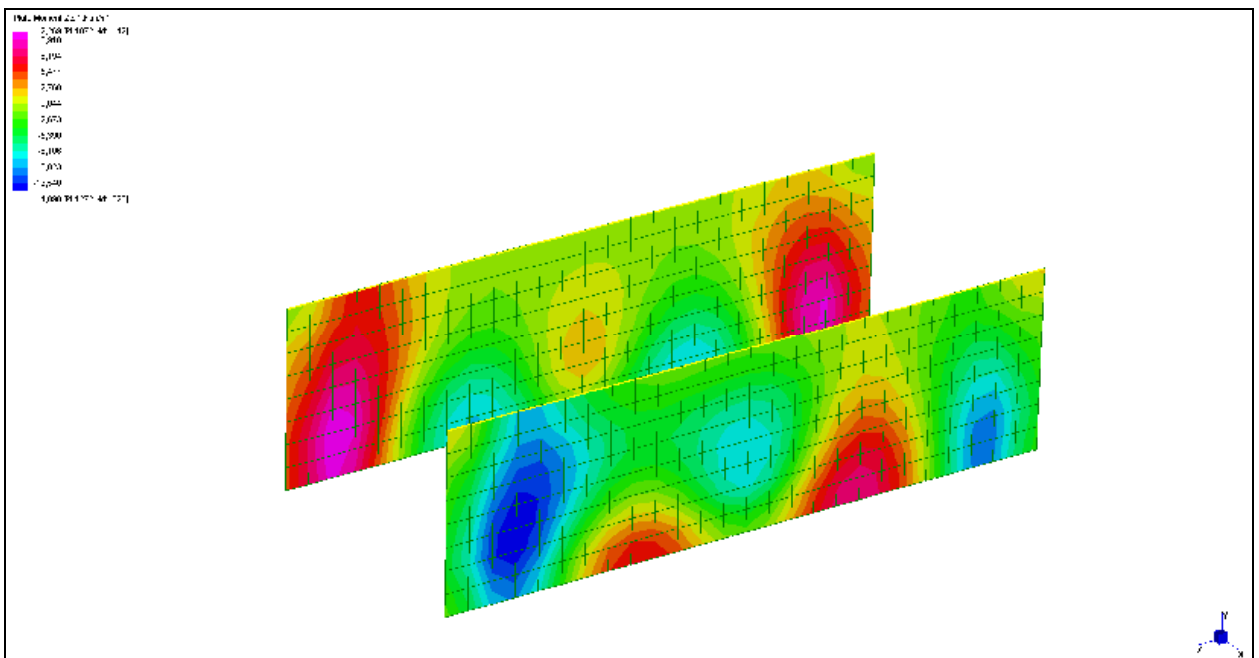
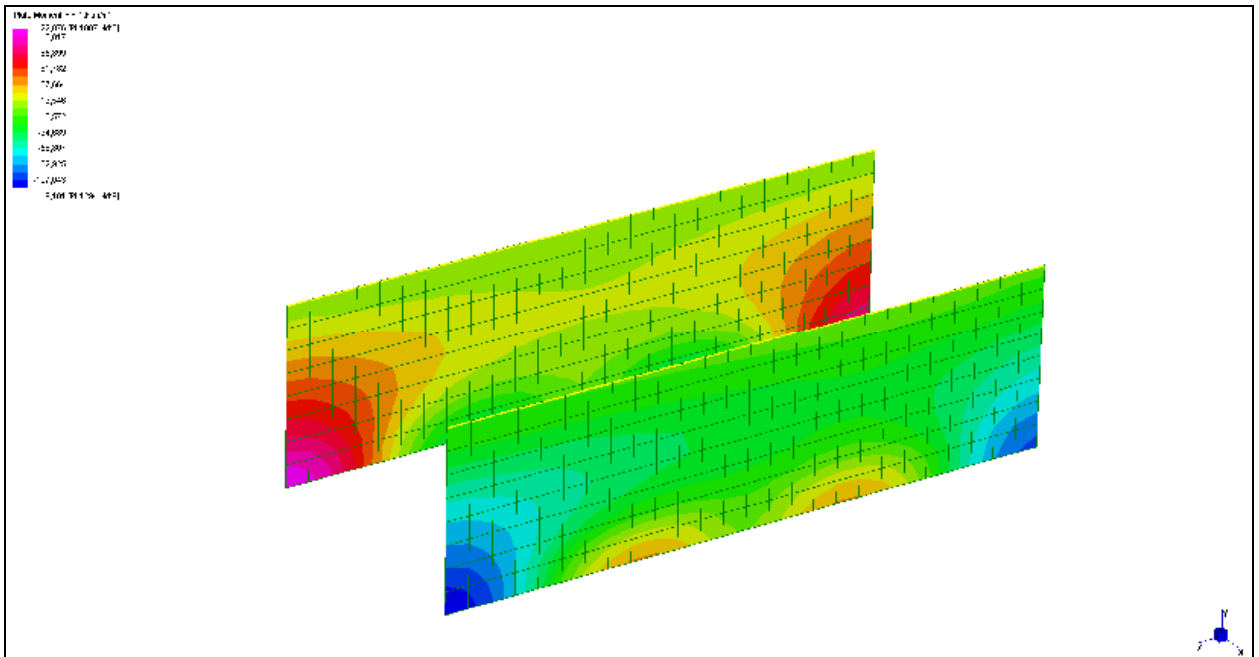
Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -0.22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 14.32 \text{ MPa}$$

10.1.6 Analisi allo SLfessurazione

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali Y e Z.



I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLFessure	direzione verticale	direzione orizzontale
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]
max/min	120	15

Sulla sezione della parete, inoltre, agisce una forza assiale media di compressione pari a circa -120 kN/m.

Non essendo specificato dal D.M. 2008, si riporta la verifica eseguita secondo D.M. 09-01-1996 e relativa circolare esplicativa. La larghezza caratteristica virtuale della fessura vale:

$$w_k = 1.7w_m = 1.7v \cdot s_{rm} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

ove la distanza media tra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico di armatura vale:

$$s_{rm} = 2(c + 0.1s) + k_2 k_3 \frac{\Phi}{\rho_r}$$

con: $\rho_r = A_s/A_{ef}$
 c = copriferro netto
 s = distanza efficace tra le barre
 $k_2 = 0.4$ per barre ad aderenza migliorata
 $k_3 = 0.125$ per flessione semplice o pressoflessione

ed il coefficiente che computa l'effetto di *tension stiffening* vale:

$$v = 1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \geq 0.4$$

con: σ_{sr} = tensione di fessurazione
 σ_s = tensione massima dell'acciaio
 $\beta_1 = 1$ per barre ad aderenza migliorata
 $\beta_2 = 0.5$ per le condizioni ripetute di sollecitazione

Inoltre, considerando la classe del calcestruzzo ($R'_{ck} = 35$ MPa), si ha $f_{ctm} = 2.90$ MPa.

Si riporta la verifica considerando un'apertura massima delle fessure pari a $w = w_1 \times c/c_{min}$, essendo $w_1 = 0.10$ mm e $1.00 < c/c_{min} < 1.50$.

Essendo $c_{min} = 2.0$ cm ed avendo un copriferro netto > 4.0 cm, si ricava $c/c_{min} = 1.50$.

DIREZIONE VERTICALE

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 120$ kNm/m

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 59.85 \text{ MPa}$
 Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 470 \text{ kNm/m}$
 Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

DIREZIONE ORIZZONTALE

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:
 Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 15 \text{ MPa}$
 Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 10.69 \text{ MPa}$
 Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 450 \text{ kNm/m}$
 Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

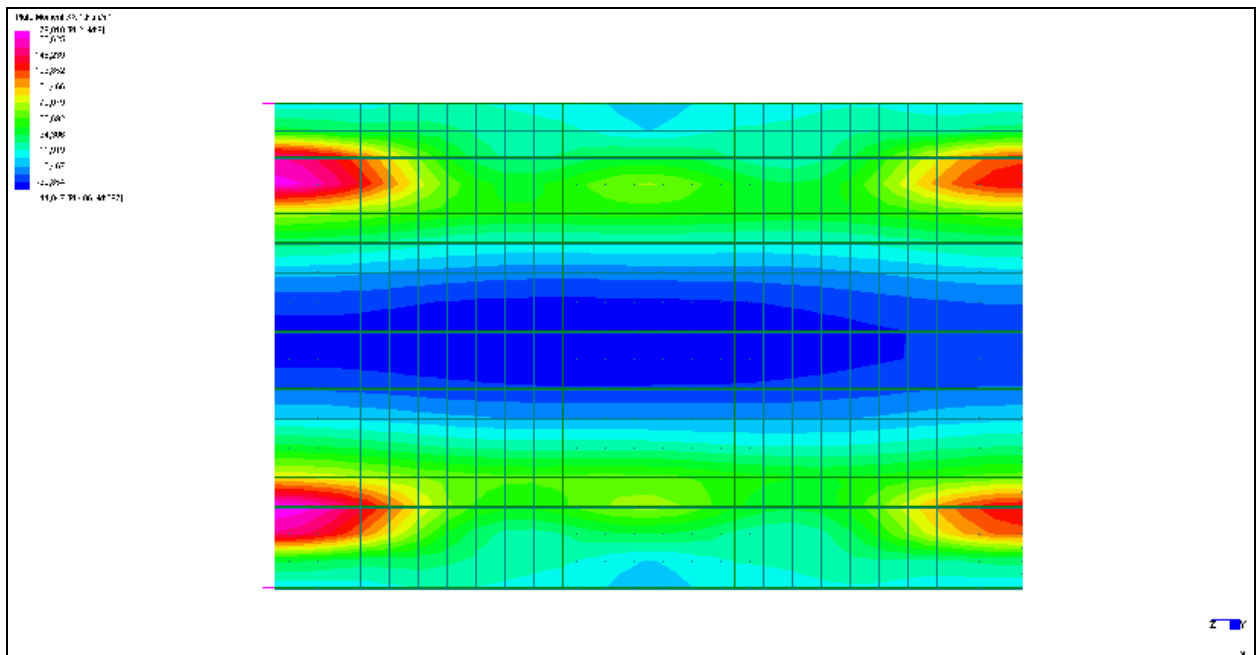
10.2 Platea

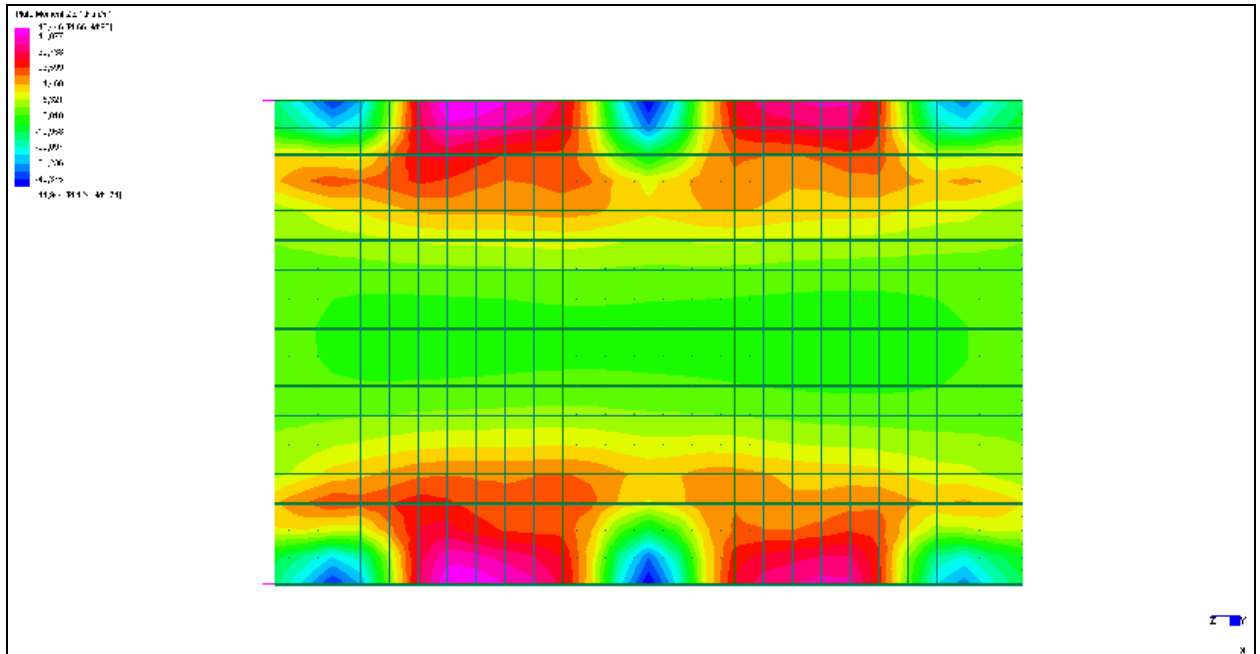
La platea del solettone risulta soggetta alle azioni verticali trasmesse dai muri laterali ed alla reazione verticale del terreno.

Le direzioni di sollecitazione risultano rispettivamente quella longitudinale Z e trasversale X; lungo le medesime direzioni vengono anche disposte le armature.

10.2.1 Analisi allo SLU

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente e del taglio rispettivamente per le direzioni principali X e Z.





I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLU	direzione X		direzione Z	
	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]
Mezzeria	-45	-	-45	-
Appoggio*	180		45	

* valore calcolato a filo parete

10.2.2 Verifiche di resistenza a flessione allo SLU

DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5φ20/m in primo strato
- inferiore: 5φ20/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 315 kNm/m, con un fattore di sicurezza di 1.75 .

DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 16/m in primo strato

Il momento resistente totale ammonta a circa 200 kNm/m, con un fattore di sicurezza di > 5.00.

10.2.3 Verifica di resistenza a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU fornisce i seguenti valori resistenti:

- solo sezione in c.a. $V_{rd} = 230$ kN/m

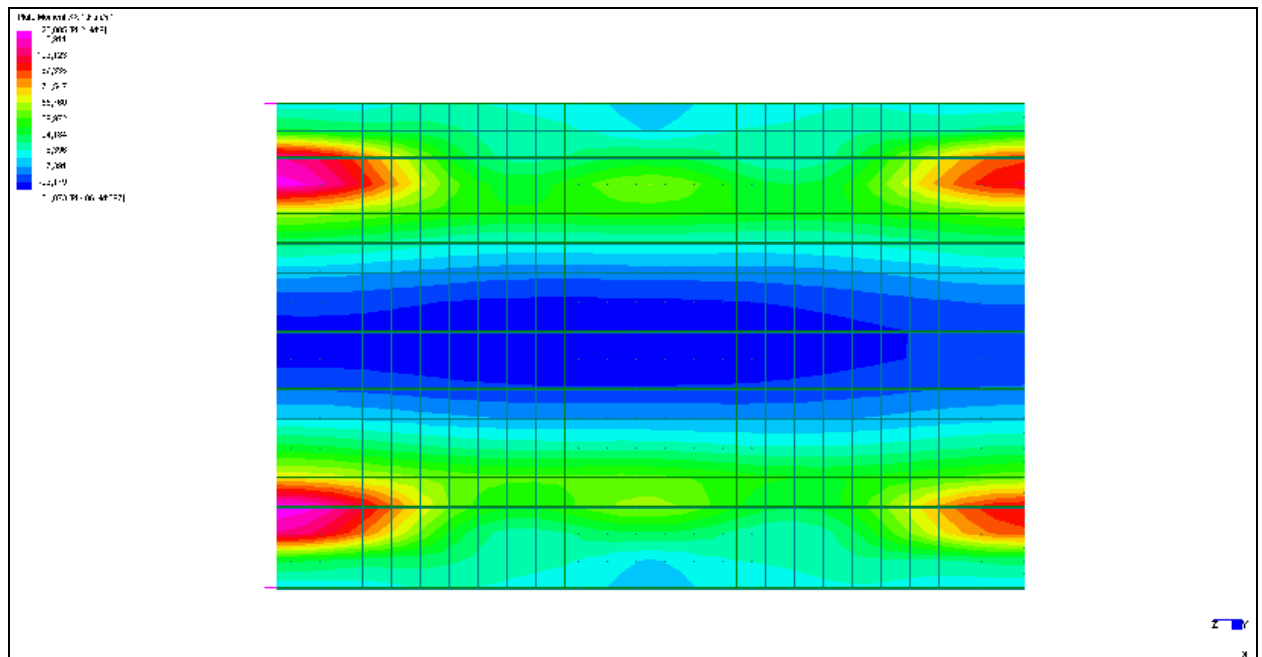
Occorre quindi disporre opportune armature a taglio costituite da coppie di ferri a "C" con diametri e passi dipendenti dalle sollecitazioni agenti

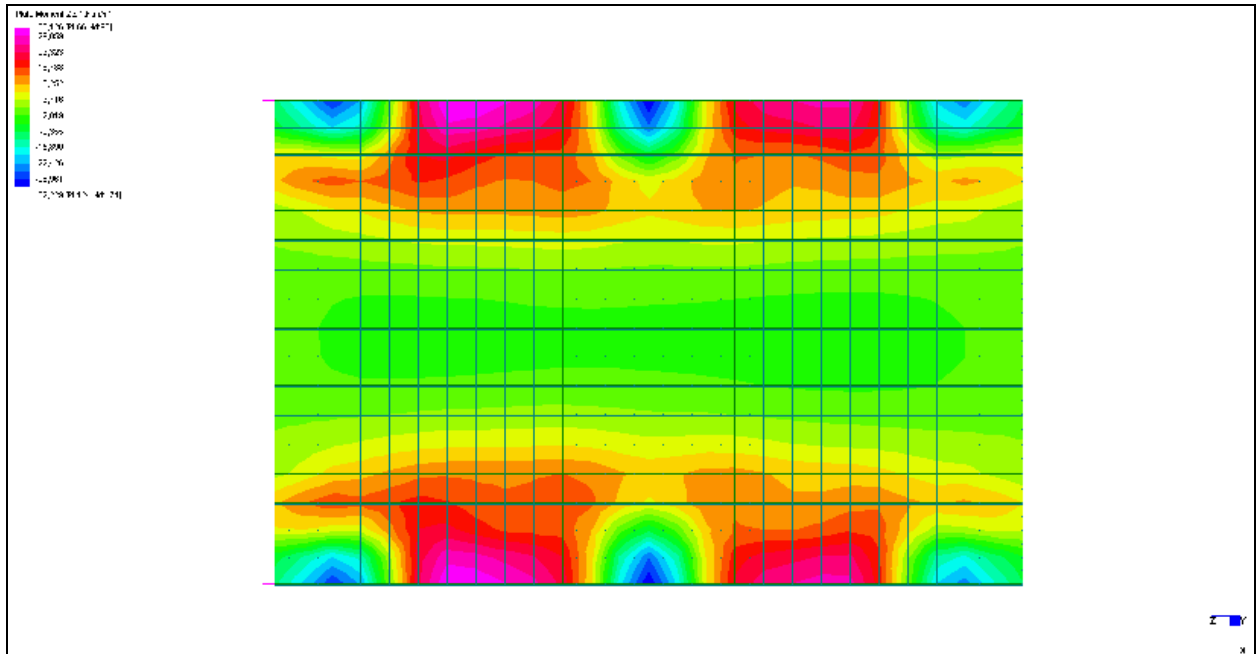
- staffe 2x9 ϕ 12/mq $V_{rd} = 395$ kN/m

La disposizione delle armature viene effettuata in base alle azioni sollecitanti effettivamente agenti.

10.2.4 Analisi allo SLE

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali X e Z.





I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLE	direzione X	direzione Z
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]
Mezzeria	-30	-30
Appoggio*	125	30

* valore calcolato a filo parete

10.2.5 Verifiche di resistenza a flessione allo SLE

DIREZIONE X

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 20/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 20/m in primo strato

Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -3.18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 158.40 \text{ MPa}$$

DIREZIONE Z

La sezione di calcolo è larga 100 cm e alta 60 cm. In tale zona si posiziona un'armatura pari a:

- superiore: 5 ϕ 16/m in primo strato
- inferiore: 5 ϕ 16/m in primo strato

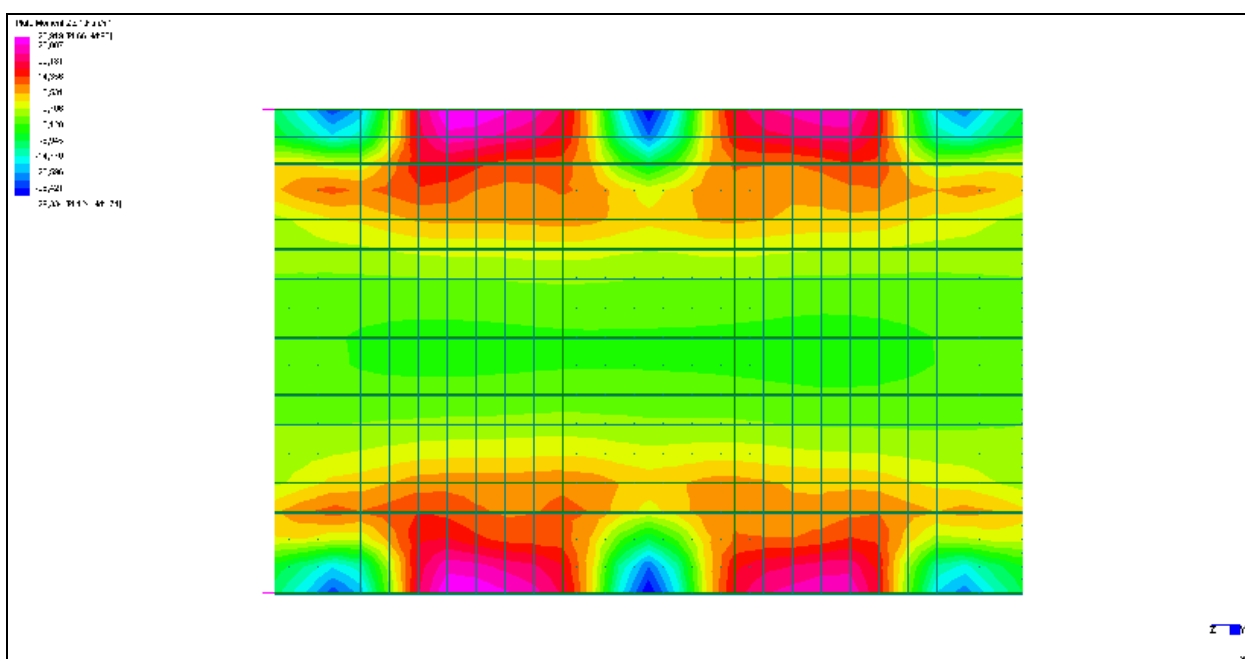
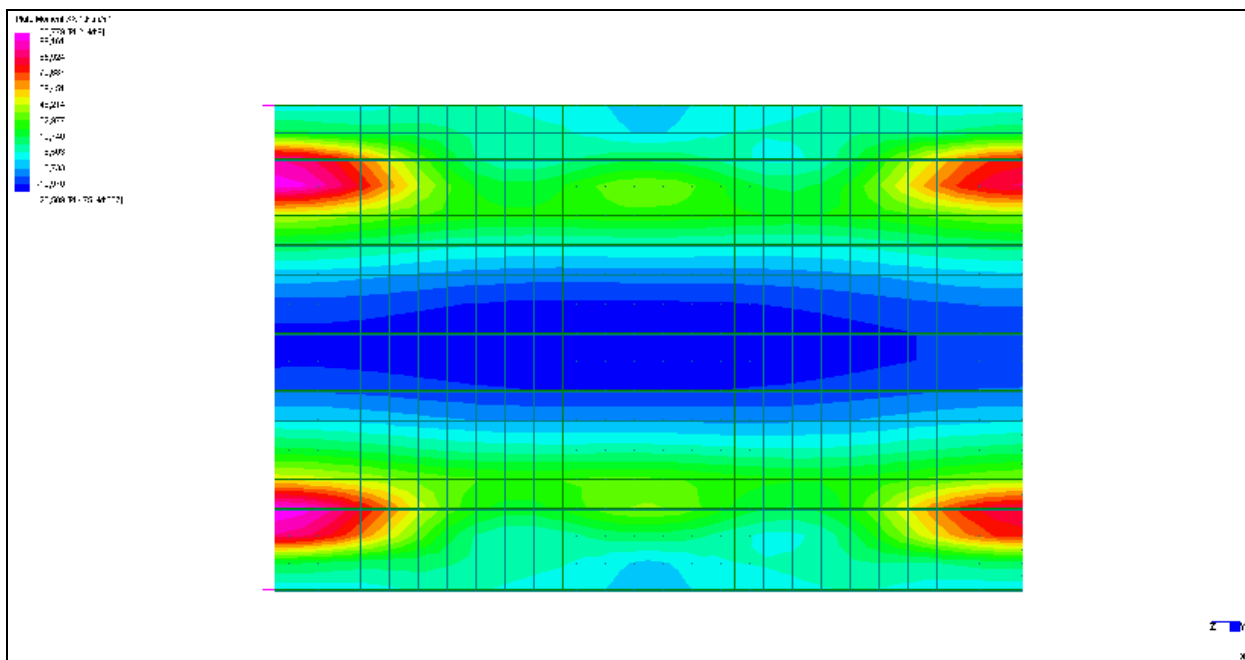
Le tensioni massime, relative alla combinazione riportata nella precedente tabella sono:

$$\sigma_{cls,max} = -0.95 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{acc,max} = 58.73 \text{ MPa}$$

10.2.6 Analisi allo SLfessurazione

Si riportano nel seguito i diagrammi del momento flettente rispettivamente per le direzioni principali X e Z.



I contour precedentemente riportati sono quelli forniti direttamente dal programma di analisi, essi sono riferiti ai nodi della mesh utilizzata ed i relativi valori

numerici di fondo scala sono tarati sui risultati rilevati in corrispondenza a picchi localizzati, poco significativi dal punto di vista delle verifiche globali delle sezioni.

Le sollecitazioni massime ottenute sono riassunte nella seguente tabella:

SLFessure	direzione X	direzione Z
	Momento [kNm/m]	Momento [kNm/m]
Mezzeria	-25	-30
Appoggio *	105	30

* valore calcolato a filo parete

Non essendo specificato dal D.M. 2008, si riporta la verifica eseguita secondo D.M. 09-01-1996 e relativa circolare esplicativa. La larghezza caratteristica virtuale della fessura vale:

$$w_k = 1.7w_m = 1.7\nu \cdot s_{rm} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

ove la distanza media tra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico di armatura vale:

$$s_{rm} = 2(c + 0.1s) + k_2k_3 \frac{\Phi}{\rho_r}$$

con: $\rho_r = A_s/A_{ef}$

c = copriferro netto

s = distanza efficace tra le barre

$k_2 = 0.4$ per barre ad aderenza migliorata

$k_3 = 0.125$ per flessione semplice o pressoflessione

ed il coefficiente che computa l'effetto di *tension stiffening* vale:

$$\nu = 1 - \beta_1\beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \geq 0.4$$

con: σ_{sr} = tensione di fessurazione

σ_s = tensione massima dell'acciaio

$\beta_1 = 1$ per barre ad aderenza migliorata

$\beta_2 = 0.5$ per le condizioni ripetute di sollecitazione

Inoltre, considerando la classe del calcestruzzo ($R'_{ck} = 35$ MPa), si ha $f_{ctm} = 2.90$ MPa.

Si riporta la verifica considerando un'apertura massima delle fessure pari a $w = w_1 \times c/c_{min}$, essendo $w_1 = 0.10$ mm e $1.00 < c/c_{min} < 1.50$.

Essendo $c_{min} = 2.0$ cm ed avendo un copriferro netto > 4.0 cm, si ricava $c/c_{min} = 1.50$.

DIREZIONE X

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 105$ kNm/m

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 132.07$ MPa

Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ fessurazione} = 170$ kNm/m

Essendo $M_{I^\circ fessurazione} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

DIREZIONE Z

I dati relativi alla verifica in esame sono i seguenti:

Momento nella condizione SLfessure: $M_{SLfessure} = 30 \text{ kNm/m}$

Tensione massima dell'acciaio $\sigma_s = 58.25 \text{ MPa}$

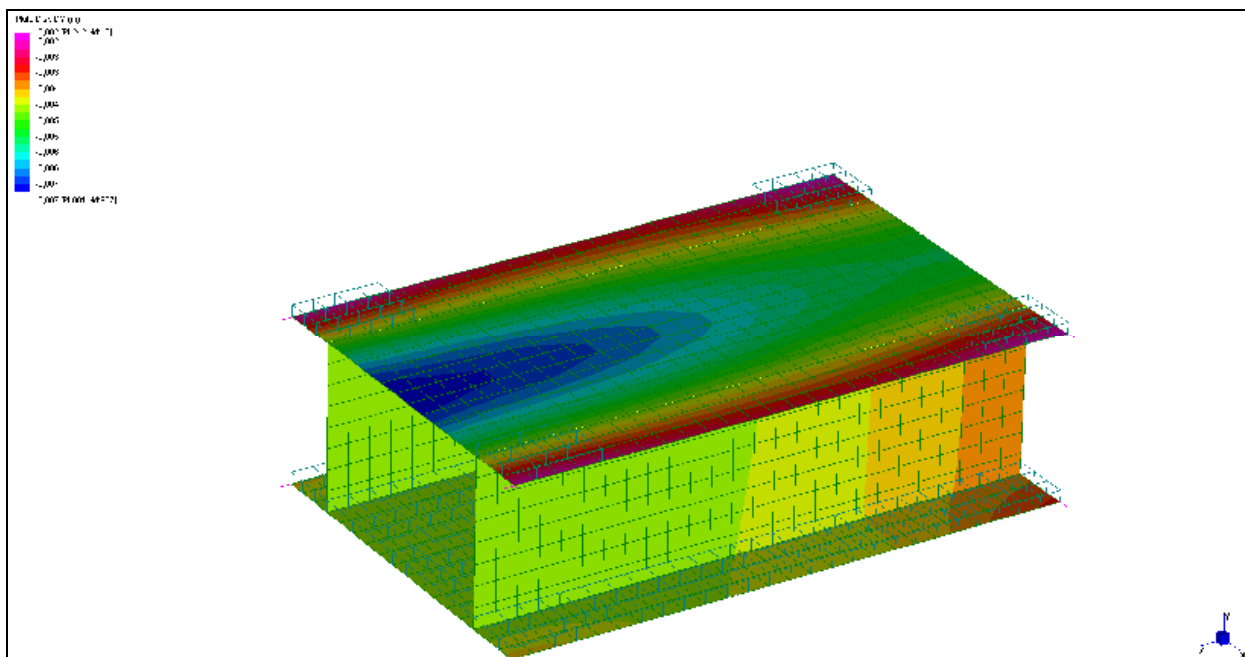
Momento di prima fessurazione: $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} = 160 \text{ kNm/m}$

Essendo $M_{I^\circ \text{ fessurazione}} > M_{SLfessure}$ la sezione non si fessura.

11 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ

11.1.1 Deformazioni complessive

La deformazione complessiva del monolite per la combinazione di carico allo SLE più gravosa assume la forma riportata nella seguente immagine.



Il valore massimo dell'abbassamento teorico calcolato in mezzeria per la condizione di carico più gravosa applicata al singolo binario, con parametri di rigidezza del calcestruzzo per azioni istantanee, risulta invece pari a circa 2 mm, valore inferiore a $L/2000$; tale risultato risulta pienamente accettabile per la struttura in esame.

INDICE

1	Metodo di calcolo	3
1.1	Codici di calcolo.....	3
1.1.1	Eng.....	3
1.1.2	Straus 7.....	4
1.1.3	Paratie.....	4
2	Normativa di riferimento	5
2.1	Norme generali	5
2.2	Norme sismiche.....	5
2.3	Norme geotecnica	6
2.4	Norme durabilità	6
2.5	Norme FF.SS.....	6
2.6	Norme CNR-UNI.....	6
2.7	Eurocodici.....	7
3	Caratteristiche dei materiali impiegati	8
3.1	Calcestruzzo per magrone (non strutturale)	8
3.2	Calcestruzzo per strutture da realizzare in opera	8
3.3	Acciaio B450 in barre ad aderenza migliorata per cemento armato saldabile	8
3.4	Acciaio B450 in reti e tralicci elettrosaldati ad aderenza migliorata per cemento armato controllato in stabilimento saldabile	8
3.5	Acciaio tipo S355 per carpenteria.....	8
3.6	Bulloni ad alta resistenza - classe 8.8	9
3.7	Saldature di testa o a T a completa penetrazione	9
3.8	Saldature a cordone d'angolo.....	9
4	Descrizione generale dell'opera	10
4.1	Caratteristiche tecniche dell'opera.....	10
5	Caratteristiche idrogeologiche del sito	11
6	Analisi generale dei carichi	12
6.1	Pesi propri strutturali.....	12
6.2	Azioni permanenti.....	12
6.3	Azioni meteoriche.....	12
6.3.1	Azioni dovute alla neve	12
6.3.2	Azioni dovute al vento.....	12
6.4	Spinte delle terre e delle acque	12
6.5	Azioni accidentali ferroviarie.....	12
6.5.1	Azioni orizzontali	13
6.5.2	Incremento dinamico dei carichi ferroviari.....	14
7	Sottopasso ferroviario	15
7.1.1	Modello 3D.....	15
7.2	Carichi applicati alla strutture	15
7.2.1	Carichi permanenti e strutturali	15
7.2.2	Spinte delle terre e delle acque.....	16
7.2.3	Azioni variabili - Carichi verticali.....	17
7.2.4	Azioni variabili - Effetti dinamici.....	18
7.2.5	Azioni variabili - Forze orizzontali.....	18
7.2.6	Altre azioni	20

7.2.7	Azioni eccezionali	20
7.2.8	Sisma	20
7.2.9	Nota relativa all'azione sismica	22
7.2.10	Altre azioni indirette.....	22
7.3	Contemporaneità delle azioni, gruppi di carico e combinazioni dei carichi	23
7.3.1	Numero di binari.....	23
7.3.2	Numero dei treni contemporanei.....	23
7.3.3	Simultaneità delle azioni	23
7.3.4	Combinazioni di carico allo SLU	23
7.3.5	Combinazioni di carico allo SLE- SLFessure	24
8	Analisi e verifica del solettone superiore	26
8.1	Analisi delle sollecitazioni	26
8.1.1	Analisi allo SLU	26
8.1.2	Verifiche di resistenza a flessione allo SLU	28
8.1.3	Verifica di resistenza a taglio allo SLU.....	29
8.1.4	Analisi allo SLE	29
8.1.5	Verifiche di resistenza a flessione allo SLE.....	31
8.1.6	Analisi allo SLfessurazione	31
9	Verifica del solettone durante le fasi provvisorie	35
9.1	Analisi della fase provvisoria	35
9.1.1	Nota relativa al passaggio dei convogli ferroviari reali	38
10	Verifica della sottostruttura gettata in opera sotto al solettone.....	41
10.1	Muri laterali.....	41
10.1.1	Analisi allo SLU.....	41
10.1.2	Verifiche di resistenza a flessione allo SLU	43
10.1.3	Verifica di resistenza a taglio allo SLU.....	44
10.1.4	Analisi allo SLE	44
10.1.5	Verifiche di resistenza a flessione allo SLE.....	45
10.1.6	Analisi allo SLfessurazione	46
10.2	Platea	48
10.2.1	Analisi allo SLU.....	48
10.2.2	Verifiche di resistenza a flessione allo SLU	49
10.2.3	Verifica di resistenza a taglio allo SLU.....	50
10.2.4	Analisi allo SLE	50
10.2.5	Verifiche di resistenza a flessione allo SLE.....	51
10.2.6	Analisi allo SLfessurazione	52
11	Verifica di deformabilità.....	55
11.1.1	Deformazioni compressive	55



**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	27 di 28

ALLEGATO 5

RETE FERROVIARIA ITALIANA

DIREZIONE INVESTIMENTI

SOPPRESSIONE PL AL KM 15+850 DELLA LINEA FOLIGNO TERONTOLA

SOTTOPASSO CARRABILE AL KM 15+945 (VIA PATRONO D'ITALIA)

CERTIFICATO DI COLLAUDO STATICO

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DATI GENERALI.....	3
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
3.1 GEOMETRIA.....	4
3.2 MATERIALI.....	5
4. VERIFICA DEL PROGETTO.....	6
4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
4.2 VERIFICA DELL'IMPOSTAZIONE PROGETTUALE.....	7
5. CONTROLLO DEI REQUISITI DEI MATERIALI E DELLA LORO RISPONDENZA CON I DATI DI PROGETTO.....	8
5.1 CONTROLLO SUL CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA.....	8
5.2 ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO UTILIZZATO PER IL C.A.....	9
5.3 MURI TENSITER.....	9
6 CONTROLLO DIMENSIONALE DELLE STRUTTURE.....	9
7 ESAME DELLA RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA.....	10
8 PROVE DI CARICO.....	11
9 CERTIFICATO DI COLLAUDO.....	11

CERTIFICATO DI COLLAUDO STATICO

(L.05/11/1971 n. 1086)

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il certificato di collaudo statico, ai sensi della Legge 05.11.1971, n. 1086, dell'opera in oggetto ed è stato redatto sulla base delle "LINEE GUIDA PER IL COLLAUDO STATICO DELLE OPERE D'ARTE DI UNA NUOVA LINEA FERROVIARIA".

2. DATI GENERALI

APPALTO: Realizzazione di un sottovia carrabile al km 15+945 ed un sottopasso pedonale al km 15+850 per la soppressione del Passaggio a Livello al km 15+850 (via Patrono d'Italia) della linea Foligno – Terontola, in Comune di Assisi (PG) e di una strada di collegamento in località "Fosso Ghianda", due sottovia carrabili ai km 179+660 (Fabbrica Valtoplast) e 181+332 (Vie Poggio e Giove), e una strada di collegamento in località "Col Severino" per la soppressione dei passaggi a livello ai km 178+160, 179+796, 180+734 e 183+301 della linea Orte – Falconara, in Comune di Valtopina (PG);

ATTO: Convenzione n. 111/2008;

OPERA: Costruzione di un sottopasso carrabile al km 15+945 (Via Patrono d'Italia) per la soppressione del passaggio a livello al km 15+945 della linea Foligno – Terontola in comune di Assisi (PG);

COMMITTENTE: Rete Ferroviaria Italiana – RFI S.p.A. – Direzione Investimenti – Programma soppressione PL;

IMPRESA ESECUTRICE: Paggi Adelmo S.r.l. mandataria dell'ATI con EUROSOL PALIMODENA S.r.l. con sede in di Trevi (PG) Via Ellera 6, località Torre Matigge;

PROGETTISTA STRUTTURE IN C.A.: (solettone spinto) dott. ing. Alessandro CONTIN della ICONIA INGEGNERIA CIVILE s.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Padova al n. 3325, (soletta di fondo) dott. ing. Andrea

GIANNANTONI della SERVIZI DI INGEGNERIA s.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia al n. A1221, (diaframmi) dott. ing. Dino BUCCI della EURO PAMO s.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino al n. 4074, e (progetto originale) dott. ing. Antonio DI EUGENIO della STADE S.r.l., iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Teramo al n. 523;

DIRETTORE DEI LAVORI: dott. ing. Serena Biagetti, R.F.I. Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Piazza della Croce Rossa, 1 Roma;

COLLAUDATORE: dott. ing. Francesco Saverio PAPAGNO, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n. 9271 dal 1975.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

3.1 GEOMETRIA

Il collaudo in argomento riguarda le opere in c.a. relative alla realizzazione del sottovia al km 15+945, sostitutivo del PL al km 18+850 della linea Foligno – Terontola, in Comune di Assisi (PG).

Il sottovia è stato realizzato mediante una serie di diaframmi in c.a. nel terreno su cui sono stati realizzati i cordoli per la spinta di un solettone, gettato in opera al di fuori della sede ferroviaria esistente, e successivamente varato con il sistema della infissione a spinta oleodinamica al di sotto della stessa sede ferroviaria, per l'impossibilità di interrompere l'esercizio sui binari.

Terminata la spinta dopo aver posizionato il solettone in sede definitiva, è stato asportato il terreno sottostante, previa realizzazione prima della fase di spinta di due paratie berlinesi di micropali provvisori (una per lato); successivamente, sono state realizzate una platea di fondo e le pareti di sostegno del solettone che con i diaframmi al di sotto della sede costituiscono le strutture definitive di sostegno del terreno in fase finale di esercizio.

L'opera si completa con le due rampe di accesso, est (lato Assisi) ed ovest (lato Basilica), ed i relativi muri di sostegno delle terre, ove previsti, realizzati in parte con diaframmi ed in parte con strutture di sostegno prefabbricate tipo Tensiter.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geometriche delle strutture dell'opera in oggetto:

- n. 14 diaframmi per spinta monolite 2,50 x 0,80 x profondità di 16,00 (n. 6) e 18,00 (n. 8) m;
- soletta superiore (varata) 11,81 x 11,61 x 1,10 m;
- pareti laterali 7,80 x 5,10 x 1,10 m;
- soletta di base 12,80 x 10,80 x 1,00 m;
- n. 12 diaframmi rampa est – dx e sx 2,50 x 0,80 x 16,00 m;
- n. 43 diaframmi rampa ovest – dx e sx 2,50 x 0,80 x profondità di 12,00 (n. 8) e 16,00 (n. 35) m;
- muri di sostegno prefabbricati serie NM altezza da 1,50 a 3,00 m;
- muri di sostegno prefabbricati serie TL altezza da 5,50 a 6,50 m;
- muri di sostegno prefabbricati serie NL altezza da 1,50 a 5,50 m;
- soletta di collegamento tra diaframma-diaframma spessore 40 cm;
- soletta di collegamento tra diaframma e muri prefabbricati spessore variabile da 50 a 60 cm per i conci 5, 6, 7, 8 e 9.

3.2 MATERIALI

I materiali previsti in progetto per il sottovia ed i muri di sostegno delle rampe sono i seguenti:

- Calcestruzzi
 - $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ muri prefabbricati
 - $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ strutture in fondazione, elevazione e soletta monolite
 - $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ solette di fondo di collegamento tra diaframmi e muri prefabbricati
 - $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ diaframmi e platee muri prefabbricati
 - $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ magroni
- Acciai per c.a.
 - FeB44K C.S. per armature ordinarie

4. VERIFICA DEL PROGETTO

È stata controllata l'impostazione generale del progetto strutturale per accertarne la rispondenza alle disposizioni di legge nonché di ulteriori criteri progettuali forniti dal Committente, sulla base degli elaborati progettuali di riferimento, generali e grafici, elencati dal Direttore dei Lavori nella Relazione a Struttura Ultimata.

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si richiamano di seguito le principali norme cui si è fatto riferimento nel corso della progettazione e dell'esecuzione dell'opera:

- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996, Suppl. Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche"
- Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. Min. 24/06/1993 n. 37406: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- D.M. LL.PP. 14 Febbraio 1992, Suppl.Ord. n.55 alla G.U. 18-3-1992 n.65 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- L. 05/11/1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Circ. LL.PP. del 10 Aprile 1997, n. 65/AA.GG., Suppl.Ord. n. 89 alla G.U. 28-4-1997 n.97 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996, Suppl.Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29
- Legge del 2 Febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Circ. LL.PP. del 2 Novembre 1981, n.895. Legge 2-2-1974, n.64, art.30 "Interpretazione della normativa transitoria in materia di edilizia antisismica".

- Circ. LL.PP. del 4 Luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC. Suppl.Ord. n.151 alla G.U. 16-9-1996 n.217 "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.

- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996, Suppl.Ord. n.19 alla G.U. 5-2-1996 n.29 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

- Circ. LL.PP. 24 Settembre 1988 n.30483. Legge 2-2-1974, n.64, art.1 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

- D.M. LL.PP. del 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

- Asa Servizi di Ingegneria (Ferrovie dello Stato), Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/1995, Testo completo delle relative integrazioni: 13/01/1997: "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo";

- Ferrovie dello Stato - Istruzione F.S. 44/b (Testo aggiornato secondo il D.M. 16/01/1999): "Istruzioni tecniche per i manufatti sotto binario da costruire in zona sismica";

- Ente Ferrovie dello Stato - Divisione tecnologie e sviluppo del sistema servizio Alta Velocità: "Manuale di progettazione esecutiva";

4.2 VERIFICA DELL'IMPOSTAZIONE PROGETTUALE

È stato eseguito un riesame delle relazioni di calcolo al fine di verificare la correttezza dei seguenti aspetti.

- impostazione generale della progettazione strutturale
- schemi di carico

- azioni e relative combinazioni

Dall'esame suddetto non sono emerse particolari osservazioni.

5. CONTROLLO DEI REQUISITI DEI MATERIALI E DELLA LORO RISPONDENZA CON I DATI DI PROGETTO

Nel corso della realizzazione della struttura, il Direttore dei Lavori ha provveduto a far effettuare i necessari prelievi e prove dei materiali per accertarne la qualità e le caratteristiche.

Le prove sui campioni prelevati sono state eseguite presso laboratorio autorizzato secondo le modalità previste dalle specifiche normative.

Il Collaudatore ha eseguito il controllo delle certificazioni verificando sia la rispondenza del numero di prove alla quantità dei materiali messi in opera sia i risultati esposti nei singoli certificati.

In particolare, dalla certificazione prodotta dalla DL, consegnata al sottoscritto Collaudatore, si è potuto constatare quanto segue:

5.1 CONTROLLO SUL CALCESTRUZZO IN OPERA

Per le strutture in c.a. gettato in opera la resistenza caratteristica del calcestruzzo è stata determinata con il controllo di accettazione tipo A, come evidenziato nella relazione a strutture ultimate del DL.

Tutti i provini prelevati sono stati sottoposti a prova di schiacciamento per compressione presso il laboratorio autorizzato SGM ingegneria sperimentale con sede legale a S. Mariano di Corciano (PG) Via Yuriy Gagarin n. 69/71.

In conclusione, per quanto riguarda il calcestruzzo utilizzato per realizzare le opere in c.a., si può affermare che:

- è stato fatto un numero sufficiente di prelievi conformemente a quanto prescritto dal D.M. 9 gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni;
- le elaborazioni dei risultati delle prove, effettuate con i criteri fissati nel suddetto D.M., hanno fornito esito positivo in quanto i valori ottenuti sono conformi a quelli previsti in progetto.

5.2 ACCERTAMENTO DELLA PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO UTILIZZATO PER IL C.A.

L'acciaio utilizzato per le strutture in c.a. è stato prodotto dalle seguenti acciaierie, che risultano accompagnati dai certificati di prova effettuati in stabilimento:

- Acciaierie Venete S.p.A.
- Ferriere Nord
- Feralpi Siderurgica

La Direzione Lavori ha comunque fatto sottoporre a prove di laboratorio campioni provenienti dalle varie partite di acciaio impiegato nella costruzione per accertarne le caratteristiche meccaniche, come previsto dalla normativa.

Le prove sono state effettuate presso il laboratorio autorizzato SGM ingegneria sperimentale con sede legale a S. Mariano di Corciano (PG) Via Yuriy Gagarin n. 69/71.

In conclusione si può affermare che i risultati delle prove meccaniche, effettuate sui campioni prelevati, hanno confermato l'idoneità dei materiali impiegati e la loro conformità alle previsioni progettuali.

5.3 MURI TENSITER

Per quanto riguarda i muri prefabbricati tipo Tensiter, trattandosi di prodotti di stabilimento eseguiti in serie controllata, ai sensi della legge 1086/1971 e del DM 9/01/96, il sottoscritto ha preso visione e verificati i certificati di origine dei muri stessi resi disponibili dall'Impresa.

6. CONTROLLO DIMENSIONALE DELLE STRUTTURE

Le operazioni di controllo delle strutture in conglomerato cementizio armato sono avvenute nel corso della visita del giorno 16 febbraio 2010 con l'intervento, oltre che del sottoscritto collaudatore, di:

- ❖ ing. Serena Biagetti – Direttore dei Lavori
- ❖ geom. Fabrizio Crisanti – Assistente alla DL
- ❖ ing. Luca Tonti – Rappresentante dell'Impresa.

È stato eseguito un esame generale dell'opera procedendo a delle verifiche di carattere dimensionale e riscontrando la sostanziale rispondenza tra i valori progettuali e quelli rilevati.

Inoltre, il sottoscritto collaudatore ha ritenuto opportuno eseguire alcune prove sclerometriche con sclerometro marca Tecnix modello N matricola 0410645 certificato di taratura del 9.10.2009, come di seguito riportate:

- monolite parete lato Foligno, $H \approx 1,40$ m, in orizzontale : $42 - 42 - 38 - 46 - 44 - 42 - 46 - 39 - 40 - 48 = 427 : 10 = 42,70 \rightarrow 43 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$ di progetto = 35 N/mm^2 ;
- muro di sostegno in sx rampa lato Falconara, $H \approx 1,40$ m, in orizzontale : $40 - 46 - 45 - 42 - 40 - 44 - 40 - 36 - 42 - 41 = 416 : 10 = 41,60 \rightarrow 42 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$ di progetto = 35 N/mm^2 ;

pertanto, l'esito delle prove è risultato positivo e quindi in linea con le previsioni progettuali e con le prove di schiacciamento a compressione dei cubetti.

7. ESAME DELLA RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA

Il Direttore dei Lavori ing. Serena Biagetti ha redatto la relazione a struttura ultimata che è stata consegnata al Collaudatore.

Da tale relazione risulta che il Direttore dei Lavori:

- elenca tutti gli elaborati progettuali di riferimento;
- dichiara che l'opera è stata eseguita in conformità al progetto costruttivo approvato, nell'osservanza delle prescrizioni esecutive del progetto medesimo, nonché impiegando i materiali della qualità prevista,
- espone i certificati delle prove sui materiali emessi da Laboratorio Ufficiale e Autorizzato;
- espone i certificati di controllo in stabilimento per gli acciai impiegati per le opere in c.a.;
- dichiara che sono state effettuate con esito positivo le prove cross-hole su n. 2 diaframmi, scelti tra quelli preventivamente predisposti.

8. PROVA DI CARICO

La prova di carico sul monolite è stata effettuata il giorno 16.02.2010, alla presenza dell'ing. Serena Biagetti di RFI, Direttore dei Lavori, e del geom. Fabrizio Frisanti, assistente alla DL, nonché del sottoscritto Collaudatore e dell'ing. Luca Tonti, in rappresentanza dell'Impresa Paggi Adelmo S.r.l.

Le operazioni di rilevamento indiretto della freccia sono state effettuate dal Laboratorio R.E.S. s.r.l. con sede operativa in Foligno Via A. Vici 28 utilizzando n. 3 oscilloscopi disposti all'intradosso della soletta superiore del monolite.

La prova è stata eseguita con carichi ferroviari mobili costituiti da adeguati convogli ferroviari in esercizio.

Le loro caratteristiche nonché l'ubicazione dei punti di lettura sulla soletta superiore della struttura, le modalità di esecuzione ed i risultati della prova di carico sono riportati nel relativo verbale, allegato alla presente relazione.

Dal predetto verbale, sufficiente e valido a dare indicazioni sulla capacità resistente dell'opera, risulta che:

- durante la prova il monolite ha mostrato un comportamento perfettamente elastico;
- nel corso della prova non si sono prodotti dissesti o lesioni e si sono acquisiti elementi di giudizio atti a ritenere le strutture rispondenti ai fini statici;
- la freccia massima misurata in corrispondenza della mezzeria è stata di 0,5 mm circa (mediato dal sottoscritto tra quelli rilevati al passaggio dei tre treni), valore che, pur se non direttamente paragonabile con quello della freccia teorica (0,9 mm) ottenuta con carico statico e amplificata con un coefficiente dinamico, risulta assai basso e, quindi, sicuramente accettabile.

Dopo lo scarico si è riscontrata una freccia residua nulla.

9. CERTIFICATO DI COLLAUDO

Premesso e sottoscritto tutto quanto riportato ai precedenti punti e considerato che:

- la progettazione è basata sulla normativa vigente;

- l'opera è stata eseguita in conformità al progetto;
- le massime sollecitazioni previste nel calcolo sono compatibili con le sollecitazioni ammissibili dei materiali impiegati, come anche la qualità dei materiali prescritti in progetto corrisponde a quella dei materiali posti in opera;
- la prova di carico effettuata ha determinato rapporti tra carichi e deformazioni di molto superiori alle previsioni progettuali, fornendo pertanto una verifica del buon comportamento sotto carico della struttura;
- i riscontri effettuati hanno confermato che le dimensioni delle strutture corrispondono a quelle previste nel progetto;
- l'opera è stata eseguita a regola d'arte ed è priva di evidenti manchevolezze o difetti costruttivi;
- i materiali utilizzati sono conformi a quelli previsti in progetto ed alle prescrizioni di legge;

il sottoscritto Collaudatore

CERTIFICA

che i lavori di costruzione dell'opera in argomento sono collaudabili ed, in effetti, con il presente atto

COLLAUDA

ai sensi della legge n. 1086 del 5.11.1971 e successive integrazioni e modifiche le opere strutturali del **sottovia carrabile al km 15+945 (Via Patrono d'Italia) per la soppressione del passaggio a livello al km 15+850 della linea Foligno - Terontola, in comune di Assisi**, per l'uso in base al quale sono state progettate e realizzate.

A norma delle leggi vigenti, il sottoscritto dichiara di essere iscritto con il n. 9271 all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma, con anzianità di 35 anni, e di non essere intervenuto nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera collaudata.

Roma, 9 marzo 2010

IL COLLAUDATORE

(dott. ing. Francesco S. Papagno)



**PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA
INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG
DELLA STAZIONE DI ASSISI**

**OPERE MINORI – RELAZIONE TECNICO
DESCRITTIVA OPERE ESISTENTI SOTTO BINARIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	RH OC0000 001	A	28 di 28

ALLEGATO 6

REGIONE UMBRIA
PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI ASSISI

**OPERE SOSTITUTIVE PER LA SOPPRESSIONE DEL P.L.
POSTO AL KM 15+850 DELLA LINEA FOLIGNO -
TERONTOLA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN
SOTTOVIA CARRABILE AL KM 15+945, IN COMUNE
DI ASSISI (PG)**

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE
RELATIVE AL SOLETTONE DA SPINGERE IN
SEDE**

Committente:

Progetto strutturale:

ICONIA 

ICONIA INGEGNERIA CIVILE S.R.L.

P. IVA: 03539250286

SEDE LEGALE: VICOLO SANTA MARIA IN CONIO 11 - 35131 PADOVA

SEDE OPERATIVA: VIA MILAZZO 10/c - 35139 PADOVA

TEL: 049-87.24.244

FAX: 049-87.24.247

E-MAIL: studio@iconia.it

REGISTRO IMPRESE TRIB. PADOVA: 46598/2000N. REP. EC. AMM. PADOVA: 318524

Commissa: 12901

Documento: RC Assisi.doc

Emissione: luglio 2009

Redazione: DAN

1 METODO DI CALCOLO

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

I coefficienti di sicurezza adottati sui materiali, concordemente con il D.M. 14/01/2008, sono assunti pari a:

- Cemento armato

Stato limite	Acciaio γ_s	Calcestruzzo γ_c
ultimo	1.15	1.50 per c.a. normale

- Acciaio per carpenteria metallica

Stato limite	Acciaio γ_M
Resistenza sezioni	$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza all'instabilità	$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza all'instabilità nei ponti	$\gamma_{M1} = 1.10$
Resistenza sezioni tese	$\gamma_{M2} = 1.25$

1.1 Codici di calcolo

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

1.1.1 Eng

Programma di calcolo strutturale della SigmaC di Padova. E' un programma ad elementi finiti. Esegue il calcolo di telai piani, graticci di travi, travi continue, travi rovesce, sezioni in c.a., muri di sostegno. Codesto software è un programma strutturale a travi e telai di comprovata affidabilità prodotto da ormai più di 10 anni e largamente diffuso.

Il programma Eng viene utilizzato per lo studio dei modelli parziali, per gli elementi strutturali schematizzabili con più semplicità e per le verifiche delle sezioni; gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

1.1.2 Straus 7

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti della "G+D Computing". Eseguisce il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi-dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Questo software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità.

Il programma "Straus 7" viene utilizzato per lo studio di elementi strutturali spaziali non schematizzabili con Eng.

1.1.3 Paratie

Programma di calcolo geotecnico della CeAS di Milano. E' un programma ad elementi finiti che esegue l'analisi elasto-plastica di strutture piane infisse nel terreno di fondazione. Viene utilizzato per la modellazione di palancole e diaframmi con o senza puntelli e/o tiranti, analizzando le diverse fasi di lavoro della struttura. Questo tipo di software permette di modellare terreni di tipo granulare o coesivo, considerando per quest'ultimo sia la situazione drenata che quella non drenata. Il programma di calcolo Paratie 6.1 risulta di comprovata affidabilità, tanto da essere prodotto da diversi anni ed essere largamente utilizzato presso numerosi studi di ingegneria geotecnica.

Gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

2 *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Il progetto è stato sviluppato nell'osservanza della vigente normativa tecnica. Il progetto si richiama particolarmente alle seguenti normative:

2.1 *Norme generali*

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 11951, 14 febbraio 1974
Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 febbraio 1992
Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 9 gennaio 1996
Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 252 AA.GG/STC, 15 ottobre 1996
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 decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 16 gennaio 1996
Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 156 AA.GG/STC, 4 luglio 1996
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 decreto ministeriale 16 gennaio 1996.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 settembre 2005
Norme tecniche per le costruzioni.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 gennaio 2008
Norme tecniche per le costruzioni.

2.2 *Norme sismiche*

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 16 gennaio 1996
Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20.03.2003, e allegati
“Normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica e connessa classificazione sismica del territorio nazionale”
- Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio servizio Sismico Nazionale
“Nota esplicativa dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003” datata 04.06.2003.

2.3 Norme geotecnica

- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 11 marzo 1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 30483, 24 settembre 1988
Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

2.4 Norme durabilità

- Norma UNI 9858
Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
- Durabilità e classi di esposizione ambientale nelle strutture in calcestruzzo.

2.5 Norme FF.SS.

- Ferrovie dello Stato - Asa Servizi di Ingegneria - Roma 13 gennaio 1997 -
"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo" - Testo aggiornato della Istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 2 giugno 1995 completo delle relative integrazioni.
- Strutture di acciaio Ferrovie dello Stato – Istruzione 44 b -
" Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica " -
Testo aggiornato della Istruzione n° 44/b del 14.11.1996, approvato dal consiglio superiore dei lavori pubblici il 16 dicembre 1997.
- Ferrovie dello Stato – Divisione infrastruttura – Specifica di istr. tecnica 44/d
Istruzione tecnica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo.

2.6 Norme CNR-UNI

- Norma CNR-UNI 10024
Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- Norma CNR-UNI 10027
Strutture di acciaio per opere provvisorie. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norma UNI-EN 206
Calcestruzzo: specificazione, prestazioni, produzione e conformità.
- Norma UNI 11104
Calcestruzzo: specificazione, prestazioni, produzione e conformità; istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206.

2.7 Eurocodici

- EUROCODICE 1
Azioni sulle strutture.
- EUROCODICE 2
Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- EUROCODICE 7
Progettazione geotecnica.
- EUROCODICE 8
indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Salvo indicazioni diverse espressamente indicate negli elaborati grafici, sono previsti i seguenti materiali:

3.1 Calcestruzzo per magrone (non strutturale)

Classe di resistenza: C 12/15
Cemento tipo: 32.5

3.2 Calcestruzzo per strutture da realizzare in opera

Classe di resistenza: C 28/35
Modulo elastico $E_{CA} = 33.7 \text{ GPa}$
Cemento tipo: 32.5
Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.27 \sqrt[3]{R_{ck}^2} = 2.89 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.02 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$

3.3 Acciaio B450 in barre ad aderenza migliorata per cemento armato saldabile

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento percentuale: $A_k \geq 7.5\%$
Rapporti di duttilità: $(f_y/f_y)_k \leq 1.35$
 ≥ 1.15

3.4 Acciaio B450 in reti e tralicci elettrosaldati ad aderenza migliorata per cemento armato controllato in stabilimento saldabile

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento percentuale: $A_k \geq 7.5\%$
Rapporti di duttilità: $(f_y/f_y)_k \leq 1.35$
 ≥ 1.15

3.5 Acciaio tipo S355 per carpenteria

Tensione di rottura a trazione: $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento: $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo: - per spessori $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_d = 355 \text{ MPa}$
- per spessori $t > 40 \text{ mm}$ $f_d = 315 \text{ MPa}$
Allungamento perc.: - per lamiere $\epsilon_t \geq 21\%$
- per barre, profilati larghi piatti $\epsilon_t \geq 22\%$

3.6 Bulloni ad alta resistenza - classe 8.8

Vite:	classe 8.8
Tensione di rottura a trazione	$f_t \geq 800 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$f_y \geq 640 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica secondo UNI 3740	$f_{k,N} \geq 560 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{d,N} = 560 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a taglio	$f_{d,V} = 396 \text{ MPa}$
Dado:	classe 8
Rosette:	C50
Forza di serraggio	$N_s = 0.8 f_{k,n} A_{res}$
Coppia di serraggio	$T_s = 0.2 N_s d$

3.7 Saldature di testa o a T a completa penetrazione

- resistenza del collegamento $\sigma_{id} \leq f_d$, materiale di base

3.8 Saldature a cordone d'angolo

Per S355, secondo il §4.2.8.2.4 del D.M. 2008, si deve verificare che:

- nel caso siano presenti σ_{\perp} , τ_{\perp} e $\tau_{//}$

$$\sqrt{\tau_{\perp}^2 + \sigma_{\perp}^2 + \tau_{//}^2} \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base} \quad (1)$$

$$|\sigma_{\perp}| + |\tau_{\perp}| \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base} \quad (2)$$

- nel caso siano presenti σ_{\perp} , τ_{\perp}

espressione (2) precedente

$$|\sigma_{\perp}|, |\tau_{\perp}| \leq 0.88 f_d, \text{ materiale di base}$$

- nel caso siano presenti σ_{\perp} e $\tau_{//}$ ovvero τ_{\perp} e $\tau_{//}$

espressione (1) precedente

- nel caso sia presenti solo σ_{\perp} o solo τ_{\perp} o solo $\tau_{//}$

$$|\sigma_{\perp}|, |\tau_{\perp}|, |\tau_{//}| \leq 0.70 f_d, \text{ materiale di base}$$