

S.S. 260 "PICENTE"
**LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO
DELLA SEDE STRADALE**

Lotto "3" – da San Pelino a Marana di Montereale (Aq)
**Convenzione di Cofinanziamento ANAS – Regione Abruzzo – Provincia di
L'Aquila in data 28/11/05 Rep. n°25597**

CUP: F11B07000480001 – CIG: 665875741B

PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Sede di Firenze
Viale G. Amendola n.6 int.3
50121 Firenze – 0552001660
www.politecnica.it

Direttore della Progettazione Responsabile Opere stradali ed idrauliche Ing. Marcello Mancone Ord. ing. di Firenze n.5723	Responsabile Opere Strutturali Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione Ing. Tommaso Conti Ord. ing. di Pistoia n.1149/A	Responsabile Geologia Dott. Pietro Accolti Gil Ord. geol. della Toscana n.728	Direttore Tecnico Responsabile Opere Impiantistiche Ing. Francesco Frassinetti Ord. ing. Bologna n.5897/A	Responsabile Ambientale Arch. Maria Cristina Fregni Ord. arch. di Modena n.611
--	---	---	--	--

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. *FRANCESCO RUOCCO*

IMPRESA ESECUTRICE :

Responsabile di Commessa
Geom. Giacomo Giona
Direttore Tecnico
Ing. Mauro Martini



09–OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI ATTRAVERSAMENTO

09.3–ATTRAVERSAMENTI FAUNISTICI

RELAZIONE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO		NOME FILE	PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	09.70_P00_OM00_STR_RE01_A	09.70	
L0718B	E	1801	CODICE ELAB. P00OM00STRRE01	A	-
A	CONSEGNA LUGLIO 2018	07/2018	CODING	T. CONTI	M.MANCONE
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

INDICE.....	1
1. GENERALITÀ	2
1.1. Scopo del documento.....	2
1.2. Geometria dell'opera	2
2. RELAZIONE SPECIALISTICA ED ALLEGATI DI CALCOLO.....	4

1. GENERALITÀ

1.1. Scopo del documento

Nell'ambito della progettazione esecutiva relativa ai lavori di adeguamento piano altimetrico della S.S.260 "Picente" nel tratto della provincia di L'Aquila compreso tra l'innesto della S.S. 80 ed il confine regionale, 3° lotto, da San Pelino a Marana di Montereale, il presente documento esibisce le verifiche strutturali degli attraversamenti faunistici.

1.2. Geometria dell'opera

Nelle immagini si mostra la geometria dell'opera.

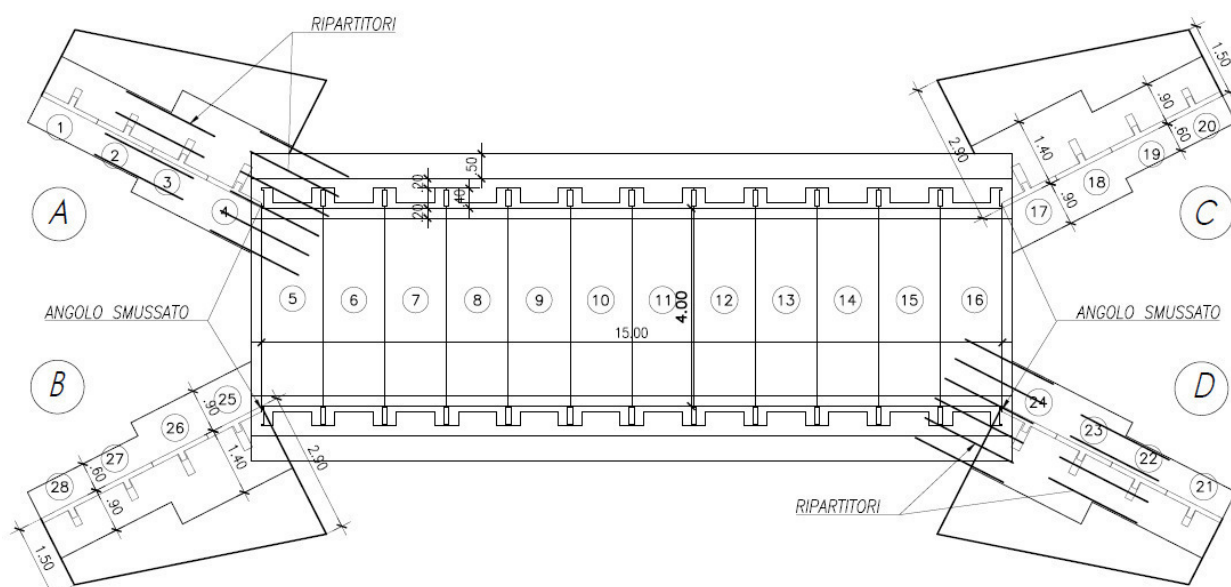


Figura 1: Planimetria

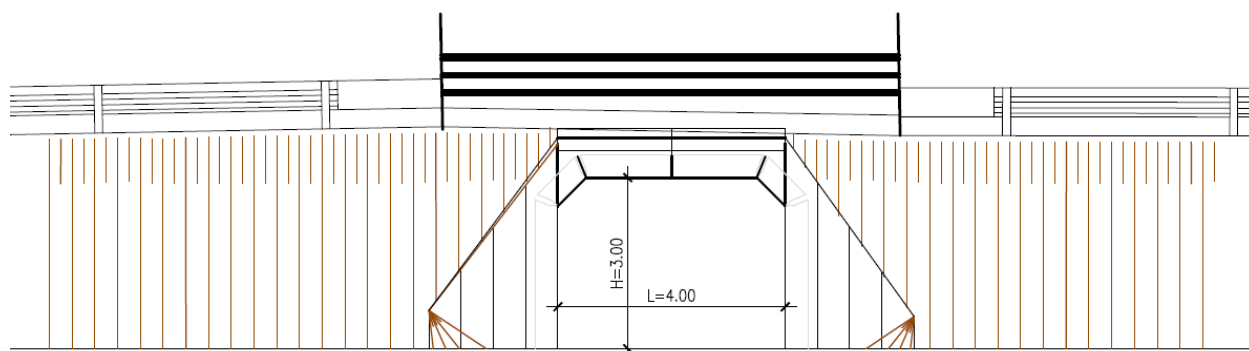


Figura 2: Prospetto imbocco

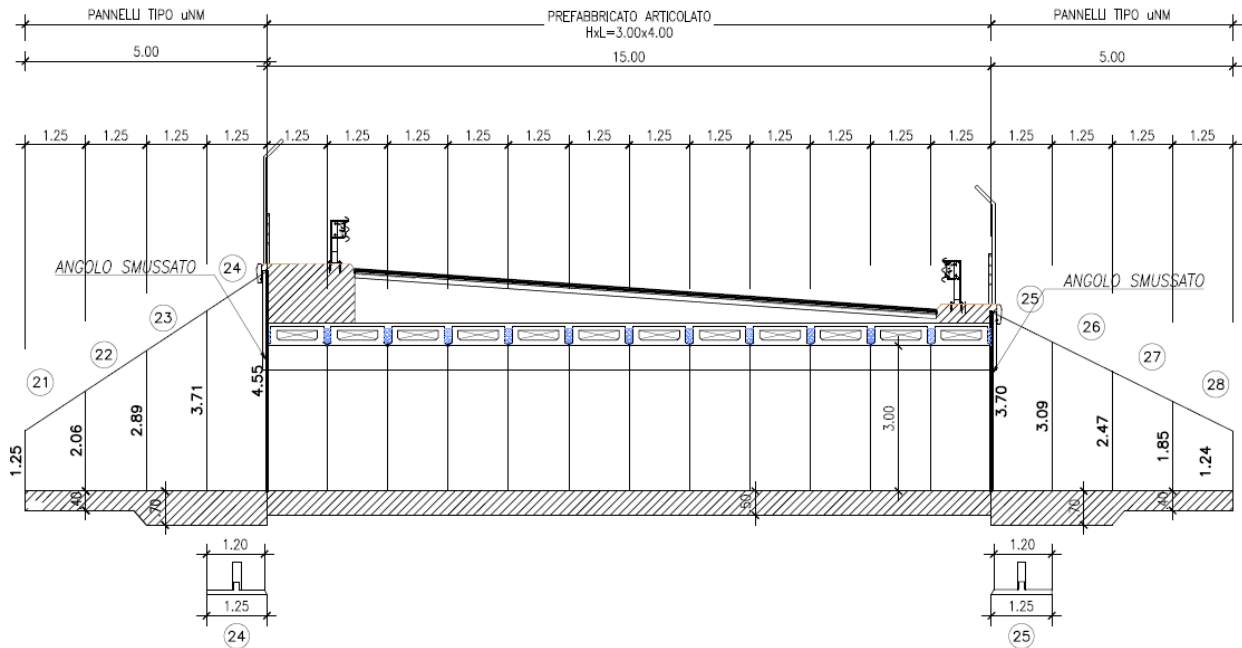


Figura 3: Prospetto lato BD

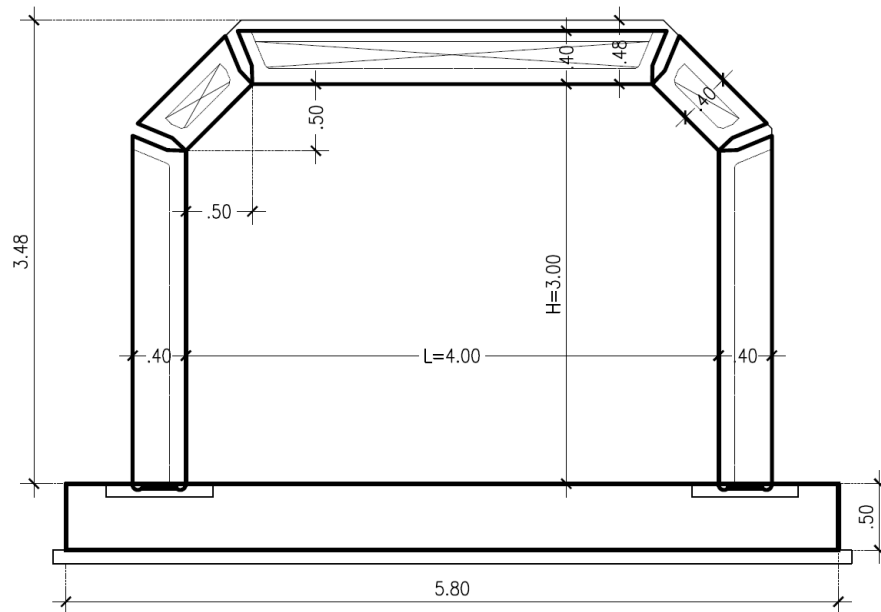


Figura 4: Carpenteria



Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale
Relazione tecnica e di calcolo

2. RELAZIONE SPECIALISTICA ED ALLEGATI DI CALCOLO

Impresa



Progettista



RELAZIONE DI CALCOLO

DATA: **16.07.2018**

OGGETTO: **STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"**
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DELLA SEDE
STRADALE LOTTO 3° - DA SAN PELINO A MARANA DI MONTEREALE
Prefabbricato articolato HxL= 3.00x4.00

LOCALITA': **MARANA DI MONTEREALE (AQ)**

COMMITTENTE:
DELTA LAVORI S.p.A.

PROGETTISTA DELLA STRUTTURA PREFABBRICATA (calcolo del cemento armato):
Ing. Giuseppe Pace

FORNITORE DELLA STRUTTURA PREFABBRICATA:
TENSITER Centro S.r.l.

PROGETTISTA DELLA STRUTTURA PREFABBRICATA
IN PRODUZIONE IN SERIE DICHIARATA
Dott. Ing. Monica CHIAVES
C.so Vittorio E. 105
10128 TORINO



RELAZIONE DI CALCOLO

1 - Normativa di riferimento.....	3
2 - Descrizione della struttura.....	3
3 - Materiali impiegati.....	4
4 - Analisi dei carichi.....	4
5 – Prospetto delle condizioni di carico.....	7
7 - Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo.....	10
8 - Verifica allo stato limite di esercizio per fessurazione.....	12
9 - Verifica sismica della struttura.....	12

ALLEGATI: TABELLE DEI RISULTATI

- Dati geometrici dell'opera - Materiali
- Descrizione del telaio
- Descrizione delle sezioni
- Calcolo della ripartizione trasversale
- Coefficienti moltiplicativi delle azioni
- Condizione di carico 10: Dati carichi
- Condizione di carico 10: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 10: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 20: Dati carichi
- Condizione di carico 20: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 20: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 21: Dati carichi
- Condizione di carico 21: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 21: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 23: Dati carichi
- Condizione di carico 23: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 23: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 26: Dati carichi
- Condizione di carico 26: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 26: Verifica delle sezioni – SLU
- Verifica delle sezioni a stato limite ultimo (INVILUPPO)
- Verifica a fessurazione: combinazione quasi permanente
- Verifica a fessurazione: combinazione frequente
- Condizione di carico 91(sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 91: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 91: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 92 (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 92: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 92: Verifica delle sezioni – SLU

- Condizione di carico 93: (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 93: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 93: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 94 (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 94: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 94: Verifica delle sezioni – SLU

RELAZIONE DI CALCOLO

1 - Normativa di riferimento.

Le normative utilizzate sono indicate nel prospetto che segue:

N° e data	Titolo
Legge n° 1086 del 5/11/1971	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e a struttura metallica
D.M. del 14/1/2008	Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni

2 - Descrizione della struttura

I dati geometrici principali della struttura sono indicati nella prima tabella degli allegati (tabella "Dati geometrici").

La struttura è costituita da una successione di archi prefabbricati in cemento armato uguali fra loro, posati su due cordoli di fondazione anch'essi in cemento armato.

Ogni arco è costituito da un elemento prefabbricato formato da due ritti, due travi inclinate sull'orizzontale di 45° e una trave orizzontale.

I vari elementi prefabbricati che costituiscono la struttura sono posati in opera affiancati, quasi a contatto tra loro. L'armatura è in parte inserita all'interno degli elementi prefabbricati, in parte posata in opera negli appositi vani fra un prefabbricato e l'altro e nelle articolazioni. Successivamente i prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di calcestruzzo in opera che congloba le armature aggiuntive in opera e rende la struttura monolitica.

I prefabbricati sono costruiti in modo da formare delle cerniere statiche nel collegamento alla fondazione. Sulla struttura è situata una soletta collaborante gettata in opera.

La trasmissione degli sforzi tra un arco prefabbricato ed il successivo avviene sia sull'intero sviluppo dell'arco nel suo intero spessore, sia tramite apposite travi trasversali in cemento armato localizzate negli spigoli tra le varie falde.

Le cerniere laterali, situate alla base dei montanti verticali, collegano il piede del prefabbricato, opportunamente profilato, e il getto di sigillatura solidale alla fondazione. Esse sono in realtà delle cerniere doppie, con due centri di rotazione distinti. Nel loro funzionamento possono verificarsi tre casi:

- Se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'interno del portale, lavora solo la cerniera interna, cioè quella vicina alla facciata interna a vista della struttura, mentre la cerniera esterna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.
- Se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'esterno del portale, lavora solo la cerniera esterna, cioè quella vicina al lato contro terra, mentre la cerniera interna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.

- Se la risultante degli sforzi trasmessi dal ritto alla fondazione passa fra i centri delle due cerniere, lo sforzo normale tiene a contatto entrambe le cerniere e non si ha alcuna rotazione. In tal caso il ritto risulta solidale alla fondazione (comportamento ad incastro).

Il programma di calcolo provvede automaticamente a modificare le coordinate delle cerniere di base a seconda del verso di rotazione.

La struttura ha un comportamento isostatico nei confronti degli spostamenti verticali delle fondazioni (che quindi non inducono teoricamente sollecitazioni nella struttura), ma è iperstatica rispetto a spostamenti orizzontali delle fondazioni. Tuttavia anche nei confronti di queste deformazioni il calcolo della struttura dimostra che occorrono deformazioni di notevole entità per indurre stati di sollecitazione rilevanti.

3 - Materiali impiegati

La resistenza caratteristica del calcestruzzo degli elementi prefabbricati e dei getti in opera è indicata nella tabella “materiali”, nel primo foglio degli allegati della presente relazione.

Le armature sono tutte in acciaio ad aderenza migliorata del tipo FeB44K.

4 - Analisi dei carichi

Nei paragrafi che seguono sono esposti i criteri di valutazione delle azioni, che dovranno poi essere moltiplicate per i coefficienti di combinazione stabiliti dalle norme per i diversi tipi di verifiche.

PESO PROPRIO

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato assumendo il peso specifico del cemento armato pari a 25 kN/m³ ed è considerato distribuito lungo l'asse della struttura.

PESO E SPINTA DELLE TERRE

Il profilo del terreno di riempimento ed i suoi parametri geotecnici sono indicati, per ogni condizione di carico, nella tabella intitolata “Verifica delle sezioni” (nella prima parte della tabella, denominata “Dati del calcolo”).

Nel caso più generale il terreno è descritto attraverso un profilo trasversale bi-lineare, con pendenza diversa a sinistra e a destra. Lo spigolo P dove si incontrano i due tratti con pendenza diversa è individuato attraverso le sue coordinate X_P e Y_P , riferite rispettivamente alla mezzeria della struttura ed al suo estradosso superiore.

Nel caso di terreno di riempimento orizzontale le due pendenze a sinistra e a destra sono ovviamente uguali e in tal caso la quota Y_P rappresenta lo spessore di terra sulla sommità della struttura.

Il diagramma della pressione esercitata dal terreno contro la struttura è calcolato in base all'interazione elastica tra struttura e terreno. In altre parole, la pressione laterale della terra è calcolata in funzione della deformazione della struttura e della rigidità del terrapieno.

Il calcolo dell'interazione della struttura con il terreno è effettuato mediante un programma per travi costituenti un telaio piano.

Nel caso più generale, la spinta della terra sulla struttura è modellizzata attraverso due termini separati:

- il primo è un carico distribuito indipendente dagli spostamenti e variabile linearmente lungo ogni trave;
- il secondo è una reazione elastica distribuita, funzione degli spostamenti nodali e variabile anch'essa linearmente lungo ogni trave.

In merito al termine elastico il programma agisce in modo che la pressione della terra sulla struttura assuma il valore esatto nei nodi alle estremità di ogni trave (in base alla deformazione della struttura, al modulo elastico del terreno e alla lunghezza dello spessore di terra interessato alla deformazione), mentre all'interno della trave il programma impone che la pressione vari linearmente fra i due valori nodali.

Il termine di pressione della terra indipendente dagli spostamenti (e corrispondente pertanto alla pressione su una struttura indeformata, infinitamente rigida) agente sul paramento contro terra è assunto pari alla spinta quiete, valutata con un coefficiente di spinta pari a $1 - \tan \varphi$ per terreno orizzontale, dove φ è l'angolo d'attrito del terreno. La pressione di quiete ha un diagramma triangolare che parte da zero alla quota del suolo.

La variazione di spinta rispetto a quella di quiete, dovuta all'interazione tra terreno e struttura, è calcolata nel secondo termine. Essa dipende dalla deformazione della struttura e dalla rigidità del terreno alle deformazioni orizzontali, e quindi dal suo modulo elastico e dalla lunghezza del tratto interessato dalla deformazione.

Per i moduli elastici del terreno abbiamo assunto un diagramma lineare crescente con la profondità dalla superficie del suolo. La tabella "Dati del calcolo" riporta il valore del modulo elastico ed il valore di incremento adottato per ogni m di profondità.

La lunghezza del terreno L_p interessata alla deformazione è data dalla formula seguente:

$$L_p = 2/3 * H_{scavo} * \tan(45^\circ + \varphi/2).$$

Dove H_{scavo} è il dislivello fra la superficie del terreno e l'estradosso della fondazione misurato sulla verticale del ritto della struttura.

Dal punto di vista della costruzione del rilevato contro la struttura, il calcolo conferma che è sempre opportuno un buon costipamento della terra di riporto sui lati della struttura, per incrementare il modulo elastico del terreno e garantirne l'uniformità. Inoltre occorre che il riempimento di terra avvenga in modo non troppo asimmetrico.

CARICHI MOBILI

I carichi d'esercizio assunti nel calcolo sono quelli stabiliti dal D.M. 14/1/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

La struttura è progettata per i massimi carichi stradali previsti per i ponti di 1a categoria: n° 2 forze concentrate di 300 kN per il carico Q_{ik} ed un carico distribuito pari a 9 kN/m² per il carico q_{ik} , quest'ultimo considerato solo se sfavorevole.

Indichiamo con Y_9 il “*Coefficiente di ripartizione*”, ovvero la quota della colonna di carico mobile direttamente agente sul singolo arco. Nella struttura in esame, che è di piccola luce, non consideriamo la collaborazione fra gli archi vicini; pertanto il coefficiente di ripartizione è pari al rapporto tra la larghezza di un arco e la larghezza della colonna di carico assunta nel calcolo.

Il coefficiente di ripartizione Y_9 è calcolato come segue:

- se il ricoprimento di terra è maggiore di 2.4 m il carico concentrato è assunto come uniformemente distribuito su un'impronta di $(1.2+0.4+Y_{pw}/2) * (2.0+0.4+Y_{pw}/2)$. Dove Y_{pw} è dato dalla somma del ricoprimento in chiave e dello spessore della struttura; 1,2 m è la distanza fra i due assi; 2.0 m è l'interasse fra le ruote; 0,4 m è la larghezza di ogni ruota.
- se il ricoprimento di terra è inferiore ai 2.4 m assumiamo un'impronta di carico di $(1.2+0.4+2.4/2) * (2.0+0.4+2.4/2)$ e consideriamo il carico Q_{ik} in parte distribuito su tale impronta ed in parte concentrato con la geometria del carico “tandem” descritto dalla normativa.

La quota di ripartizione tra il carico distribuito ed i due carichi concentrati è direttamente proporzionale al rapporto $Y_{pw} / 2.4$ m. In tal modo se il ricoprimento è di 2.4 m il carico Q_{ik} è tutto distribuito, mentre per Y_{pw} nullo agisce interamente come carico concentrato. Nei tabulati quando Y_{pw} è inferiore a 2.4 m è evidenziato un fattore di reinterro così definito

$$Fr = (2.4 - Y_{pw}) / 2.4$$

Questo fattore rappresenta l'aliquota di Q_{ik} che assumiamo come concentrato

Il valore del coefficiente di ripartizione trasversale, denominato Y_9 , è riportato nelle tabelle ed è pari alla larghezza del singolo arco diviso per la larghezza della corsia (1.25/3.00).

I carichi nominali citati includono gli effetti dinamici per pavimentazioni di media rugosità.

In definitiva il carico mobile che agisce su un singolo arco è costituito da due forze concentrate distanti 1,20 m una dall'altra, ciascuna di intensità

$$Y_9 * 300 \text{ kN} * Fr$$

E inoltre, quando sfavorevole per la struttura, da un carico linearmente distribuito di intensità pari a

$$Y_9 * 9 \text{ kN/m}^2 * 3,00 \text{ m} = Y_9 * 27,0 \text{ kN/m/arco.}$$

Il sovraccarico, se agisce sul rilevato, determina una pressione orizzontale uniforme sulla parete esterna della struttura assunta pari al coefficiente di spinta di quiete moltiplicato per il carico distribuito $Y_9 * 27,0 \text{ kN/m.}$

La forza di frenamento stabilita dalla normativa risulta agente nella direzione dell'asse della strada con un'intensità pari al 60% dei due assi Q_{1k} oltre al 10 % del carico distribuito q_{1k} . Data la grande rigidità trasversale dell'impalcato, la forza di frenamento si ripartisce su diversi archi contigui. Il numero di archi sui quali è ripartita la forza di frenamento è indicato, per ogni condizione di carico, nella tabella “Verifica delle sezioni”.

Il verso applicato alla forza di frenamento è ovviamente quello più sfavorevole alla stabilità.

COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI DELLE AZIONI.

Le azioni utilizzate nel calcolo sono moltiplicate per i coefficienti delle azioni indicate nel D.M. 14/1/2008.

TABELLA I - COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI DELLE AZIONI impiegati nelle verifiche.

AZIONI		Verifiche a s.l.u. (senza sisma)	Verifiche a s.l. di fessurazione	verifiche a s.l.u. con sisma
Peso proprio strutture	g1	1,35	1	1
Peso della terra portata	g2	1,35	1	1
Spinta della terra	g3	1,35 (1 se favorevole)	1	1
Carichi mobili	q1	1,35	0 per quasi perman. 0,75 per frequente	0
Frenamento	q4	1,5	0	0

5 – Prospetto delle condizioni di carico

Le disposizioni più sfavorevoli dei carichi mobili sulla struttura sono state scelte con il criterio di generare le massime sollecitazioni nelle principali sezioni. Le disposizioni dei carichi sono individuate in base all'esame delle linee di influenza.

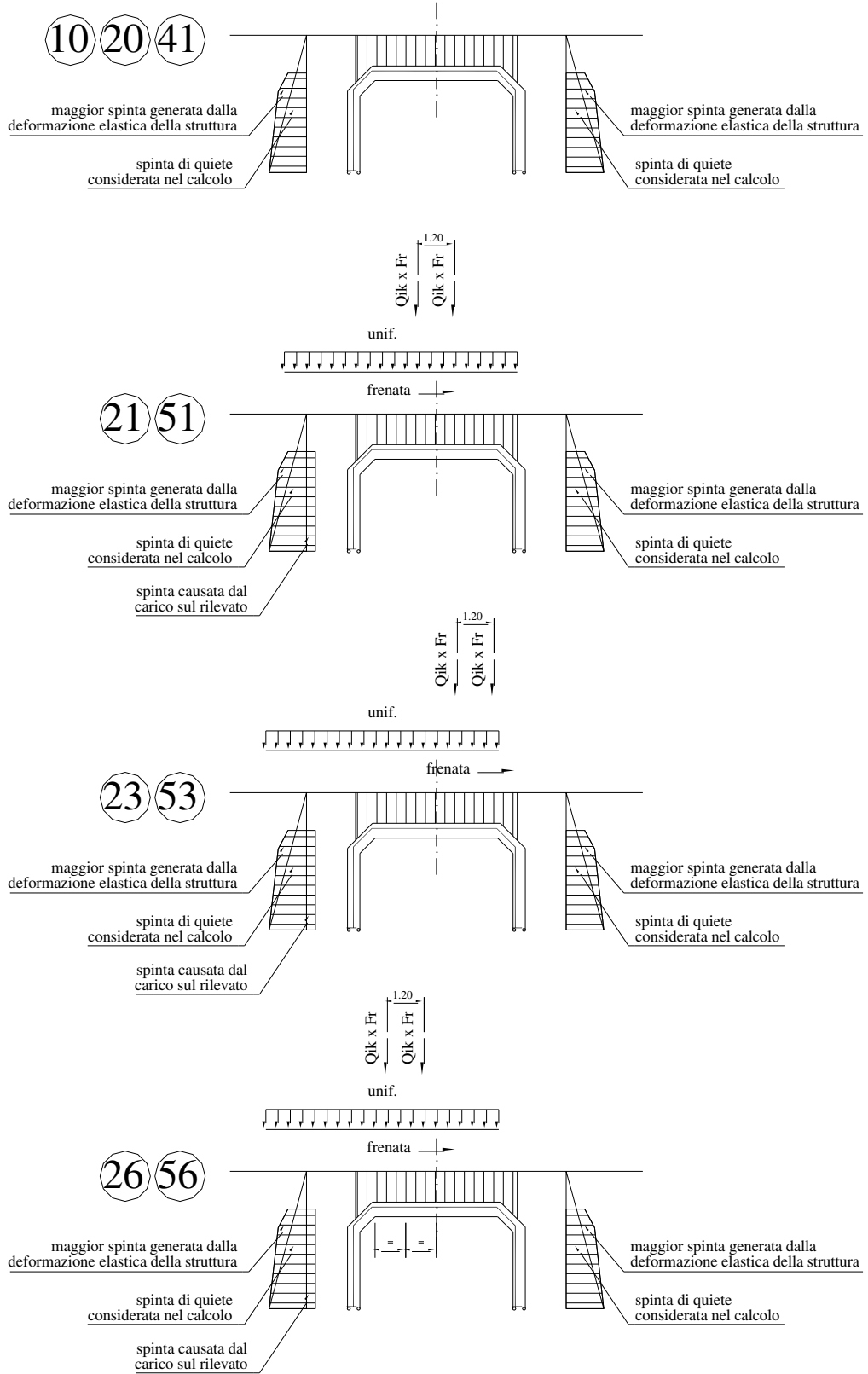
Le condizioni di carico sono descritte negli schemi grafici che seguono.

L'analisi comprende le verifiche allo stato limite ultimo, le verifiche allo stato limite di esercizio per la fessurazione e le verifiche sismiche allo stato limite ultimo. Le condizioni di carico analizzate sono conseguentemente così suddivise:

TABELLA II – ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Condiz di carico	Tipo di verifica
10	s.l.u. (solo carichi permanenti: terra max)
20	s.l.u. (solo carichi permanenti: terra min)
21 ÷ 23	s.l.u. (con carichi accidentali)
41	s.l. di fessurazione (combinazione quasi permanente)
51, 55, 56	s.l. di fessurazione (combinazione frequente)
91, 92, 93, 94	Verifica sismica allo s.l.u.

CONDIZIONI DI CARICO



6 - Calcolo delle sollecitazioni nelle travi e degli spostamenti nodali

Le caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni della struttura e gli spostamenti nodali sono calcolati con un modello elastico lineare, senza ridistribuzioni, mediante un programma per travi costituenti un telaio piano, interattivo con la spinta della terra sulle pareti esterne della struttura. La struttura è schematizzata considerando gli assi baricentrici delle travi.

Il programma risolve anche il particolare vincolo a doppia cerniera esistente alla base di ogni ritto.

In particolare la base di ogni ritto è sagomata in modo da formare due cerniere: una con asse di rotazione in prossimità della facciata interna del manufatto e l'altra in prossimità della facciata contro terra. Le diverse disposizioni dei carichi applicati possono attivare nelle cerniere tre situazioni:

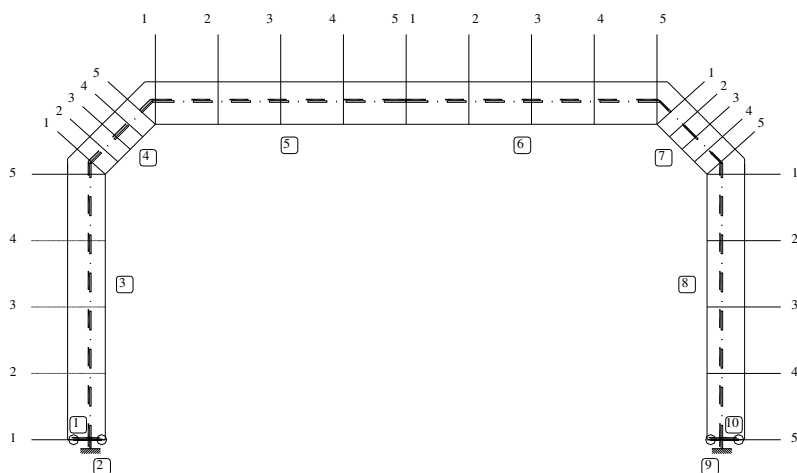
- quando la rotazione della base del ritto avviene verso il terreno si attiva la cerniera in prossimità del lato esterno;
- quando la rotazione della base del ritto è verso l'interno della struttura si attiva la cerniera in prossimità del lato interno;
- quando la risultante delle forze passa tra le due cerniere poste alla base del ritto non si ha alcuna rotazione e lo schema statico diventa di incastro anziché di cerniera.

Nelle prime due situazioni, il modello di calcolo considera due travi fittizie aggiuntive (travi 1 e 10) per tenere conto dell'eccentricità della cerniera rispetto all'asse baricentrico della trave. Le due travi fittizie hanno una lunghezza pari alla distanza tra l'asse baricentrico ed il centro della cerniera e sono orientate verso la cerniera che é attiva (a seconda dei casi, 0° o 180°). Per simulare una rigidità infinita, queste travi sono dotate di un'area e di un momento d'inerzia molto maggiori di quelli delle altre travi.

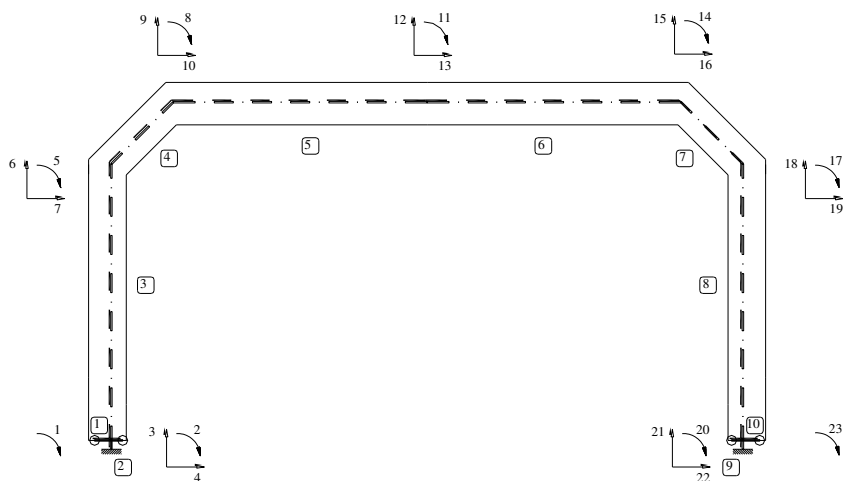
La tabella "Sollecitazioni nelle travi" espone anche le caratteristiche di sollecitazione delle travi fittizie e indica con le espressioni "cerniera esterna", "cerniera interna" o "incastro" l'effettiva condizione di vincolo alla base di ciascun ritto per ogni condizione di carico.

Gli schemi che seguono mostrano la numerazione delle travi, la numerazione delle sezioni in cui sono calcolate le caratteristiche di sollecitazione e la numerazione degli spostamenti nodali considerati.

NUMERAZIONE DELLE TRAVI E DELLE SEZIONI RESISTENTI



NUMERAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI NODALI



7 - Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo esposte al punto 4.1.2 del D.M.14/1/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Le tabelle espongono i dati e i risultati del calcolo per ciascuna delle cinque sezioni di ogni trave:

SOLLECITAZIONI ESTERNE

Le sollecitazioni esterne agenti nella sezione, calcolate con i coefficienti γ delle azioni, sono rappresentate come segue:

MEd Momento flettente baricentrico

e1 Eccentricità della risultante rispetto alla facciata interna o intradosso delle travi

MEd + décalage Momento flettente baricentrico massimo agente sulla trave in una zona larga

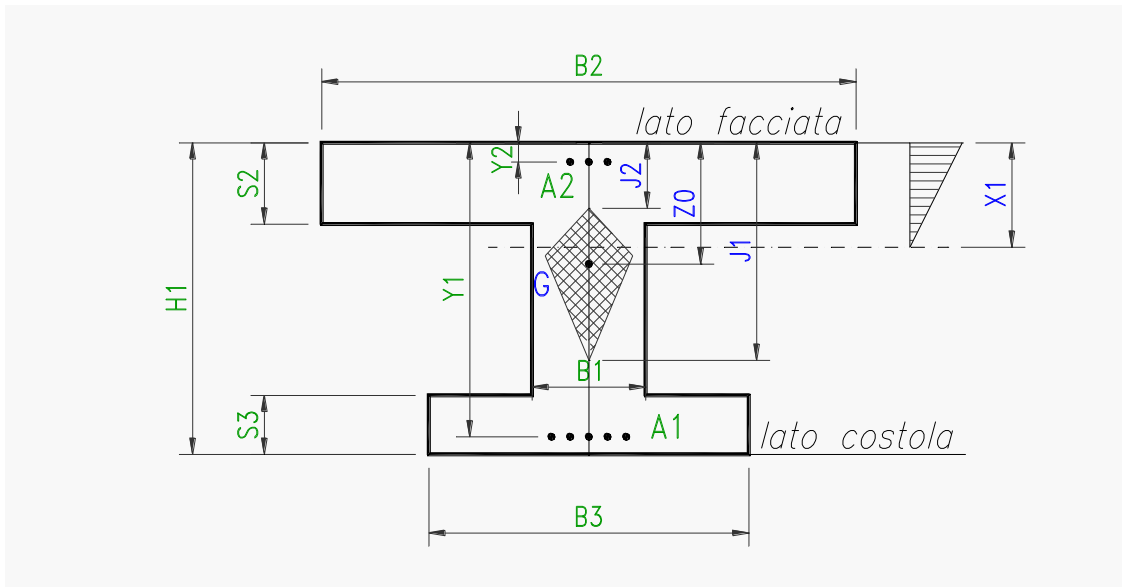
$0,9 * Y / 2$ estesa da ciascun lato della sezione analizzata (con Y = altezza utile)

NEd Sforzo normale

VEd Sforzo di taglio

DESCRIZIONE DELLE SEZIONI E AREE DEI FERRI

La descrizione geometrica della sezione segue lo schema della figura seguente:



Nelle tabelle di verifica sono indicate le seguenti grandezze:

- H = altezza della sezione
- Y = altezza utile = distanza del lembo compresso dal baricentro delle armature tese
- B5=larghezza lato compresso; dipende dal segno del momento baricentrico MEd e dalla larghezza di compartecipazione della soletta compressa
- B1 = larghezza della sezione al fine della tensione tangenziale
- X1 = distanza dell'asse neutro dal lembo compresso
- A1 = area delle armature esterne, cioè dal lato della terra o dell'estradosso dell'arco
- A2 = area delle armature interne, cioè dal lato della facciata interna della galleria o del ponte
- A3 = sezione dei ferri piegati che competono ad un concio di trave di lunghezza pari $0,9 * Y$.
- A4 = sezione complessiva delle staffe che competono ad un concio di trave di lunghezza pari ad 1 m.

SOLLECITAZIONI RESISTENTI:

Mrd Momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale NEd

VRsd Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

VRcd Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

La sezione è verificata se $M_{Ed} + \text{d\`ecalage} < M_{rd}$
 $\text{abs}(V_{Ed}) < V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

8 - Verifica allo stato limite di esercizio per fessurazione

La normativa prescrive di prendere in conto le seguenti combinazioni delle azioni (punto 4.1.2.2.4.2):

- Combinazione quasi permanente: considera le azioni dei soli carichi permanenti
- Combinazione frequente: considera le azioni dei carichi permanenti computati interamente e dei carichi mobili ridotti con un fattore di combinazione 0,75

Nei tabulati di verifica le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate con i metodi del calcolo elastico lineare, senza ridistribuzioni. Le disposizioni dei carichi mobili sono le stesse impiegate per determinare le sollecitazioni massime nelle verifiche allo s.l.u..

I momenti flettenti M_0 sono calcolati rispetto all'asse baricentrico della trave. I momenti flettenti M_1 e le eccentricità e_1 sono calcolati rispetto alla facciata interna (=intradosso) delle travi. Hanno segno positivo se tendono la facciata interna e comprimono l'estradosso.

Lo sforzo normale e lo sforzo di taglio sono indicati rispettivamente con N_1 e T_1 .

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema già esposto nella verifica allo stato limite ultimo.

Le aperture delle fessure w_d , calcolate in conformità al paragrafo 4.1.2.2.4.6, sono espresse nell'ultima colonna della tabella.

Lo stato limite di fessurazione è commisurato alle condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione. Per armature poco sensibili, tra le quali rientra l'acciaio da cemento armato ordinario, in condizioni ambientali "aggressive" lo stato limite di fessurazione risulta:

- $w_1 = 0,2$ mm per la combinazione quasi permanente
- $w_2 = 0,3$ mm per la combinazione frequente

I risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

9 - Verifica sismica della struttura.

Dati di progetto dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto sono definite in base alla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione attraverso i seguenti tre parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

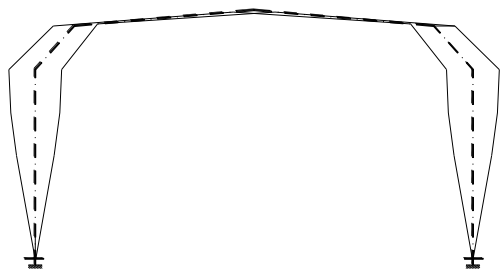
T_{c^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il loro valore è espresso nei tabulati di verifica delle condizioni sismiche in base alla zona geografica in cui è inserita l'opera, in relazione alla vita di riferimento VR ed alla probabilità di superamento del 10% per lo stato ultimo di vita (SLV). Sono inoltre esposti il fattore di struttura e la categoria del suolo di fondazione

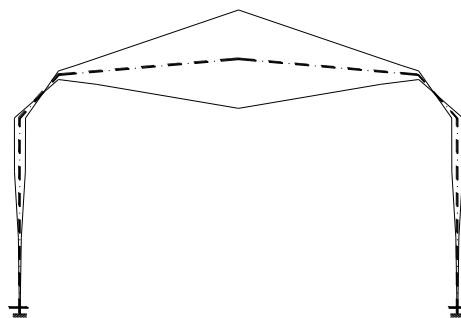
La struttura è verificata secondo il metodo del modo fondamentale di oscillare (analisi statica lineare).

Abbiamo preso in conto due modi fondamentali di oscillare:

L'**oscillazione orizzontale**: la struttura, per effetto di un'azione sismica ondulatoria, oscilla orizzontalmente flettendo i due ritti che sostengono la copertura e per congruenza si deforma anche la copertura, essendo solidale ai ritti (oscillazione di tipo "A"). L'analisi semplificata può essere applicata in quanto la deformata dinamica della struttura è governata da un solo modo di vibrare e la risposta è quindi fornita in buona approssimazione dall'analisi di un oscillatore a 1 grado di libertà.



Oscillazione di tipo "A"



Oscillazione di tipo "B"

L'**oscillazione verticale**: l'impalcato, per effetto di un'azione sismica sussultoria, oscilla verticalmente nel modo rappresentato nella figura (oscillazione di tipo "B"). In questo caso il periodo fondamentale della vibrazione risulta alquanto più breve, essendo la massa oscillante molto più piccola, mentre la rigidità media dell'impalcato ai carichi verticali è simile; pertanto anche il coefficiente di risposta risulta in genere più piccolo.

In conformità al paragrafo 7.3.5 gli effetti massimi del sisma sono ottenuti combinando l'azione sismica verticale con quella orizzontale, assumendo alternativamente il 100 % di una con il 30% dell'altra. Considerando inoltre che l'oscillazione verticale può causare un incremento o un decremento dei pesi, si ottengono le seguenti quattro combinazioni delle azioni:

- condizione di carico 91: 100% dell'azione verticale verso il basso + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 92: 100% dell'azione verticale verso l'alto + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 93: 30% dell'azione verticale verso il basso + 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra

- condizione di carico 94: 30% dell'azione verticale verso l'alto+ 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra

Le condizioni di carico 92 e 94 sono inoltre più significative quando il riempimento sopra l'impalcato è minimo. Di questo si è tenuto conto riducendo il riempimento Y_p quando è maggiore di 0,30 m.

Coefficiente di risposta

In base al paragrafo 7.9.4.1, il periodo fondamentale della vibrazione del ponte risulta:

$$T = 2 \pi \sqrt{M / K}$$

nella quale:

- M è la massa efficace. Per l'azione sismica orizzontale risulta pari alla somma di tutte le masse della copertura (travi 4, 5, 6 e 7) più metà delle masse dei ritti (travi 3 e 8). Per l'azione sismica verticale abbiamo assunto circa metà della copertura.
- K è la rigidezza complessiva della struttura alle forze orizzontali o verticali. Il valore è stato letto direttamente nella matrice di rigidezza della struttura.

Lo spettro di risposta di progetto per le componenti orizzontali e lo stato limite di collasso è calcolato a sensi del paragrafo 3.2.3.2.1 con le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} \text{se } 0 \leq T < T_B & S_d(T) = a_g * S * F_o / q * [T / T_B + q / F_o * (1 - T / T_B)] \\ \text{se } T_B \leq T < T_C & S_d(T) = a_g * S * F_o / q \end{aligned}$$

In queste prime fasi di applicazione della nuova normativa, abbiamo calcolato il valore $S_d(T)$ assumendo cautelativamente un coefficiente di struttura $q = 1,0$, benché dalla tabella 7.9.1 risulti possibile utilizzare, per strutture dotate di spalle rigidamente connesse con l'impalcato, quale quella in esame, il valore $q = 1,5$ che è più favorevole.

La massa efficace M , la rigidezza complessiva K , il periodo fondamentale di vibrazione T , il coefficiente per le azioni sismiche orizzontali sono indicati nelle tabelle dei risultati.

Lo spettro di risposta di progetto per le componenti verticali e lo stato limite di collasso è calcolato a sensi del paragrafo 3.2.3.2.2 con le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} \text{se } 0 \leq T < T_B = 0,05 & S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v * [T / T_B + q / F_v (1 - T / T_B)] \\ \text{se } 0,05 = T_B \leq T < T_C = 0,15 & S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v \\ \text{se } 0,15 = T_C \leq T < T_D = 1 & S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v * T_C * T_d / T^2 \end{aligned}$$

assumendo $T_v = 1,35 * F_o * (a_g/g)^{0,5}$ e sempre $q = 1$.

L'accelerazione competente allo spettro di progetto è applicata:

- Alle masse costituenti l'impalcato (travi 4, 5, 6 e 7). Le loro forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sull'asse baricentrico di ciascuna trave;

- Alla metà delle masse costituenti i due ritti (travi 3 e 8). Anche le loro forze d'inerzia sono distribuite sull'asse baricentrico di ciascun ritto;
- A tutte le masse di terra portate dall'impalcato. Le relative forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sulle varie travi costituenti l'impalcato, in proporzione al peso della terra portata.

Verifica delle sezioni allo s.l.u. - Conclusioni

Il calcolo numerico delle caratteristiche di sollecitazione è effettuato con un calcolo elastico lineare, impiegando lo stesso programma per il calcolo di telai piani già impiegato per il calcolo della struttura in condizioni normali. Esso tiene conto in modo completo dell'interazione con il terreno in corrispondenza delle spalle. In merito, ricordiamo che nel nostro caso non è necessaria l'esatta valutazione del modulo elastico del terreno e degli altri parametri geotecnici, avendo verificato che la loro variazione ha una modesta influenza sui risultati.

Le verifiche delle sezioni allo stato limite ultimo sono sviluppate con lo stesso procedimento seguito per le verifiche ai carichi di progetto. I dati e i risultati del calcolo sono esposti in tabelle del tutto analoghe.

Dall'esame dei risultati numerici si conclude che la struttura è idonea a resistere al sisma di progetto con un adeguato margine. Risulta infatti verificato che in tutte le sezioni sia il massimo momento flettente che il massimo sforzo di taglio sotto l'effetto del sisma sono inferiori alle rispettive resistenze delle sezioni. Questa verifica è soddisfatta senza prendere in considerazione non solo la formazione di cerniere plastiche, ma neppure una redistribuzione di momenti flettenti rispetto al calcolo elastico.

Concordemente con quanto ripetutamente espresso nella norma la struttura è verificata sia in termini di resistenza ($R > S$) sia in termini di duttilità e capacità di deformazione, ossia nel rispetto dei criteri di "gerarchia delle resistenze".

Il fattore di sovrarresistenza calcolato mediante l'espressione 7.9.7 ed utilizzando $q=1$ risulta:

$$\gamma_{Rd} = 0,7 + 0,2 * q = 0,9 \text{ occorre pertanto applicare la limitazione inferiore } \gamma_{Rd} = 1.$$

Pertanto non occorre ottenere una sovrarresistenza fuori dalle zone critiche nelle verifiche a pressoflessione.

Per scongiurare il verificarsi di meccanismi resistenti fragili, occorre invece verificare che tutte le sezioni siano dotate di una sovrarresistenza a taglio calcolata tramite l'espressione 7.9.10

$$\gamma_{Rd} = 1,25 + 1 - q * V_{ed} / V_{gr,o} , \text{ variabile tra 1 e 1,25.}$$

Tutte le sezioni risultano possedere la sovrarresistenza di 1,25 nei riguardi del taglio esterno dovuto alle azioni sismiche, infatti risulta ovunque $V_{Rd} / V_{Ed} > 1,25$. Nelle tabelle di verifica il taglio resistente è quello ottenuto mediante la verifica a stato limite ultimo già esposto, in altre parole i valori esposti non sono ancora divisi per il coefficiente di sovrarresistenza γ_{Rd}



Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento
piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale
Relazione tecnica e di calcolo

ALLEGATI DI CALCOLO

Impresa



Progettista



Gara Anas - sottopasso - Marana

Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

DATI GEOMETRICI DELL'OPERA

Luce netta della struttura	m	4.00
Altezza nominale interna della struttura	m	3.00
Numero di archi prefabbricati	n°	11
Interasse tra gli archi della struttura	m	1.25
Larghezza teorica totale	m	13.75
Lunghezza orizzontale dell'obliquo (aa)	m	0.50

MATERIALI

Calcestruzzo (§ 11.2.10 e 4.1.2.1.1)		
Calcestruzzo dei prefabbricati		
Resistenza caratteristica cubica R_{ck}	N/mm ²	45
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm ²	37.35
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 * f_{ck} / 1,5$	N/mm ²	21.17
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	N/mm ²	3.35
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctk} * 0,7 / 1,5$	N/mm ²	1.56
Calcestruzzo dei giunti		
Resistenza caratteristica cubica R_{ck}	N/mm ²	35
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm ²	29.05
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 * f_{ck} / 1,5$	N/mm ²	16.46
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	N/mm ²	2.84
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctk} * 0,7 / 1,5$	N/mm ²	1.32
Modulo elastico impiegato nel calcolo	N/mm ²	32 600
Calcestruzzo della soletta superiore		
Resistenza caratteristica cubica R_{ck}	N/mm ²	30
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm ²	24.9
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 * f_{ck} / 1,5$	N/mm ²	14.11
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	N/mm ²	2.56
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctk} * 0,7 / 1,5$	N/mm ²	1.19
Acciaio (§ 4.1.2.1.1)		
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	N/mm ²	450
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$	N/mm ²	391.3

PROGRAMMA DI CALCOLO

'CalcoloArticolati' vers.4.0.1
Normativa: Italia: D.M. 14/1/08

DESCRIZIONE DEL TELAIO

n° trave	Lunghezza		Area	Momento d'inerzia	Orientamento		H sez.	Posizione baricentro	Mod. elastico terreno	
	facciata	trave			facciata	trave			esterno	interno
	cm.	cm.			gradi	gradi			N/cm2	N/cm2
1	0.00	21.96	1	10	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0
2	0.00	0.01	1000000	1000000000	90.00°	90.00°	0.00	0.00	0	0
3	250.00	264.25	2508	325004	90.00°	90.00°	40.00	14.04	4694	0
4	70.71	85.70	3512	634923	45.00°	45.00°	40.00	20.00	3901	0
5	150.00	153.44	4220	1082543	0.00°	0.00°	48.00	24.84	3719	0
6	150.00	153.44	4220	1082543	0.00°	0.00°	48.00	24.84	3719	0
7	70.71	85.70	3512	634923	-45.00°	-45.00°	40.00	20.00	3901	0
8	250.00	264.25	2508	325004	-90.00°	-90.00°	40.00	14.04	4694	0
9	0.00	0.01	0	0	-90.00°	-90.00°	0.00	0.00	0	0
10	0.00	21.96	1000000	1000000000	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0

DESCRIZIONE DELLE SEZIONI

TRAVE	Sez	H1	Y1	Y2	B1	B2	S2	V2	B3	S3	V3	A1	A2	A3	A4	I0	G
3	1	40.0	32.7	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	0.00	8.27	0	14.0
3	2	40.0	33.5	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	0.00	6.99	0	14.0
3	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	1.57	6.99	0	14.0
3	4	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	9.55	4.49	1.25	6.99	0	14.0
3	5	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	12.22	4.27	5.45	6.99	0	14.0
4	1	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	12.22	4.86	3.08	5.53	0	20.0
4	2	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	10.99	6.50	2.51	5.53	0	20.0
4	3	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.91	4.52	1.93	5.53	0	20.0
4	4	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.14	8.44	1.93	5.53	0	20.0
4	5	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.14	9.80	3.08	5.53	0	20.0
5	1	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	9.14	9.21	4.54	9.20	0.00	24.8
5	2	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	6.47	16.46	0.48	9.20	0.00	24.8
5	3	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	4.21	14.70	3.05	9.20	0.00	24.8
5	4	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	3.08	14.70	0.00	9.20	0.00	24.8
5	5	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	3.08	14.70	0.00	9.20	0.00	24.8
6	1	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	3.08	14.70	0.00	9.20	0.00	24.8
6	2	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	3.08	14.70	0.00	9.20	0.00	24.8
6	3	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	4.21	14.70	3.05	9.20	0.00	24.8
6	4	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	6.47	16.46	0.48	9.20	0.00	24.8
6	5	48.0	42.0	4.3	36	125	12	0	125	16	0	9.14	9.21	4.54	9.20	0.00	24.8
7	1	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.14	9.80	3.08	5.53	0	20.0
7	2	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.14	8.44	1.93	5.53	0	20.0
7	3	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.91	4.52	1.93	5.53	0	20.0
7	4	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	10.99	6.50	2.51	5.53	0	20.0
7	5	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	12.22	4.86	3.08	5.53	0	20.0
8	1	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	12.22	4.27	5.45	6.99	0	14.0
8	2	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	9.55	4.49	1.25	6.99	0	14.0
8	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	1.57	6.99	0	14.0
8	4	40.0	33.5	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	0.00	6.99	0	14.0
8	5	40.0	32.7	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	4.78	0.00	8.27	0	14.0

Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4
Gara Anas - sottopasso - Marana

**Coefficienti moltiplicativi delle azioni
per le diverse condizioni di carico impiegate**

cond. carico	gi1	gi2	gi3	gi4	q1	q3	dinamico
10, 20	1.35	1.35	1.35	1	0	0	1
21, 23, 28	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1
41	1	1	1	1	0	0	1
51, 53	1	1	1	1	0.75	0	1
91, 92, 93, 94	1	1	1	1	0	0	1

DATI CONDIZIONE DI CARICO 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	561.5	0.0	561.5	188.7	-27.8	160.9
4	391.6	166.6	188.7	-27.8	160.9	103.2	-29.7	73.5
5	185.6	185.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	185.6	185.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	166.6	391.6	-76.4	-27.8	-104.2	-139.8	-30.1	-169.9
8	0.0	0.0	-139.8	-30.1	-169.9	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	142.4	
6	142.4	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	52.98	52.98	52.98	52.98	52.98	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-2.46	-4.93	-7.39	-9.86	
	T	(kN)	-98.19	-98.19	-98.19	-98.19	-98.19	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	98.19	92.90	87.61	82.32	77.03	
	M	(kN.m)	-9.86	12.91	17.44	7.45	-13.38	
	T	(kN)	52.98	20.85	-5.36	-25.65	-40.01	
TRAVE 4	N	(kN)	83.62	80.27	77.12	74.23	71.58	
	M	(kN.m)	-19.29	-15.66	-13.05	-11.37	-10.51	
	T	(kN)	29.13	17.56	12.04	7.10	2.72	
TRAVE 5	N	(kN)	49.56	49.56	49.56	49.56	49.56	
	M	(kN.m)	-8.69	6.86	17.80	24.12	25.84	
	T	(kN)	47.62	35.32	23.02	10.72	-1.58	
TRAVE 6	N	(kN)	49.56	49.56	49.56	49.56	49.56	
	M	(kN.m)	25.84	22.94	15.42	3.29	-13.45	
	T	(kN)	-1.58	-13.89	-26.19	-38.49	-50.79	
TRAVE 7	N	(kN)	73.61	76.03	78.75	81.76	85.01	
	M	(kN.m)	-15.73	-17.04	-19.21	-22.34	-26.51	
	T	(kN)	-5.18	-9.77	-14.90	-20.55	-30.97	
TRAVE 8	N	(kN)	80.20	85.49	90.78	96.07	101.36	
	M	(kN.m)	-20.77	-0.51	10.32	9.44	-5.40	
	T	(kN)	38.74	25.48	8.57	-11.97	-36.14	
TRAVE 9	N	(kN)	101.36	101.36	101.36	101.36	101.36	
	M	(kN.m)	-5.40	-5.40	-5.40	-5.40	-5.40	
	T	(kN)	-36.14	-36.14	-36.14	-36.14	-36.14	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.16845		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.16845	X(3)= 0.02	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.00732	X(6)= -0.01	X(7)= 0.16
inizio trave 5	X(8)= 0.06147	X(9)= -0.04	X(10)= 0.17
inizio trave 6	X(11)= -0.00019	X(12)= -0.11	X(13)= 0.17
inizio trave 7	X(14)= -0.05127	X(15)= -0.04	X(16)= 0.16
inizio trave 8	X(17)= 0.02763	X(18)= -0.03	X(19)= 0.17
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m³ a destra: 2.24 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.38 \times g_3 = 0.513$ a destra: $0.38 \times (g_3) = 0.38$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.35$ $g_2 = 1.35$ $g_3 = 1.35$ ($g_3 = 1.00$ se favorevole)
 Il fattore $g_3 = 1.35$ è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g_3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-9.9	-4.0	-9.9	98.2	53.0	53.0	40.0	32.7	125.0	36.0	3.4	5.34	4.78	0.00	8.27	-79.3	142.8	412.5	142.8
	2	12.9	-27.9	16.6	92.9	20.9	20.9	40.0	35.7	36.0	36.0	6.6	5.34	4.78	0.00	6.99	83.6	131.8	449.7	131.8
	3	17.4	-34.0	17.4	87.6	-5.4	-5.4	40.0	35.7	36.0	36.0	6.4	5.34	4.78	1.57	6.99	82.3	-227.6	-449.2	-227.6
	4	7.4	-23.1	7.4	82.3	-25.6	-25.6	40.0	35.7	36.0	36.0	6.2	9.55	4.49	1.25	6.99	77.7	-207.8	-448.6	-207.8
	5	-13.4	3.3	-19.3	77.0	-40.0	-36.8	40.0	34.0	125.0	36.0	4.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-163.9	-251.0	-426.7	-251.0
4	1	-19.3	3.1	-19.3	83.6	29.1	16.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.6	12.22	4.86	3.08	5.53	-169.6	198.6	377.7	198.6
	2	-15.7	-0.5	-19.3	80.3	17.6	10.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.4	10.99	6.50	2.51	5.53	-154.0	198.6	377.5	198.6
	3	-13.0	-3.1	-16.6	77.1	12.0	8.7	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.91	4.52	1.93	5.53	-140.3	198.6	377.3	198.6
	4	-11.4	-4.7	-13.7	74.2	7.1	4.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	8.44	1.93	5.53	-130.5	198.6	377.1	198.6
	5	-10.5	-5.3	-11.8	71.6	2.7	-1.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	9.80	3.08	5.53	-130.1	-198.6	-377.0	-198.6

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	-8.7	-7.3	-10.3	49.6	47.6	35.0	48.0	42.0	125.0	36.0	4.3	9.14	9.21	4.54	9.20	-156.4	408.2	521.2	408.2
	2	6.9	-38.7	15.9	49.6	35.3	31.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	6.47	16.46	0.48	9.20	278.4	241.5	542.3	241.5
	3	17.8	-60.8	23.2	49.6	23.0	23.0	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	4.21	14.70	3.05	9.20	250.7	398.0	542.3	398.0
	4	24.1	-73.5	25.9	49.6	10.7	10.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.7	212.3	542.3	212.3
	5	25.8	-77.0	25.8	49.6	-1.6	-1.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.7	-212.3	-542.3	-212.3
6	1	25.8	-77.0	25.8	49.6	-1.6	-1.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.7	-212.3	-542.3	-212.3
	2	22.9	-71.1	25.6	49.6	-13.9	-13.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.7	-212.3	-542.3	-212.3
	3	15.4	-56.0	21.7	49.6	-26.2	-26.1	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	4.21	14.70	3.05	9.20	250.7	-398.0	-542.3	-398.0
	4	3.3	-31.5	13.2	49.6	-38.5	-34.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	6.47	16.46	0.48	9.20	278.4	-241.5	-542.3	-241.5
	5	-13.4	2.3	-15.2	49.6	-50.8	-38.1	48.0	42.0	125.0	36.0	4.3	9.14	9.21	4.54	9.20	-156.4	-408.2	-521.2	-408.2
7	1	-15.7	1.4	-17.6	73.6	-5.2	-0.7	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	9.80	3.08	5.53	-130.4	-198.6	-377.1	-198.6
	2	-17.0	2.4	-20.0	76.0	-9.8	-7.2	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	8.44	1.93	5.53	-130.8	-198.6	-377.3	-198.6
	3	-19.2	4.4	-23.5	78.8	-14.9	-11.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.91	4.52	1.93	5.53	-140.6	-198.6	-377.4	-198.6
	4	-22.3	7.3	-26.5	81.8	-20.6	-13.7	40.0	34.0	125.0	32.0	4.4	10.99	6.50	2.51	5.53	-154.3	-198.6	-377.6	-198.6
	5	-26.5	11.2	-26.5	85.0	-31.0	-18.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.6	12.22	4.86	3.08	5.53	-169.9	-198.6	-377.8	-198.6
8	1	-20.8	11.9	-26.5	80.2	38.7	35.3	40.0	34.0	125.0	36.0	4.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-164.3	251.0	427.0	251.0
	2	-0.5	-13.4	-7.0	85.5	25.5	25.5	40.0	34.0	125.0	36.0	4.2	9.55	4.49	1.25	6.99	-132.3	201.6	427.6	201.6
	3	10.3	-25.4	10.3	90.8	8.6	8.6	40.0	35.7	36.0	36.0	6.4	5.34	4.78	1.57	6.99	83.0	227.6	449.5	227.6
	4	9.4	-23.9	11.3	96.1	-12.0	-12.0	40.0	35.7	36.0	36.0	6.6	5.34	4.78	0.00	6.99	84.3	-131.8	-450.1	-131.8
	5	-5.4	-8.7	-5.4	101.4	-36.1	-36.1	40.0	32.7	125.0	36.0	3.5	5.34	4.78	0.00	8.27	-79.6	-142.8	-412.8	-142.8

DATI CONDIZIONE DI CARICO 21 - Carichi stradali: q1a in mezzzeria + spinte asimmm (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	762.3	0.0	762.3	389.5	-67.4	322.2
4	920.1	695.1	389.5	-67.4	322.2	304.1	-120.4	183.7
5	714.2	714.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	714.2	714.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	695.1	920.1	-76.4	-115.9	-192.4	-139.8	-162.2	-301.9
8	0.0	0.0	-139.8	-162.2	-301.9	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	105 553	93.4				
6	1	105 553	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	142.4	
6	142.4	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
13	44 695

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 21 - Carichi stradali: q1a in mezzzeria + spinte asimm (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	298.04	298.04	298.04	298.04	298.04	
	M	(kN.m)	-29.37	-29.36	-29.36	-29.36	-29.36	
	T	(kN)	64.93	64.93	64.93	64.93	64.93	
TRAVE 3	N	(kN)	298.04	292.75	287.46	282.17	276.88	
	M	(kN.m)	-29.36	-2.99	-2.33	-23.32	-61.88	
	T	(kN)	64.93	20.54	-17.35	-48.73	-73.60	
TRAVE 4	N	(kN)	250.30	243.74	237.21	230.84	224.62	
	M	(kN.m)	-72.91	-49.31	-27.80	-8.25	9.44	
	T	(kN)	121.63	127.49	116.02	105.21	95.06	
TRAVE 5	N	(kN)	93.68	93.68	93.68	93.68	93.68	
	M	(kN.m)	30.60	104.69	166.73	192.98	191.35	
	T	(kN)	213.63	181.51	149.39	11.71	-20.41	
TRAVE 6	N	(kN)	138.38	138.38	138.38	138.38	138.38	
	M	(kN.m)	191.35	177.67	136.12	58.76	-30.63	
	T	(kN)	-20.41	-52.53	-190.21	-222.33	-254.45	
TRAVE 7	N	(kN)	285.04	291.25	297.67	304.31	311.02	
	M	(kN.m)	-52.79	-70.01	-89.07	-110.10	-133.18	
	T	(kN)	-92.37	-102.52	-113.29	-124.66	-132.71	
TRAVE 8	N	(kN)	317.71	323.00	328.29	333.58	338.87	
	M	(kN.m)	-115.71	-47.50	7.63	48.62	74.42	
	T	(kN)	119.06	98.96	77.18	53.71	28.56	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56	
	M	(kN.m)	74.42	55.82	37.21	18.61	0.00	
	T	(kN)	-338.87	-338.87	-338.87	-338.87	-338.87	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.48588	X(6)= -0.09	X(7)= 0.38
inizio trave 5	X(8)= 0.57281	X(9)= -0.45	X(10)= 0.70
inizio trave 6	X(11)= -0.05052	X(12)= -0.94	X(13)= 0.69
inizio trave 7	X(14)= -0.53768	X(15)= -0.36	X(16)= 0.68
inizio trave 8	X(17)= -0.19623	X(18)= -0.10	X(19)= 0.90
inizio trave 9	X(20)= 0.01318	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.01318	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.01316		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 21 - Carichi stradali: q1a in mezzeria + spinte asim (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 0.50 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g3 = 0.513 a destra: 0.38 x (g3) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g3 = 1.35 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:

Incremento dinamico q2 = 1.000 Fattore di rinterro Fr = 0.625
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.417
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.417 x 1.350 x 0.625 = 105.6 kN alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.40, 2.60
 carico distribuito equivalente a (1 - 0.625) delle forze Q1k + q1k = 42.3 kN/m
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x4 kN) x 1.35 x 0.625/ 7 archi = 44.7 kN

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-29.4	-4.2	-29.4	298.0	64.9	64.9	40.0	32.7	125.0	36.0	4.3	5.34	4.78	0.00	8.27	-102.2	142.8	432.0	142.8
	2	-3.0	-13.0	-3.0	292.8	20.5	20.5	40.0	33.5	125.0	36.0	4.3	5.34	4.78	0.00	6.99	-103.2	123.6	442.0	123.6
	3	-2.3	-13.2	-7.7	287.5	-17.3	-17.3	40.0	34.0	125.0	36.0	4.3	5.34	4.78	1.57	6.99	-103.6	-221.3	-448.1	-221.3
	4	-23.3	-5.8	-35.7	282.2	-48.7	-48.7	40.0	34.0	125.0	36.0	5.0	9.55	4.49	1.25	6.99	-154.1	-201.6	-447.5	-201.6
	5	-61.9	8.3	-72.7	276.9	-73.6	-67.2	40.0	34.0	125.0	36.0	5.4	12.22	4.27	5.45	6.99	-185.5	-251.0	-447.0	-251.0
4	1	-72.9	9.1	-72.9	250.3	121.6	97.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	12.22	4.86	3.08	5.53	-197.6	198.6	388.5	198.6
	2	-49.3	0.2	-72.7	243.7	127.5	114.3	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	10.99	6.50	2.51	5.53	-181.7	198.6	388.1	198.6
	3	-27.8	-8.3	-56.1	237.2	116.0	109.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.91	4.52	1.93	5.53	-167.7	198.6	387.6	198.6
	4	-8.3	-16.4	-34.0	230.8	105.2	99.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.7	9.14	8.44	1.93	5.53	-157.2	198.6	387.2	198.6
	5	9.4	-24.2	23.2	224.6	95.1	84.3	40.0	35.7	125.0	32.0	5.2	9.14	9.80	3.08	5.53	172.2	208.5	406.2	208.5

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	30.6	-57.5	89.9	93.7	213.6	180.5	48.0	43.7	125.0	36.0	4.9	9.14	9.21	4.54	9.20	173.5	424.7	545.7	424.7
	2	104.7	-136.6	154.5	93.7	181.5	172.1	48.0	43.7	125.0	36.0	6.1	6.47	16.46	0.48	9.20	286.8	241.5	545.7	241.5
	3	166.7	-202.8	191.8	93.7	149.4	149.2	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	4.21	14.70	3.05	9.20	259.4	398.0	545.7	398.0
	4	193.0	-230.8	193.8	93.7	11.7	41.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	3.08	14.70	0.00	9.20	259.3	212.3	545.7	212.3
	5	191.3	-229.1	193.6	93.7	-20.4	9.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	3.08	14.70	0.00	9.20	259.3	212.3	545.7	212.3
6	1	191.3	-163.1	193.6	138.4	-20.4	-20.4	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	3.08	14.70	0.00	9.20	268.0	-212.3	-549.1	-212.3
	2	177.7	-153.2	189.4	138.4	-52.5	-52.5	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	3.08	14.70	0.00	9.20	268.0	-212.3	-549.1	-212.3
	3	136.1	-123.2	173.2	138.4	-190.2	-159.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	4.21	14.70	3.05	9.20	268.0	-398.0	-549.1	-398.0
	4	58.8	-67.3	120.6	138.4	-222.3	-212.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.2	6.47	16.46	0.48	9.20	295.4	-241.5	-549.1	-241.5
	5	-30.6	-2.7	-39.4	138.4	-254.5	-221.4	48.0	42.0	125.0	36.0	4.7	9.14	9.21	4.54	9.20	-175.9	-408.2	-527.8	-408.2
7	1	-52.8	-1.5	-75.5	285.0	-92.4	-81.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.14	9.80	3.08	5.53	-166.2	-198.6	-390.7	-198.6
	2	-70.0	4.0	-95.1	291.3	-102.5	-96.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.14	8.44	1.93	5.53	-167.3	-198.6	-391.1	-198.6
	3	-89.1	9.9	-116.8	297.7	-113.3	-106.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	9.91	4.52	1.93	5.53	-177.8	-198.6	-391.5	-198.6
	4	-110.1	16.2	-133.0	304.3	-124.7	-111.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	10.99	6.50	2.51	5.53	-191.7	-198.6	-392.0	-198.6
	5	-133.2	22.8	-133.2	311.0	-132.7	-109.0	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	12.22	4.86	3.08	5.53	-207.6	-198.6	-392.4	-198.6
8	1	-115.7	22.4	-133.0	317.7	119.1	113.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-189.7	251.0	451.1	251.0
	2	-47.5	0.7	-71.1	323.0	99.0	99.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	9.55	4.49	1.25	6.99	-158.5	201.6	451.7	201.6
	3	7.6	-16.4	12.0	328.3	77.2	77.2	40.0	35.7	36.0	36.0	8.7	5.34	4.78	1.57	6.99	131.0	227.6	474.8	227.6
	4	48.6	-28.6	48.6	333.6	53.7	53.7	40.0	35.7	36.0	36.0	8.9	5.34	4.78	0.00	6.99	131.4	131.8	475.4	131.8
	5	74.4	-36.0	74.4	338.9	28.6	28.6	40.0	35.7	36.0	36.0	9.3	5.34	4.78	0.00	8.27	131.6	155.9	475.9	155.9

DATI CONDIZIONE DI CARICO 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	762.3	0.0	762.3	389.5	-83.3	306.2
4	920.1	695.1	389.5	-83.3	306.2	304.1	-137.2	166.8
5	714.2	714.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	714.2	714.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	166.6	391.6	-76.4	-133.8	-210.3	-139.8	-177.0	-316.7
8	0.0	0.0	-139.8	-177.0	-316.7	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	105 553	54.4				
6	1	105 553	21.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	142.4	
6	142.4	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
16	44 695

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	65.99	65.99	65.99	65.99	65.99	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-7.93	-15.86	-23.79	-31.72	
	T	(kN)	-316.04	-316.04	-316.04	-316.04	-316.04	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	316.04	310.75	305.46	300.17	294.88	
	M	(kN.m)	-31.72	-4.67	-3.18	-23.04	-60.03	
	T	(kN)	65.99	21.71	-15.82	-46.61	-70.65	
TRAVE 4	N	(kN)	260.79	254.09	247.41	240.90	234.53	
	M	(kN.m)	-70.65	-44.39	-20.20	2.06	22.48	
	T	(kN)	131.29	142.60	131.27	120.60	110.60	
TRAVE 5	N	(kN)	89.52	89.52	89.52	89.52	89.52	
	M	(kN.m)	46.63	127.46	170.92	188.08	193.20	
	T	(kN)	231.63	199.50	61.83	29.71	-2.42	
TRAVE 6	N	(kN)	89.52	89.52	89.52	89.52	89.52	
	M	(kN.m)	193.20	168.86	110.30	39.69	-42.95	
	T	(kN)	-2.42	-140.09	-172.21	-204.34	-236.46	
TRAVE 7	N	(kN)	265.24	266.63	268.23	270.05	272.01	
	M	(kN.m)	-62.72	-77.13	-92.58	-109.19	-127.06	
	T	(kN)	-78.72	-84.35	-90.59	-97.43	-108.77	
TRAVE 8	N	(kN)	267.68	272.97	278.26	283.55	288.84	
	M	(kN.m)	-110.39	-45.77	5.35	42.06	63.43	
	T	(kN)	113.70	92.84	70.51	46.71	21.45	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	
	M	(kN.m)	63.43	47.58	31.72	15.86	0.00	
	T	(kN)	-288.84	-288.84	-288.84	-288.84	-288.84	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.01812		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.01812	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.51659	X(6)= -0.10	X(7)= 0.46
inizio trave 5	X(8)= 0.56711	X(9)= -0.46	X(10)= 0.80
inizio trave 6	X(11)= -0.09050	X(12)= -0.91	X(13)= 0.79
inizio trave 7	X(14)= -0.51399	X(15)= -0.30	X(16)= 0.78
inizio trave 8	X(17)= -0.15440	X(18)= -0.07	X(19)= 0.99
inizio trave 9	X(20)= 0.10551	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.10551	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.10549		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 0.50 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g3 = 0.513 a destra: 0.38 x (g3) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g3 = 1.35 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico q2 = 1.000 Fattore di rinterro Fr = 0.625
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.417
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.417 x 1.350 x 0.625 = 105.6 kN alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.01, 2.21
 carico distribuito equivalente a (1 - 0.625) delle forze Q1k + q1k = 42.3 kN/m
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x4 kN) x 1.35 x 0.625/ 7 archi = 44.7 kN

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-31.7	-4.0	-31.7	316.0	66.0	66.0	40.0	32.7	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	0.00	8.27	-104.2	142.8	433.7	142.8
	2	-4.7	-12.5	-4.7	310.7	21.7	21.7	40.0	33.5	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	0.00	6.99	-105.2	123.6	443.8	123.6
	3	-3.2	-13.0	-8.2	305.5	-15.8	-15.8	40.0	34.0	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	1.57	6.99	-105.6	-221.3	-449.9	-221.3
	4	-23.0	-6.4	-34.9	300.2	-46.6	-46.6	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	9.55	4.49	1.25	6.99	-156.0	-201.6	-449.4	-201.6
	5	-60.0	6.3	-70.4	294.9	-70.7	-64.5	40.0	34.0	125.0	36.0	5.5	12.22	4.27	5.45	6.99	-187.4	-251.0	-448.8	-251.0
4	1	-70.7	7.1	-70.7	260.8	131.3	107.5	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	12.22	4.86	3.08	5.53	-199.3	198.6	389.2	198.6
	2	-44.4	-2.5	-70.4	254.1	142.6	129.5	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	10.99	6.50	2.51	5.53	-183.4	198.6	388.7	198.6
	3	-20.2	-11.8	-52.0	247.4	131.3	124.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.91	4.52	1.93	5.53	-169.4	198.6	388.3	198.6
	4	2.1	-20.9	29.5	240.9	120.6	114.7	40.0	35.7	125.0	32.0	5.1	9.14	8.44	1.93	5.53	157.8	208.5	407.3	208.5
	5	22.5	-29.6	38.6	234.5	110.6	100.0	40.0	35.7	125.0	32.0	5.3	9.14	9.80	3.08	5.53	173.8	208.5	406.8	208.5

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	46.6	-76.9	111.2	89.5	231.6	198.5	48.0	43.7	125.0	36.0	4.9	9.14	9.21	4.54	9.20	172.7	424.7	545.3	424.7
	2	127.5	-167.2	165.7	89.5	199.5	190.1	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	6.47	16.46	0.48	9.20	286.0	241.5	545.3	241.5
	3	170.9	-215.8	185.4	89.5	61.8	98.8	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	4.21	14.70	3.05	9.20	258.5	398.0	545.3	398.0
	4	188.1	-234.9	193.1	89.5	29.7	29.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	212.3	545.3	212.3
	5	193.2	-240.7	193.2	89.5	-2.4	-2.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	-212.3	-545.3	-212.3
6	1	193.2	-240.7	193.2	89.5	-2.4	-2.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	-212.3	-545.3	-212.3
	2	168.9	-213.5	192.7	89.5	-140.1	-60.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	-212.3	-545.3	-212.3
	3	110.3	-148.0	157.4	89.5	-172.2	-92.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	4.21	14.70	3.05	9.20	258.5	-398.0	-545.3	-398.0
	4	39.7	-69.2	96.2	89.5	-204.3	-194.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	6.47	16.46	0.48	9.20	286.0	-241.5	-545.3	-241.5
	5	-43.0	23.1	-51.1	89.5	-236.5	-203.4	48.0	42.0	125.0	36.0	4.5	9.14	9.21	4.54	9.20	-165.2	-408.2	-524.1	-408.2
7	1	-62.7	3.6	-81.6	265.2	-78.7	-73.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	9.80	3.08	5.53	-162.9	-198.6	-389.4	-198.6
	2	-77.1	8.9	-97.4	266.6	-84.4	-81.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	8.44	1.93	5.53	-163.2	-198.6	-389.5	-198.6
	3	-92.6	14.5	-114.4	268.2	-90.6	-86.5	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	9.91	4.52	1.93	5.53	-172.9	-198.6	-389.6	-198.6
	4	-109.2	20.4	-126.9	270.1	-97.4	-89.2	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	10.99	6.50	2.51	5.53	-186.0	-198.6	-389.7	-198.6
	5	-127.1	26.7	-127.1	272.0	-108.8	-93.8	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	12.22	4.86	3.08	5.53	-201.2	-198.6	-389.9	-198.6
8	1	-110.4	27.2	-126.9	267.7	113.7	107.4	40.0	34.0	125.0	36.0	5.4	12.22	4.27	5.45	6.99	-184.5	251.0	446.1	251.0
	2	-45.8	2.7	-68.0	273.0	92.8	92.8	40.0	34.0	125.0	36.0	5.0	9.55	4.49	1.25	6.99	-153.1	201.6	446.6	201.6
	3	5.4	-16.0	12.7	278.3	70.5	70.5	40.0	35.7	36.0	36.0	8.2	5.34	4.78	1.57	6.99	121.2	227.6	469.5	227.6
	4	42.1	-28.9	42.1	283.6	46.7	46.7	40.0	35.7	36.0	36.0	8.4	5.34	4.78	0.00	6.99	121.8	131.8	470.1	131.8
	5	63.4	-36.0	63.4	288.8	21.4	21.4	40.0	35.7	36.0	36.0	8.8	5.34	4.78	0.00	8.27	122.3	155.9	470.6	155.9

DATI CONDIZIONE DI CARICO 28 - Carichi stradali: reinterro min., q1a in mezzeria + spinte asim (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	687.3	0.0	687.3	314.5	-71.1	243.4
4	722.7	497.7	314.5	-71.1	243.4	229.0	-125.4	103.6
5	516.7	516.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	516.7	516.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	497.7	722.7	-50.3	-121.3	-171.6	-113.6	-168.5	-282.2
8	0.0	0.0	-113.6	-168.5	-282.2	-389.8	0.0	-389.8
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	123 145	93.4				
6	1	123 145	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	142.4	
6	142.4	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
13	52 144

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 28 - Carichi stradali: reinterro min., q1a in mezzeria + spinte asimmm (s.l.u)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	272.62	272.62	272.62	272.62	272.62	
	M	(kN.m)	-25.57	-25.56	-25.56	-25.56	-25.56	
	T	(kN)	55.49	55.49	55.49	55.49	55.49	
TRAVE 3	N	(kN)	272.62	267.33	262.04	256.74	251.45	
	M	(kN.m)	-25.56	-3.62	-4.42	-23.87	-57.86	
	T	(kN)	55.49	15.82	-17.29	-43.84	-63.83	
TRAVE 4	N	(kN)	224.64	219.11	213.62	208.29	203.11	
	M	(kN.m)	-67.40	-45.41	-25.07	-6.26	11.12	
	T	(kN)	111.17	119.63	110.61	102.24	94.54	
TRAVE 5	N	(kN)	77.98	77.98	77.98	77.98	77.98	
	M	(kN.m)	31.91	102.60	164.01	188.45	185.14	
	T	(kN)	200.85	176.13	151.41	3.55	-21.17	
TRAVE 6	N	(kN)	130.13	130.13	130.13	130.13	130.13	
	M	(kN.m)	185.14	172.57	132.26	54.96	-31.60	
	T	(kN)	-21.17	-45.89	-193.75	-218.47	-243.19	
TRAVE 7	N	(kN)	269.42	274.07	278.93	283.99	289.15	
	M	(kN.m)	-52.84	-69.13	-86.93	-106.35	-127.49	
	T	(kN)	-88.11	-96.34	-105.17	-114.63	-122.21	
TRAVE 8	N	(kN)	293.80	299.09	304.38	309.67	314.96	
	M	(kN.m)	-111.02	-46.61	5.55	44.48	69.17	
	T	(kN)	112.32	93.52	73.14	51.16	27.60	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	27.60	27.60	27.60	27.60	27.60	
	M	(kN.m)	69.17	51.88	34.59	17.29	0.00	
	T	(kN)	-314.96	-314.96	-314.96	-314.96	-314.96	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.48158	X(6)= -0.08	X(7)= 0.38
inizio trave 5	X(8)= 0.55699	X(9)= -0.43	X(10)= 0.70
inizio trave 6	X(11)= -0.05382	X(12)= -0.91	X(13)= 0.69
inizio trave 7	X(14)= -0.52339	X(15)= -0.34	X(16)= 0.68
inizio trave 8	X(17)= -0.18975	X(18)= -0.09	X(19)= 0.90
inizio trave 9	X(20)= 0.04770	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.04770	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.04767		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 28 - Carichi stradali: reinterro min., q1a in mezzeria + spinte asim (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 0.25 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g3 = 0.513 a destra: 0.38 x (g3) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.55 m. a dx: 2.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g3 = 1.35 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico q2 = 1.000 Fattore di rinterro Fr = 0.729
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.417
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.417 x 1.350 x 0.729 = 123.1 kN alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.40, 2.60
 carico distribuito equivalente a (1 - 0.729) delle forze Q1k + q1k = 33.9 kN/m
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x4 kN) x 1.35 x 0.729/ 7 archi = 52.1 kN

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-25.6	-4.7	-25.6	272.6	55.5	55.5	40.0	32.7	125.0	36.0	4.2	5.34	4.78	0.00	8.27	-99.4	142.8	429.5	142.8
	2	-3.6	-12.7	-3.6	267.3	15.8	15.8	40.0	33.5	125.0	36.0	4.2	5.34	4.78	0.00	6.99	-100.3	123.6	439.5	123.6
	3	-4.4	-12.4	-9.6	262.0	-17.3	-17.3	40.0	34.0	125.0	36.0	4.2	5.34	4.78	1.57	6.99	-100.7	-221.3	-445.5	-221.3
	4	-23.9	-4.7	-34.9	256.7	-43.8	-43.8	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.55	4.49	1.25	6.99	-151.3	-201.6	-444.9	-201.6
	5	-57.9	9.0	-67.2	251.5	-63.8	-59.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	12.22	4.27	5.45	6.99	-182.8	-251.0	-444.4	-251.0
4	1	-67.4	10.0	-67.4	224.6	111.2	91.8	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	12.22	4.86	3.08	5.53	-193.3	198.6	386.8	198.6
	2	-45.4	0.7	-67.2	219.1	119.6	109.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	10.99	6.50	2.51	5.53	-177.5	198.6	386.5	198.6
	3	-25.1	-8.3	-51.8	213.6	110.6	105.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.91	4.52	1.93	5.53	-163.7	198.6	386.1	198.6
	4	-6.3	-17.0	-31.0	208.3	102.2	97.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.6	9.14	8.44	1.93	5.53	-153.4	198.6	385.8	198.6
	5	11.1	-25.5	25.0	203.1	94.5	86.6	40.0	35.7	125.0	32.0	5.1	9.14	9.80	3.08	5.53	168.7	208.5	404.7	208.5

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	31.9	-65.8	88.3	78.0	200.8	175.4	48.0	43.7	125.0	36.0	4.9	9.14	9.21	4.54	9.20	170.4	424.7	544.5	424.7
	2	102.6	-156.4	151.7	78.0	176.1	168.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	6.47	16.46	0.48	9.20	283.8	241.5	544.5	241.5
	3	164.0	-235.2	188.0	78.0	151.4	151.3	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	4.21	14.70	3.05	9.20	256.3	398.0	544.5	398.0
	4	188.4	-266.5	188.4	78.0	3.5	38.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	256.2	212.3	544.5	212.3
	5	185.1	-262.3	188.5	78.0	-21.2	14.0	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	256.2	212.3	544.5	212.3
6	1	185.1	-167.1	188.5	130.1	-21.2	-21.2	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	3.08	14.70	0.00	9.20	266.4	-212.3	-548.5	-212.3
	2	172.6	-157.5	183.2	130.1	-45.9	-45.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	3.08	14.70	0.00	9.20	266.4	-212.3	-548.5	-212.3
	3	132.3	-126.5	168.7	130.1	-193.8	-158.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	4.21	14.70	3.05	9.20	266.4	-398.0	-548.5	-398.0
	4	55.0	-67.1	116.5	130.1	-218.5	-211.2	48.0	43.7	125.0	36.0	6.2	6.47	16.46	0.48	9.20	293.8	-241.5	-548.5	-241.5
	5	-31.6	-0.6	-40.0	130.1	-243.2	-217.7	48.0	42.0	125.0	36.0	4.6	9.14	9.21	4.54	9.20	-174.1	-408.2	-527.2	-408.2
7	1	-52.8	-0.4	-74.3	269.4	-88.1	-79.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	9.80	3.08	5.53	-163.6	-198.6	-389.7	-198.6
	2	-69.1	5.2	-92.6	274.1	-96.3	-91.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	8.44	1.93	5.53	-164.4	-198.6	-390.0	-198.6
	3	-86.9	11.2	-112.5	278.9	-105.2	-99.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	9.91	4.52	1.93	5.53	-174.7	-198.6	-390.3	-198.6
	4	-106.4	17.4	-127.3	284.0	-114.6	-103.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	10.99	6.50	2.51	5.53	-188.3	-198.6	-390.6	-198.6
	5	-127.5	24.1	-127.5	289.2	-122.2	-102.2	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	12.22	4.86	3.08	5.53	-204.0	-198.6	-391.0	-198.6
8	1	-111.0	23.8	-127.3	293.8	112.3	106.7	40.0	34.0	125.0	36.0	5.5	12.22	4.27	5.45	6.99	-187.3	251.0	448.7	251.0
	2	-46.6	1.5	-68.9	299.1	93.5	93.5	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	9.55	4.49	1.25	6.99	-155.9	201.6	449.2	201.6
	3	5.5	-15.9	13.0	304.4	73.1	73.1	40.0	35.7	36.0	36.0	8.4	5.34	4.78	1.57	6.99	126.3	227.6	472.3	227.6
	4	44.5	-28.4	44.5	309.7	51.2	51.2	40.0	35.7	36.0	36.0	8.7	5.34	4.78	0.00	6.99	126.8	131.8	472.8	131.8
	5	69.2	-36.0	69.2	315.0	27.6	27.6	40.0	35.7	36.0	36.0	9.0	5.34	4.78	0.00	8.27	127.2	155.9	473.4	155.9

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni esterne					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				
			MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
			kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	21dx	74.4	-36.0	74.4	338.9	28.6	28.6	40.0	35.7	36.0	36.0	9.3	5.34	4.78	0.00	8.27	131.6	155.9	475.9	155.9
		23sx	-31.7	-4.0	-31.7	316.0	66.0	66.0	40.0	32.7	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	0.00	8.27	-104.2	142.8	433.7	142.8
		23sx	-31.7	-4.0	-31.7	316.0	66.0	66.0	40.0	32.7	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	0.00	8.27	-104.2	142.8	433.7	142.8
3	2	21dx	48.6	-28.6	48.6	333.6	53.7	53.7	40.0	35.7	36.0	36.0	8.9	5.34	4.78	0.00	6.99	131.4	131.8	475.4	131.8
		23sx	-4.7	-12.5	-4.7	310.7	21.7	21.7	40.0	33.5	125.0	36.0	4.4	5.34	4.78	0.00	6.99	-105.2	123.6	443.8	123.6
		21dx	48.6	-28.6	48.6	333.6	53.7	53.7	40.0	35.7	36.0	36.0	8.9	5.34	4.78	0.00	6.99	131.4	131.8	475.4	131.8
3	3	10sx	17.4	-34.0	17.4	87.6	-5.4	-5.4	40.0	35.7	36.0	36.0	6.4	5.34	4.78	1.57	6.99	82.3	-227.6	-449.2	-227.6
		28sx	-4.4	-12.4	-9.6	262.0	-17.3	-17.3	40.0	34.0	125.0	36.0	4.2	5.34	4.78	1.57	6.99	-100.7	-221.3	-445.5	-221.3
		21dx	7.6	-16.4	12.0	328.3	77.2	77.2	40.0	35.7	36.0	36.0	8.7	5.34	4.78	1.57	6.99	131.0	227.6	474.8	227.6
3	4	10sx	7.4	-23.1	7.4	82.3	-25.6	-25.6	40.0	35.7	36.0	36.0	6.2	9.55	4.49	1.25	6.99	77.7	-207.8	-448.6	-207.8
		21dx	-47.5	0.7	-71.1	323.0	99.0	99.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	9.55	4.49	1.25	6.99	-158.5	201.6	451.7	201.6
		21dx	-47.5	0.7	-71.1	323.0	99.0	99.0	40.0	35.7	36.0	36.0	5.2	9.55	4.49	1.25	6.99	-158.5	201.6	451.7	201.6
3	5																				
		21dx	-115.7	22.4	-133.0	317.7	119.1	113.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-189.7	251.0	451.1	251.0
		21dx	-115.7	22.4	-133.0	317.7	119.1	113.0	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-189.7	251.0	451.1	251.0
4	1																				
		21dx	-133.2	22.8	-133.2	311.0	-132.7	-109.0	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	12.22	4.86	3.08	5.53	-207.6	-198.6	-392.4	-198.6
		21dx	-133.2	22.8	-133.2	311.0	-132.7	-109.0	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	12.22	4.86	3.08	5.53	-207.6	-198.6	-392.4	-198.6
4	2																				
		21dx	-110.1	16.2	-133.0	304.3	-124.7	-111.6	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	10.99	6.50	2.51	5.53	-191.7	-198.6	-392.0	-198.6
		23sx	-44.4	-2.5	-70.4	254.1	142.6	129.5	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	10.99	6.50	2.51	5.53	-183.4	198.6	388.7	198.6
4	3																				
		23dx	-92.6	14.5	-114.4	268.2	-90.6	-86.5	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	9.91	4.52	1.93	5.53	-172.9	-198.6	-389.6	-198.6
		23sx	-20.2	-11.8	-52.0	247.4	131.3	124.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.91	4.52	1.93	5.53	-169.4	198.6	388.3	198.6
4	4	23sx	2.1	-20.9	29.5	240.9	120.6	114.7	40.0	35.7	125.0	32.0	5.1	9.14	8.44	1.93	5.53	157.8	208.5	407.3	208.5
		23dx	-77.1	8.9	-97.4	266.6	-84.4	-81.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	8.44	1.93	5.53	-163.2	-198.6	-389.5	-198.6
		23sx	2.1	-20.9	29.5	240.9	120.6	114.7	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	9.14	8.44	1.93	5.53	157.8	208.5	407.3	208.5
4	5	23sx	22.5	-29.6	38.6	234.5	110.6	100.0	40.0	35.7	125.0	32.0	5.3	9.14	9.80	3.08	5.53	173.8	208.5	406.8	208.5
		23dx	-62.7	3.6	-81.6	265.2	-78.7	-73.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.14	9.80	3.08	5.53	-162.9	-198.6	-389.4	-198.6
		23sx	22.5	-29.6	38.6	234.5	110.6	100.0	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	9.14	9.80	3.08	5.53	173.8	208.5	406.8	208.5

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni esterne					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				
			MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzion	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
			kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	23sx	46.6	-76.9	111.2	89.5	231.6	198.5	48.0	43.7	125.0	36.0	4.9	9.14	9.21	4.54	9.20	172.7	424.7	545.3	424.7
		23dx	-43.0	23.1	-51.1	89.5	-236.5	-203.4	48.0	42.0	125.0	36.0	4.5	9.14	9.21	4.54	9.20	-165.2	-408.2	-524.1	-408.2
		21dx	-30.6	-2.7	-39.4	138.4	-254.5	-221.4	48.0	42.0	125.0	36.0	4.7	9.14	9.21	4.54	9.20	-175.9	-408.2	-527.8	-408.2
5	2	23sx	127.5	-167.2	165.7	89.5	199.5	190.1	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	6.47	16.46	0.48	9.20	286.0	241.5	545.3	241.5
		21dx	58.8	-67.3	120.6	138.4	-222.3	-212.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.2	6.47	16.46	0.48	9.20	295.4	-241.5	-549.1	-241.5
5	3	21sx	166.7	-202.8	191.8	93.7	149.4	149.2	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	4.21	14.70	3.05	9.20	259.4	398.0	545.7	398.0
		21dx	136.1	-123.2	173.2	138.4	-190.2	-159.9	48.0	43.7	125.0	36.0	6.0	4.21	14.70	3.05	9.20	268.0	-398.0	-549.1	-398.0
5	4	21sx	193.0	-230.8	193.8	93.7	11.7	41.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	3.08	14.70	0.00	9.20	259.3	212.3	545.7	212.3
		23dx	168.9	-213.5	192.7	89.5	-140.1	-60.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	-212.3	-545.3	-212.3
5	5	23dx	193.2	-240.7	193.2	89.5	-2.4	-2.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.7	3.08	14.70	0.00	9.20	258.5	-212.3	-545.3	-212.3
		28dx	185.1	-167.1	188.5	130.1	-21.2	-21.2	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	3.08	14.70	0.00	9.20	266.4	-212.3	-548.5	-212.3

DATI CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.s. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	415.9	0.0	415.9	139.8	-0.6	139.2
4	290.0	123.4	139.8	-0.6	139.2	76.4	-0.8	75.7
5	137.5	137.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	137.5	137.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	123.4	290.0	-76.4	0.8	-75.7	-139.8	0.6	-139.2
8	0.0	0.0	-139.8	0.6	-139.2	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	62.7	
4	87.8	
5	105.5	
6	105.5	
7	87.8	
8	62.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.s. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	39.15	39.15	39.15	39.15	39.15	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-1.85	-3.71	-5.56	-7.42	
	T	(kN)	-73.91	-73.91	-73.91	-73.91	-73.91	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	73.91	69.99	66.07	62.15	58.23	
	M	(kN.m)	-7.42	9.35	12.44	4.39	-12.23	
	T	(kN)	39.15	15.20	-4.65	-20.42	-32.10	
TRAVE 4	N	(kN)	64.70	62.40	60.25	58.28	56.51	
	M	(kN.m)	-16.98	-14.50	-12.81	-11.84	-11.51	
	T	(kN)	21.60	11.73	7.46	3.62	0.19	
TRAVE 5	N	(kN)	40.69	40.69	40.69	40.69	40.69	
	M	(kN.m)	-10.41	1.55	10.09	15.22	16.93	
	T	(kN)	36.45	27.34	18.23	9.11	0.00	
TRAVE 6	N	(kN)	40.69	40.69	40.69	40.69	40.69	
	M	(kN.m)	16.93	15.22	10.09	1.55	-10.41	
	T	(kN)	0.00	-9.11	-18.22	-27.34	-36.45	
TRAVE 7	N	(kN)	56.51	58.28	60.25	62.40	64.70	
	M	(kN.m)	-11.51	-11.84	-12.81	-14.50	-16.98	
	T	(kN)	-0.19	-3.62	-7.46	-11.73	-21.60	
TRAVE 8	N	(kN)	58.23	62.15	66.07	69.99	73.91	
	M	(kN.m)	-12.23	4.39	12.44	9.35	-7.42	
	T	(kN)	32.10	20.42	4.65	-15.20	-39.15	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	39.15	39.15	39.15	39.15	39.15	
	M	(kN.m)	-7.42	-5.56	-3.71	-1.85	0.00	
	T	(kN)	73.91	73.91	73.91	73.91	73.91	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.07721		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.07721	X(3)= 0.01	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.02159	X(6)= -0.01	X(7)= 0.00
inizio trave 5	X(8)= 0.03214	X(9)= -0.02	X(10)= 0.00
inizio trave 6	X(11)= 0.00000	X(12)= -0.06	X(13)= 0.00
inizio trave 7	X(14)= -0.03214	X(15)= -0.02	X(16)= 0.00
inizio trave 8	X(17)= 0.02159	X(18)= -0.01	X(19)= 0.00
inizio trave 9	X(20)= -0.07721	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= -0.07721	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= -0.07721		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana #####

Condizione di carico 41 - S.I.s. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m³ a destra: 2.24 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.38 \times g_3 = 0.38$ a destra: $0.38 \times (g_3) = 0.38$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increm. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$ ($g_3 = 1.00$ se favorevole)
 Il fattore $g_3 = 1.00$ è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g_3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm ²	A2 interni cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	41	-7.4	-4.0	3.0	73.9	39.2	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	4.78	0.00	8.27	4.8	0.8	0.39	-	-	0.000
	2	41	9.4	-27.4	19.2	70.0	15.2	40.0	35.7	36.0	36.0	34.3	5.34	4.78	0.00	6.99	0.2	1.0	0.18	-	-	0.000
	3	41	12.4	-32.9	21.7	66.1	-4.7	40.0	35.7	36.0	36.0	24.2	5.34	4.78	1.57	6.99	4.2	1.5	-0.05	-	-	0.000
	4	41	4.4	-21.1	13.1	62.1	-20.4	40.0	35.7	36.0	36.0	45.7	9.55	4.49	1.25	6.99	-0.7	0.5	-0.21	-	-	0.000
	5	41	-12.2	7.0	-4.1	58.2	-32.1	40.0	34.0	125.0	36.0	10.3	12.22	4.27	5.45	6.99	16.3	1.2	-0.29	-	-	0.000
4	1	41	-17.0	6.2	-4.0	64.7	21.6	40.0	34.0	125.0	32.0	10.5	12.22	4.86	3.08	5.53	17.0	1.3	0.22	-	-	0.000
	2	41	-14.5	3.2	-2.0	62.4	11.7	40.0	34.0	125.0	32.0	11.2	10.99	6.50	2.51	5.53	13.1	1.1	0.12	-	-	0.000
	3	41	-12.8	1.3	-0.8	60.2	7.5	40.0	34.0	125.0	32.0	11.8	9.91	4.52	1.93	5.53	10.5	0.9	0.08	-	-	0.000
	4	41	-11.8	0.3	-0.2	58.3	3.6	40.0	34.0	125.0	32.0	12.1	9.14	8.44	1.93	5.53	9.2	0.8	0.04	-	-	0.000
	5	41	-11.5	0.4	-0.2	56.5	0.2	40.0	34.0	125.0	32.0	12.0	9.14	9.80	3.08	5.53	9.0	0.8	0.00	-	-	0.000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm ²	interni cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	41	-10.4	0.7	-0.3	40.7	36.5	48.0	42.0	125.0	36.0	13.9	9.14	9.21	4.54	9.20	6.2	0.5	0.27	-	-	0.000
	2	41	1.6	-28.7	11.7	40.7	27.3	48.0	43.7	125.0	36.0	86.7	6.47	16.46	0.48	9.20	-0.4	0.1	0.22	-	-	0.000
	3	41	10.1	-49.6	20.2	40.7	18.2	48.0	43.7	125.0	36.0	15.9	4.21	14.70	3.05	9.20	5.0	0.5	0.13	-	-	0.000
	4	41	15.2	-62.2	25.3	40.7	9.1	48.0	43.7	125.0	36.0	11.9	3.08	14.70	0.00	9.20	12.7	0.8	0.06	-	-	0.000
	5	41	16.9	-66.4	27.0	40.7	0.0	48.0	43.7	125.0	36.0	11.2	3.08	14.70	0.00	9.20	15.4	0.9	0.00	-	-	0.000
6	1	41	16.9	-66.4	27.0	40.7	0.0	48.0	43.7	125.0	36.0	11.2	3.08	14.70	0.00	9.20	15.4	0.9	0.00	-	-	0.000
	2	41	15.2	-62.2	25.3	40.7	-9.1	48.0	43.7	125.0	36.0	11.9	3.08	14.70	0.00	9.20	12.7	0.8	-0.06	-	-	0.000
	3	41	10.1	-49.6	20.2	40.7	-18.2	48.0	43.7	125.0	36.0	15.9	4.21	14.70	3.05	9.20	5.0	0.5	-0.13	-	-	0.000
	4	41	1.6	-28.7	11.7	40.7	-27.3	48.0	43.7	125.0	36.0	86.7	6.47	16.46	0.48	9.20	-0.4	0.1	-0.22	-	-	0.000
	5	41	-10.4	0.7	-0.3	40.7	-36.4	48.0	42.0	125.0	36.0	13.9	9.14	9.21	4.54	9.20	6.2	0.5	-0.27	-	-	0.000
7	1	41	-11.5	0.4	-0.2	56.5	-0.2	40.0	34.0	125.0	32.0	12.0	9.14	9.80	3.08	5.53	9.0	0.8	0.00	-	-	0.000
	2	41	-11.8	0.3	-0.2	58.3	-3.6	40.0	34.0	125.0	32.0	12.1	9.14	8.44	1.93	5.53	9.2	0.8	-0.04	-	-	0.000
	3	41	-12.8	1.3	-0.8	60.2	-7.5	40.0	34.0	125.0	32.0	11.8	9.91	4.52	1.93	5.53	10.5	0.9	-0.08	-	-	0.000
	4	41	-14.5	3.2	-2.0	62.4	-11.7	40.0	34.0	125.0	32.0	11.2	10.99	6.50	2.51	5.53	13.1	1.1	-0.12	-	-	0.000
	5	41	-17.0	6.2	-4.0	64.7	-21.6	40.0	34.0	125.0	32.0	10.5	12.22	4.86	3.08	5.53	17.0	1.3	-0.22	-	-	0.000
8	1	41	-12.2	7.0	-4.1	58.2	32.1	40.0	34.0	125.0	36.0	10.3	12.22	4.27	5.45	6.99	16.3	1.2	0.29	-	-	0.000
	2	41	4.4	-21.1	13.1	62.1	20.4	40.0	35.7	36.0	36.0	45.7	9.55	4.49	1.25	6.99	-0.7	0.5	0.21	-	-	0.000
	3	41	12.4	-32.9	21.7	66.1	4.7	40.0	35.7	36.0	36.0	24.2	5.34	4.78	1.57	6.99	4.2	1.5	0.05	-	-	0.000
	4	41	9.4	-27.4	19.2	70.0	-15.2	40.0	35.7	36.0	36.0	34.3	5.34	4.78	0.00	6.99	0.2	1.0	-0.18	-	-	0.000
	5	41	-7.4	-4.0	3.0	73.9	-39.2	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	4.78	0.00	8.27	4.8	0.8	-0.39	-	-	0.000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 51 - S.I.s. combinaz. frequente: q1a in mezzeria + spinte asimm.

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	527.5	0.0	527.5	251.4	1.7	253.1
4	583.7	417.0	251.4	1.7	253.1	188.0	-25.9	162.2
5	431.1	431.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	431.1	431.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	417.0	583.7	-76.4	-23.0	-99.4	-139.8	-50.0	-189.8
8	0.0	0.0	-139.8	-50.0	-189.8	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	58 641	93.4				
6	1	58 641	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	62.7	
4	87.8	
5	105.5	
6	105.5	
7	87.8	
8	62.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 51 - S.I.s. combinaz. frequente: q1a in mezzeria + spinte asimmm.

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	192.36	192.36	192.36	192.36	192.36	
	M	(kN.m)	-6.89	-6.89	-6.89	-6.89	-6.89	
	T	(kN)	39.37	39.37	39.37	39.37	39.37	
TRAVE 3	N	(kN)	192.36	188.44	184.52	180.60	176.69	
	M	(kN.m)	-6.89	7.84	4.49	-14.39	-46.27	
	T	(kN)	39.37	8.43	-18.46	-41.28	-60.05	
TRAVE 4	N	(kN)	169.36	165.49	161.68	158.00	154.46	
	M	(kN.m)	-55.20	-41.92	-30.06	-19.54	-10.27	
	T	(kN)	74.71	71.03	63.23	55.91	49.06	
TRAVE 5	N	(kN)	76.34	76.34	76.34	76.34	76.34	
	M	(kN.m)	1.45	48.71	88.43	107.41	110.05	
	T	(kN)	136.10	115.98	95.85	17.09	-3.04	
TRAVE 6	N	(kN)	76.34	76.34	76.34	76.34	76.34	
	M	(kN.m)	110.05	105.13	83.88	41.89	-7.66	
	T	(kN)	-3.04	-23.16	-101.92	-122.05	-142.17	
TRAVE 7	N	(kN)	159.23	163.32	167.56	171.93	176.36	
	M	(kN.m)	-20.20	-30.09	-41.14	-53.43	-67.04	
	T	(kN)	-52.87	-59.17	-65.94	-73.17	-76.95	
TRAVE 8	N	(kN)	182.76	186.67	190.59	194.51	198.43	
	M	(kN.m)	-57.49	-21.29	4.93	19.08	19.07	
	T	(kN)	64.79	50.49	32.85	11.87	-12.45	
TRAVE 9	N	(kN)	198.43	198.43	198.43	198.43	198.43	
	M	(kN.m)	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	
	T	(kN)	-12.45	-12.45	-12.45	-12.45	-12.45	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.20645	X(6)= -0.06	X(7)= -0.01
inizio trave 5	X(8)= 0.31670	X(9)= -0.24	X(10)= 0.15
inizio trave 6	X(11)= -0.00779	X(12)= -0.54	X(13)= 0.14
inizio trave 7	X(14)= -0.31204	X(15)= -0.22	X(16)= 0.13
inizio trave 8	X(17)= -0.15720	X(18)= -0.06	X(19)= 0.28
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana #####

Condizione di carico 51 - S.I.s. combinaz. frequente: q1a in mezzzeria + spinte asimm.

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.38 \times g_3 = 0.38$ a destra: $0.38 \times (g_3) = 0.38$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$ ($g_3 = 1.00$ se favorevole)
 Il fattore $g_3 = 1.00$ è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g_3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$ Fattore di rinterro $Fr = 0.625$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.417$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_1 = 0.750$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN $\times 0.417 \times 0.750 \times 0.625 = 58.6$ kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.40, 2.60
 carico distribuito equivalente a (1 - 0.625) delle forze Q1k + q1k = 23.5 kN/m2
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x4 kN) $\times 0 \times 0.625 / 7$ archi = 0.0 kN

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compreso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	51	-6.9	-10.5	20.1	192.4	39.4	40.0	32.7	125.0	36.0	49.8	5.34	4.78	0.00	8.27	-2.2	1.0	0.41	-	-	0.000
	2	51	7.8	-18.2	34.3	188.4	8.4	40.0	35.7	36.0	36.0	58.7	5.34	4.78	0.00	6.99	-3.1	1.3	0.09	-	-	0.000
	3	51	4.5	-16.5	30.4	184.5	-18.5	40.0	35.7	36.0	36.0	83.6	5.34	4.78	1.57	6.99	-3.6	1.0	-0.19	-	-	0.000
	4	51	-14.4	-6.1	11.0	180.6	-41.3	40.0	34.0	125.0	36.0	25.6	9.55	4.49	1.25	6.99	2.8	1.4	-0.42	-	-	0.000
	5	51	-46.3	12.1	-21.5	176.7	-60.1	40.0	34.0	125.0	36.0	9.3	12.22	4.27	5.45	6.99	71.4	4.5	-0.54	-	-	0.000
4	1	51	-55.2	12.6	-21.3	169.4	74.7	40.0	34.0	125.0	32.0	9.2	12.22	4.86	3.08	5.53	70.3	4.3	0.76	175	123	0.000
	2	51	-41.9	5.3	-8.8	165.5	71.0	40.0	34.0	125.0	32.0	10.4	10.99	6.50	2.51	5.53	43.5	3.2	0.73	168	136	0.000
	3	51	-30.1	-1.4	2.3	161.7	63.2	40.0	34.0	125.0	32.0	14.0	9.91	4.52	1.93	5.53	17.4	2.0	0.67	155	145	0.000
	4	51	-19.5	-7.6	12.1	158.0	55.9	40.0	34.0	125.0	32.0	32.2	9.14	8.44	1.93	5.53	0.4	1.1	0.66	-	-	0.000
	5	51	-10.3	-13.4	20.6	154.5	49.1	40.0	34.0	125.0	32.0	47.5	9.14	9.80	3.08	5.53	-1.3	0.7	0.53	-	-	0.000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm ²	interni cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	51	1.4	-26.7	20.4	76.3	136.1	48.0	43.7	125.0	36.0	156.5	9.14	9.21	4.54	9.20	-0.9	0.2	1.09	170	142	0.000
	2	51	48.7	-88.7	67.7	76.3	116.0	48.0	43.7	125.0	36.0	10.0	6.47	16.46	0.48	9.20	50.7	2.5	0.80	264	264	0.000
	3	51	88.4	-140.7	107.4	76.3	95.9	48.0	43.7	125.0	36.0	8.4	4.21	14.70	3.05	9.20	121.4	4.8	0.65	-	-	0.000
	4	51	107.4	-165.5	126.4	76.3	17.1	48.0	43.7	125.0	36.0	8.2	3.08	14.70	0.00	9.20	152.5	5.8	0.12	-	-	0.000
	5	51	110.0	-169.0	129.0	76.3	-3.0	48.0	43.7	125.0	36.0	8.1	3.08	14.70	0.00	9.20	156.9	6.0	-0.02	-	-	0.000
6	1	51	110.0	-169.0	129.0	76.3	-3.0	48.0	43.7	125.0	36.0	8.1	3.08	14.70	0.00	9.20	156.9	6.0	-0.02	-	-	0.000
	2	51	105.1	-162.6	124.1	76.3	-23.2	48.0	43.7	125.0	36.0	8.2	3.08	14.70	0.00	9.20	148.8	5.7	-0.16	-	-	0.000
	3	51	83.9	-134.7	102.8	76.3	-101.9	48.0	43.7	125.0	36.0	8.5	4.21	14.70	3.05	9.20	113.9	4.6	-0.69	109	126	0.000
	4	51	41.9	-79.7	60.9	76.3	-122.0	48.0	43.7	125.0	36.0	10.5	6.47	16.46	0.48	9.20	40.7	2.1	-0.84	132	279	0.000
	5	51	-7.7	-14.8	11.3	76.3	-142.2	48.0	42.0	125.0	36.0	50.8	9.14	9.21	4.54	9.20	-0.4	0.3	-1.14	148	148	0.000
7	1	51	-20.2	-7.3	11.6	159.2	-52.9	40.0	34.0	125.0	32.0	31.3	9.14	9.80	3.08	5.53	0.6	1.1	-0.62	-	-	0.000
	2	51	-30.1	-1.6	2.6	163.3	-59.2	40.0	34.0	125.0	32.0	13.8	9.14	8.44	1.93	5.53	17.7	2.0	-0.63	-	-	0.000
	3	51	-41.1	4.6	-7.6	167.6	-65.9	40.0	34.0	125.0	32.0	10.3	9.91	4.52	1.93	5.53	44.3	3.2	-0.67	149	149	0.000
	4	51	-53.4	11.1	-19.0	171.9	-73.2	40.0	34.0	125.0	32.0	9.0	10.99	6.50	2.51	5.53	71.4	4.3	-0.74	139	139	0.000
	5	51	-67.0	18.0	-31.8	176.4	-76.9	40.0	34.0	125.0	32.0	8.5	12.22	4.86	3.08	5.53	96.9	5.4	-0.77	127	127	0.000
8	1	51	-57.5	17.4	-31.8	182.8	64.8	40.0	34.0	125.0	36.0	8.6	12.22	4.27	5.45	6.99	97.7	5.5	0.58	-	-	0.054
	2	51	-21.3	-2.6	4.9	186.7	50.5	40.0	34.0	125.0	36.0	15.6	9.55	4.49	1.25	6.99	15.0	2.1	0.48	-	-	0.000
	3	51	4.9	-16.6	31.7	190.6	32.9	40.0	35.7	36.0	36.0	80.0	5.34	4.78	1.57	6.99	-3.6	1.1	0.34	-	-	0.000
	4	51	19.1	-23.8	46.4	194.5	11.9	40.0	35.7	36.0	36.0	39.5	5.34	4.78	0.00	6.99	-1.3	2.2	0.12	-	-	0.000
	5	51	19.1	-23.6	46.9	198.4	-12.4	40.0	35.7	36.0	36.0	39.7	5.34	4.78	0.00	8.27	-1.3	2.2	-0.13	-	-	0.000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 53 - S.I.s. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	527.5	0.0	527.5	251.4	-2.9	248.4
4	583.7	417.0	251.4	-2.9	248.4	188.0	-30.9	157.2
5	431.1	431.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	431.1	431.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	123.4	290.0	-76.4	-28.0	-104.4	-139.8	-52.4	-192.2
8	0.0	0.0	-139.8	-52.4	-192.2	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	58 641	54.4				
6	1	58 641	21.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	62.7	
4	87.8	
5	105.5	
6	105.5	
7	87.8	
8	62.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 53 - S.I.s. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	202.52	202.52	202.52	202.52	202.52	
	M	(kN.m)	-8.16	-8.16	-8.16	-8.16	-8.15	
	T	(kN)	39.86	39.86	39.86	39.86	39.86	
TRAVE 3	N	(kN)	202.52	198.60	194.68	190.76	186.85	
	M	(kN.m)	-8.15	6.88	3.89	-14.54	-45.85	
	T	(kN)	39.86	8.95	-17.83	-40.48	-59.01	
TRAVE 4	N	(kN)	175.77	171.86	168.00	164.28	160.70	
	M	(kN.m)	-54.65	-39.96	-26.68	-14.73	-4.03	
	T	(kN)	80.02	79.03	71.28	64.00	57.19	
TRAVE 5	N	(kN)	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95	
	M	(kN.m)	9.28	60.35	89.81	103.80	110.24	
	T	(kN)	146.26	126.14	47.37	27.25	7.12	
TRAVE 6	N	(kN)	74.95	74.95	74.95	74.95	74.95	
	M	(kN.m)	110.24	99.46	68.83	30.64	-15.09	
	T	(kN)	7.12	-71.64	-91.76	-111.89	-132.01	
TRAVE 7	N	(kN)	148.80	150.26	151.87	153.62	155.45	
	M	(kN.m)	-26.18	-34.36	-43.26	-52.93	-63.47	
	T	(kN)	-44.49	-48.23	-52.43	-57.10	-63.31	
TRAVE 8	N	(kN)	154.80	158.72	162.64	166.56	170.48	
	M	(kN.m)	-54.18	-19.05	6.03	19.01	17.80	
	T	(kN)	63.14	48.72	31.00	9.97	-14.38	
TRAVE 9	N	(kN)	170.48	170.48	170.48	170.48	170.48	
	M	(kN.m)	17.80	17.80	17.80	17.80	17.80	
	T	(kN)	-14.38	-14.38	-14.38	-14.38	-14.38	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.21854	X(6)= -0.06	X(7)= 0.02
inizio trave 5	X(8)= 0.31220	X(9)= -0.24	X(10)= 0.18
inizio trave 6	X(11)= -0.02717	X(12)= -0.52	X(13)= 0.17
inizio trave 7	X(14)= -0.29297	X(15)= -0.20	X(16)= 0.16
inizio trave 8	X(17)= -0.12713	X(18)= -0.05	X(19)= 0.29
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana #####

Condizione di carico 53 - S.I.s. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.38 \times g_3 = 0.38$ a destra: $0.38 \times (g_3) = 0.38$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$ ($g_3 = 1.00$ se favorevole)
 Il fattore $g_3 = 1.00$ è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g_3) = 1 sul fianco destro

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$ Fattore di rinterro $Fr = 0.625$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.417$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_1 = 0.750$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.417 x 0.750 x 0.625 = 58.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.01, 2.21
 carico distribuito equivalente a (1 - 0.625) delle forze Q1k + q1k = 23.5 kN/m2
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x4 kN) x 0 x 0.625/ 7 archi = 0.0 kN

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm2	A2 interni cm2	A3 ferri piegati cm2	A4 totale staffe/m cm2/m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	53	-8.2	-10.0	20.3	202.5	39.9	40.0	32.7	125.0	36.0	45.9	5.34	4.78	0.00	8.27	-2.0	1.1	0.41	-	-	0.000
	2	53	6.9	-17.5	34.8	198.6	9.0	40.0	35.7	36.0	36.0	65.5	5.34	4.78	0.00	6.99	-3.5	1.3	0.09	-	-	0.000
	3	53	3.9	-16.0	31.2	194.7	-17.8	40.0	35.7	36.0	36.0	97.1	5.34	4.78	1.57	6.99	-3.9	1.0	-0.18	-	-	0.000
	4	53	-14.5	-6.4	12.2	190.8	-40.5	40.0	34.0	125.0	36.0	27.1	9.55	4.49	1.25	6.99	2.2	1.4	-0.41	-	-	0.000
	5	53	-45.9	10.5	-19.6	186.8	-59.0	40.0	34.0	125.0	36.0	9.5	12.22	4.27	5.45	6.99	68.1	4.4	-0.53	-	-	0.000
4	1	53	-54.6	11.1	-19.5	175.8	80.0	40.0	34.0	125.0	32.0	9.4	12.22	4.86	3.08	5.53	66.5	4.3	0.81	188	132	0.000
	2	53	-40.0	3.3	-5.6	171.9	79.0	40.0	34.0	125.0	32.0	11.1	10.99	6.50	2.51	5.53	36.1	2.9	0.82	189	151	0.000
	3	53	-26.7	-4.1	6.9	168.0	71.3	40.0	34.0	125.0	32.0	19.0	9.91	4.52	1.93	5.53	7.7	1.6	0.78	180	165	0.000
	4	53	-14.7	-11.0	18.1	164.3	64.0	40.0	34.0	125.0	32.0	40.3	9.14	8.44	1.93	5.53	-0.8	0.9	0.69	160	148	0.000
	5	53	-4.0	-17.5	28.1	160.7	57.2	40.0	34.0	125.0	32.0	93.9	9.14	9.80	3.08	5.53	-2.2	0.6	0.62	-	-	0.000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm ²	interni cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	53	9.3	-37.2	27.9	75.0	146.3	48.0	43.7	125.0	36.0	43.0	9.14	9.21	4.54	9.20	0.0	0.4	1.23	193	155	0.000
	2	53	60.4	-105.4	79.0	75.0	126.1	48.0	43.7	125.0	36.0	9.4	6.47	16.46	0.48	9.20	68.1	3.1	0.87	286	286	0.000
	3	53	89.8	-144.7	108.4	75.0	47.4	48.0	43.7	125.0	36.0	8.3	4.21	14.70	3.05	9.20	124.1	4.9	0.32	-	-	0.000
	4	53	103.8	-163.3	122.4	75.0	27.2	48.0	43.7	125.0	36.0	8.2	3.08	14.70	0.00	9.20	147.0	5.6	0.18	-	-	0.000
	5	53	110.2	-171.9	128.9	75.0	7.1	48.0	43.7	125.0	36.0	8.1	3.08	14.70	0.00	9.20	157.6	6.0	0.05	-	-	0.000
6	1	53	110.2	-171.9	128.9	75.0	7.1	48.0	43.7	125.0	36.0	8.1	3.08	14.70	0.00	9.20	157.6	6.0	0.05	-	-	0.000
	2	53	99.5	-157.6	118.1	75.0	-71.6	48.0	43.7	125.0	36.0	8.2	3.08	14.70	0.00	9.20	139.9	5.4	-0.49	-	-	0.000
	3	53	68.8	-116.7	87.4	75.0	-91.8	48.0	43.7	125.0	36.0	8.7	4.21	14.70	3.05	9.20	89.6	3.7	-0.63	-	-	0.000
	4	53	30.6	-65.7	49.3	75.0	-111.9	48.0	43.7	125.0	36.0	11.8	6.47	16.46	0.48	9.20	24.9	1.5	-0.78	123	258	0.000
	5	53	-15.1	-4.7	3.5	75.0	-132.0	48.0	42.0	125.0	36.0	23.1	9.14	9.21	4.54	9.20	3.1	0.6	-1.02	136	136	0.000
7	1	53	-26.2	-2.4	3.6	148.8	-44.5	40.0	34.0	125.0	32.0	15.0	9.14	9.80	3.08	5.53	12.9	1.7	-0.47	-	-	0.000
	2	53	-34.4	2.9	-4.3	150.3	-48.2	40.0	34.0	125.0	32.0	10.6	9.14	8.44	1.93	5.53	34.8	2.6	-0.50	-	-	0.000
	3	53	-43.3	8.5	-12.9	151.9	-52.4	40.0	34.0	125.0	32.0	9.2	9.91	4.52	1.93	5.53	57.4	3.5	-0.53	-	-	0.000
	4	53	-52.9	14.5	-22.2	153.6	-57.1	40.0	34.0	125.0	32.0	8.5	10.99	6.50	2.51	5.53	77.9	4.3	-0.57	-	-	0.000
	5	53	-63.5	20.8	-32.4	155.5	-63.3	40.0	34.0	125.0	32.0	8.3	12.22	4.86	3.08	5.53	96.3	5.2	-0.63	-	-	0.000
8	1	53	-54.2	21.0	-32.4	154.8	63.1	40.0	34.0	125.0	36.0	8.3	12.22	4.27	5.45	6.99	96.4	5.2	0.56	-	-	0.050
	2	53	-19.1	-2.0	3.2	158.7	48.7	40.0	34.0	125.0	36.0	14.7	9.55	4.49	1.25	6.99	15.0	1.9	0.46	-	-	0.000
	3	53	6.0	-17.7	28.9	162.6	31.0	40.0	35.7	36.0	36.0	62.9	5.34	4.78	1.57	6.99	-2.8	1.1	0.32	-	-	0.000
	4	53	19.0	-25.5	42.4	166.6	10.0	40.0	35.7	36.0	36.0	37.1	5.34	4.78	0.00	6.99	-0.5	2.1	0.10	-	-	0.000
	5	53	17.8	-24.5	41.7	170.5	-14.4	40.0	35.7	36.0	36.0	38.5	5.34	4.78	0.00	8.27	-0.9	2.0	-0.15	-	-	0.000

VERIFICA A FESSURAZIONE: combinazione quasi permanente (apertura < 0.20 mm) Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 41

$\Psi_2 = 0.000$

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k mm
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	41sx	-7.4	-4.0	3.0	73.9	39.2	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	4.78	0.00	8.27	4.8	0.8	0.39	-	-	0.00
	2	41sx	9.4	-27.4	19.2	70.0	15.2	40.0	35.7	36.0	36.0	34.3	5.34	4.78	0.00	6.99	0.2	1.0	0.18	-	-	0.00
	3	41sx	12.4	-32.9	21.7	66.1	-4.7	40.0	35.7	36.0	36.0	24.2	5.34	4.78	1.57	6.99	4.2	1.5	-0.05	-	-	0.00
	4	41sx	4.4	-21.1	13.1	62.1	-20.4	40.0	35.7	36.0	36.0	45.7	9.55	4.49	1.25	6.99	-0.7	0.5	-0.21	-	-	0.00
	5	41sx	-12.2	7.0	-4.1	58.2	-32.1	40.0	34.0	125.0	36.0	10.3	12.22	4.27	5.45	6.99	16.3	1.2	-0.29	-	-	0.00
4	1	41sx	-17.0	6.2	-4.0	64.7	21.6	40.0	34.0	125.0	32.0	10.5	12.22	4.86	3.08	5.53	17.0	1.3	0.22	-	-	0.00
	2	41sx	-14.5	3.2	-2.0	62.4	11.7	40.0	34.0	125.0	32.0	11.2	10.99	6.50	2.51	5.53	13.1	1.1	0.12	-	-	0.00
	3	41sx	-12.8	1.3	-0.8	60.2	7.5	40.0	34.0	125.0	32.0	11.8	9.91	4.52	1.93	5.53	10.5	0.9	0.08	-	-	0.00
	4	41sx	-11.8	0.3	-0.2	58.3	3.6	40.0	34.0	125.0	32.0	12.1	9.14	8.44	1.93	5.53	9.2	0.8	0.04	-	-	0.00
	5	41sx	-11.5	0.4	-0.2	56.5	0.2	40.0	34.0	125.0	32.0	12.0	9.14	9.80	3.08	5.53	9.0	0.8	0.00	-	-	0.00
5	1	41sx	-10.4	0.7	-0.3	40.7	36.5	48.0	42.0	125.0	36.0	13.9	9.14	9.21	4.54	9.20	6.2	0.5	0.27	-	-	0.00
	2	41sx	1.6	-28.7	11.7	40.7	27.3	48.0	43.7	125.0	36.0	86.7	6.47	16.46	0.48	9.20	-0.4	0.1	0.22	-	-	0.00
	3	41sx	10.1	-49.6	20.2	40.7	18.2	48.0	43.7	125.0	36.0	15.9	4.21	14.70	3.05	9.20	5.0	0.5	0.13	-	-	0.00
	4	41sx	15.2	-62.2	25.3	40.7	9.1	48.0	43.7	125.0	36.0	11.9	3.08	14.70	0.00	9.20	12.7	0.8	0.06	-	-	0.00
	5	41sx	16.9	-66.4	27.0	40.7	0.0	48.0	43.7	125.0	36.0	11.2	3.08	14.70	0.00	9.20	15.4	0.9	0.00	-	-	0.00

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k mm
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	51sx	-6.9	-10.5	20.1	192.4	39.4	40.0	32.7	125.0	36.0	49.8	5.34	4.78	0.00	8.27	-2.2	1.0	0.41	-	-	0.00
	2	51sx	7.8	-18.2	34.3	188.4	8.4	40.0	35.7	36.0	36.0	58.7	5.34	4.78	0.00	6.99	-3.1	1.3	0.09	-	-	0.00
	3	51sx	4.5	-16.5	30.4	184.5	-18.5	40.0	35.7	36.0	36.0	83.6	5.34	4.78	1.57	6.99	-3.6	1.0	-0.19	-	-	0.00
	4	51sx	-14.4	-6.1	11.0	180.6	-41.3	40.0	34.0	125.0	36.0	25.6	9.55	4.49	1.25	6.99	2.8	1.4	-0.42	-	-	0.00
	5	51dx	-57.5	17.4	-31.8	182.8	64.8	40.0	34.0	125.0	36.0	8.6	12.22	4.27	5.45	6.99	97.7	5.5	0.58	-	-	0.05
4	1	51sx	-55.2	12.6	-21.3	169.4	74.7	40.0	34.0	125.0	32.0	9.2	12.22	4.86	3.08	5.53	70.3	4.3	0.76	175	123	0.00
	2	51sx	-41.9	5.3	-8.8	165.5	71.0	40.0	34.0	125.0	32.0	10.4	10.99	6.50	2.51	5.53	43.5	3.2	0.73	168	136	0.00
	3	51sx	-30.1	-1.4	2.3	161.7	63.2	40.0	34.0	125.0	32.0	14.0	9.91	4.52	1.93	5.53	17.4	2.0	0.67	155	145	0.00
	4	51sx	-19.5	-7.6	12.1	158.0	55.9	40.0	34.0	125.0	32.0	32.2	9.14	8.44	1.93	5.53	0.4	1.1	0.66	-	-	0.00
	5	51sx	-10.3	-13.4	20.6	154.5	49.1	40.0	34.0	125.0	32.0	47.5	9.14	9.80	3.08	5.53	-1.3	0.7	0.53	-	-	0.00
5	1	51sx	1.4	-26.7	20.4	76.3	136.1	48.0	43.7	125.0	36.0	156.5	9.14	9.21	4.54	9.20	-0.9	0.2	1.09	170	142	0.00
	2	51sx	48.7	-88.7	67.7	76.3	116.0	48.0	43.7	125.0	36.0	10.0	6.47	16.46	0.48	9.20	50.7	2.5	0.80	264	264	0.00
	3	51sx	88.4	-140.7	107.4	76.3	95.9	48.0	43.7	125.0	36.0	8.4	4.21	14.70	3.05	9.20	121.4	4.8	0.65	-	-	0.00
	4	51sx	107.4	-165.5	126.4	76.3	17.1	48.0	43.7	125.0	36.0	8.2	3.08	14.70	0.00	9.20	152.5	5.8	0.12	-	-	0.00
	5	51sx	110.0	-169.0	129.0	76.3	-3.0	48.0	43.7	125.0	36.0	8.1	3.08	14.70	0.00	9.20	156.9	6.0	-0.02	-	-	0.00

DATI CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	415.9	0.0	415.9	139.8	-28.2	111.5
4	459.8	195.6	188.4	-28.2	160.2	97.2	-36.1	61.1
5	218.0	218.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	218.0	218.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	195.6	459.8	-55.7	-34.3	-90.0	-91.1	-40.1	-131.2
8	0.0	0.0	-139.8	-40.1	-179.8	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	81.1	
4	139.2	
5	167.3	
6	167.3	
7	139.2	
8	81.1	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	39.16	39.16	39.16	39.16	39.16	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-2.68	-5.36	-8.04	-10.72	
	T	(kN)	-106.76	-106.76	-106.76	-106.76	-106.76	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	106.76	101.70	96.63	91.57	86.50	
	M	(kN.m)	-10.72	6.00	9.08	1.33	-14.44	
	T	(kN)	39.16	15.08	-4.49	-19.56	-30.14	
TRAVE 4	N	(kN)	82.91	78.90	75.15	71.69	68.54	
	M	(kN.m)	-18.92	-12.87	-8.01	-4.22	-1.39	
	T	(kN)	36.08	30.76	24.34	18.59	13.50	
TRAVE 5	N	(kN)	40.03	41.56	43.09	44.62	46.14	
	M	(kN.m)	2.17	19.05	30.51	36.55	37.18	
	T	(kN)	52.23	37.78	23.34	8.89	-5.56	
TRAVE 6	N	(kN)	46.14	47.67	49.20	50.73	52.26	
	M	(kN.m)	37.18	32.39	22.18	6.55	-14.50	
	T	(kN)	-5.56	-20.00	-34.45	-48.90	-63.34	
TRAVE 7	N	(kN)	85.38	88.79	92.61	96.83	101.40	
	M	(kN.m)	-18.29	-20.89	-24.40	-28.92	-34.53	
	T	(kN)	-12.37	-17.21	-22.60	-28.55	-38.52	
TRAVE 8	N	(kN)	97.61	102.68	107.74	112.81	117.88	
	M	(kN.m)	-27.97	-4.25	9.97	12.51	1.19	
	T	(kN)	44.38	30.93	13.99	-6.44	-30.36	
TRAVE 9	N	(kN)	117.88	117.88	117.88	117.88	117.88	
	M	(kN.m)	1.19	1.19	1.19	1.18	1.18	
	T	(kN)	-30.36	-30.36	-30.36	-30.36	-30.36	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.09462		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.09462	X(3)= 0.01	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.07315	X(6)= -0.02	X(7)= 0.16
inizio trave 5	X(8)= 0.10316	X(9)= -0.08	X(10)= 0.21
inizio trave 6	X(11)= -0.01130	X(12)= -0.17	X(13)= 0.21
inizio trave 7	X(14)= -0.08868	X(15)= -0.07	X(16)= 0.20
inizio trave 8	X(17)= 0.00948	X(18)= -0.03	X(19)= 0.22
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m³ a destra: 2.24 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g₃ = 0.38 a destra: 0.38 x (g₃) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g₁ = 1.00 g₂ = 1.00 g₃ = 1.00 (g₃ = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g₃ = 1.00 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g₃) = 1 sul fianco destro

Verifica sismica 100% vert verso il basso + 30% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.33 Categoria del suolo di fondazione: B

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.397 Fattore di struttura q = 1.0

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.361

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	5828	1650
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	1003	3325
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.0479	0.014
Coefficiente per le azioni sismiche		0.1678	0.5854
Carichi mobili presenti sull'impalcato:		nessuno	

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-10.7	-4.0	-10.7	106.8	39.2	39.2	40.0	32.7	125.0	36.0	3.5	5.34	4.78	0.00	8.27	-80.3	142.8	413.3	142.8
	2	6.0	-19.9	8.6	101.7	15.1	15.1	40.0	35.7	36.0	36.0	6.7	5.34	4.78	0.00	6.99	85.4	131.8	450.7	131.8
	3	9.1	-23.4	9.1	96.6	-4.5	-4.5	40.0	35.7	36.0	36.0	6.4	5.34	4.78	1.57	6.99	84.2	-227.6	-450.1	-227.6
	4	1.3	-15.5	4.0	91.6	-19.6	-19.6	40.0	35.7	36.0	36.0	6.2	9.55	4.49	1.25	6.99	79.7	-207.8	-449.6	-207.8
	5	-14.4	2.7	-18.9	86.5	-30.1	-27.8	40.0	34.0	125.0	36.0	4.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-165.0	-251.0	-427.7	-251.0
4	1	-18.9	2.8	-18.9	82.9	36.1	21.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.6	12.22	4.86	3.08	5.53	-169.5	198.6	377.7	198.6
	2	-12.9	-3.7	-18.9	78.9	30.8	22.9	40.0	34.0	125.0	32.0	4.4	10.99	6.50	2.51	5.53	-153.8	198.6	377.4	198.6
	3	-8.0	-9.3	-14.5	75.1	24.3	20.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.91	4.52	1.93	5.53	-140.0	198.6	377.2	198.6
	4	-4.2	-14.1	-9.3	71.7	18.6	15.7	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	8.44	1.93	5.53	-130.1	198.6	377.0	198.6
	5	-1.4	-18.0	-5.2	68.5	13.5	8.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	9.80	3.08	5.53	-129.6	198.6	376.8	198.6

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	2.2	-30.3	15.9	40.0	52.2	37.3	48.0	43.7	125.0	36.0	4.7	9.14	9.21	4.54	9.20	162.9	424.7	541.5	424.7
	2	19.1	-70.7	28.5	41.6	37.8	33.5	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	6.47	16.46	0.48	9.20	276.8	241.5	541.6	241.5
	3	30.5	-95.7	35.7	43.1	23.3	23.3	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	4.21	14.70	3.05	9.20	249.5	398.0	541.7	398.0
	4	36.6	-106.8	37.5	44.6	8.9	8.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	249.7	212.3	541.9	212.3
	5	37.2	-105.4	37.6	46.1	-5.6	-5.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	250.0	-212.3	-542.0	-212.3
6	1	37.2	-105.4	37.6	46.1	-5.6	-5.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	250.0	-212.3	-542.0	-212.3
	2	32.4	-92.8	36.6	47.7	-20.0	-20.0	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.3	-212.3	-542.1	-212.3
	3	22.2	-69.9	30.7	49.2	-34.5	-34.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	4.21	14.70	3.05	9.20	250.7	-398.0	-542.2	-398.0
	4	6.5	-37.8	19.3	50.7	-48.9	-44.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.9	6.47	16.46	0.48	9.20	278.6	-241.5	-542.3	-241.5
	5	-14.5	2.9	-16.7	52.3	-63.3	-48.5	48.0	42.0	125.0	36.0	4.3	9.14	9.21	4.54	9.20	-157.0	-408.2	-521.4	-408.2
7	1	-18.3	1.4	-21.8	85.4	-12.4	-7.6	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	9.80	3.08	5.53	-132.4	-198.6	-377.9	-198.6
	2	-20.9	3.5	-25.6	88.8	-17.2	-14.5	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	8.44	1.93	5.53	-133.0	-198.6	-378.1	-198.6
	3	-24.4	6.4	-30.5	92.6	-22.6	-19.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.3	9.91	4.52	1.93	5.53	-143.0	-198.6	-378.3	-198.6
	4	-28.9	9.9	-34.5	96.8	-28.6	-21.4	40.0	34.0	125.0	32.0	4.5	10.99	6.50	2.51	5.53	-156.9	-198.6	-378.6	-198.6
	5	-34.5	14.1	-34.5	101.4	-38.5	-25.4	40.0	34.0	125.0	32.0	4.7	12.22	4.86	3.08	5.53	-172.6	-198.6	-378.9	-198.6
8	1	-28.0	14.6	-34.5	97.6	44.4	40.9	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	12.22	4.27	5.45	6.99	-166.2	251.0	428.8	251.0
	2	-4.3	-9.9	-12.0	102.7	30.9	30.9	40.0	34.0	125.0	36.0	4.3	9.55	4.49	1.25	6.99	-134.2	201.6	429.3	201.6
	3	10.0	-23.3	10.0	107.7	14.0	14.0	40.0	35.7	36.0	36.0	6.6	5.34	4.78	1.57	6.99	86.5	227.6	451.3	227.6
	4	12.5	-25.1	13.0	112.8	-6.4	-6.4	40.0	35.7	36.0	36.0	6.8	5.34	4.78	0.00	6.99	87.7	-131.8	-451.9	-131.8
	5	1.2	-15.0	7.3	117.9	-30.4	-30.4	40.0	35.7	36.0	36.0	7.1	5.34	4.78	0.00	8.27	89.1	-155.9	-452.4	-155.9

DATI CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	395.0	0.0	395.0	118.9	-52.8	66.0
4	97.4	28.3	161.8	-52.8	109.0	68.0	-45.2	22.9
5	34.2	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	34.2	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	28.3	97.4	-43.1	-43.9	-86.9	-75.9	-34.9	-110.8
8	0.0	0.0	-118.9	-34.9	-153.7	-395.0	0.0	-395.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	44.3	
4	36.4	
5	43.7	
6	43.7	
7	36.4	
8	44.3	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	39.65	39.65	39.65	39.65	39.65	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-0.65	-1.29	-1.94	-2.58	
	T	(kN)	-25.72	-25.72	-25.72	-25.72	-25.72	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	25.72	22.95	20.18	17.41	14.63	
	M	(kN.m)	-2.58	14.88	19.73	15.00	3.74	
	T	(kN)	39.65	17.04	-0.71	-13.60	-21.63	
TRAVE 4	N	(kN)	26.00	25.84	25.64	25.41	25.15	
	M	(kN.m)	0.58	-0.72	-2.41	-4.44	-6.76	
	T	(kN)	2.29	-8.52	-10.58	-12.35	-13.85	
TRAVE 5	N	(kN)	28.26	29.55	30.84	32.13	33.42	
	M	(kN.m)	-8.70	-6.70	-5.79	-5.97	-7.25	
	T	(kN)	6.81	3.89	0.97	-1.95	-4.87	
TRAVE 6	N	(kN)	33.42	34.71	35.99	37.28	38.57	
	M	(kN.m)	-7.25	-9.62	-13.09	-17.66	-23.31	
	T	(kN)	-4.87	-7.79	-10.71	-13.63	-16.55	
TRAVE 7	N	(kN)	39.39	39.64	39.97	40.39	40.87	
	M	(kN.m)	-21.63	-19.23	-17.12	-15.31	-13.84	
	T	(kN)	14.31	12.81	11.14	9.30	-4.83	
TRAVE 8	N	(kN)	24.38	27.15	29.92	32.69	35.46	
	M	(kN.m)	-9.15	7.26	15.14	12.28	-3.56	
	T	(kN)	31.87	20.03	4.61	-14.37	-36.91	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	36.91	36.91	36.91	36.91	36.91	
	M	(kN.m)	-3.56	-2.67	-1.78	-0.89	0.00	
	T	(kN)	35.46	35.46	35.46	35.46	35.46	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.26788		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.26789	X(3)= 0.03	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.04994	X(6)= 0.02	X(7)= 0.28
inizio trave 5	X(8)= -0.03518	X(9)= 0.05	X(10)= 0.26
inizio trave 6	X(11)= -0.00662	X(12)= 0.08	X(13)= 0.25
inizio trave 7	X(14)= 0.05442	X(15)= 0.05	X(16)= 0.25
inizio trave 8	X(17)= 0.13013	X(18)= -0.01	X(19)= 0.19
inizio trave 9	X(20)= -0.04264	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= -0.04264	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= -0.04264		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 0.30 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m3 a destra: 2.24 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g3 = 0.38 a destra: 0.38 x (g3) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.58 m. a dx: 2.58 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00 (g3 = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g3 = 1.00 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g3) = 1 sul fianco destro

Verifica sismica

100% vert verso l'alto + 30% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.33 Categoria del suolo di fondazione: B
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.397 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.361

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	7334	1650
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	740	3067
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.0625	0.0146
Coefficiente per le azioni sismiche		0.1827	-0.5858

 Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-2.6	-4.0	-5.2	25.7	39.7	39.7	40.0	32.7	125.0	36.0	3.1	5.34	4.78	0.00	8.27	-70.7	142.8	405.4	142.8
	2	14.9	-78.9	18.1	22.9	17.0	17.0	40.0	35.7	36.0	36.0	5.9	5.34	4.78	0.00	6.99	69.0	131.8	442.3	131.8
	3	19.7	-111.8	19.7	20.2	-0.7	-0.7	40.0	35.7	36.0	36.0	5.7	5.34	4.78	1.57	6.99	68.0	-227.6	-442.0	-227.6
	4	15.0	-100.2	15.0	17.4	-13.6	-13.6	40.0	35.7	36.0	36.0	5.6	9.55	4.49	1.25	6.99	64.1	-207.8	-441.7	-207.8
	5	3.7	-39.6	3.7	14.6	-21.6	-20.2	40.0	35.7	36.0	36.0	5.6	12.22	4.27	5.45	6.99	60.9	-263.5	-441.4	-263.5
4	1	0.6	-22.2	1.3	26.0	2.3	-2.5	40.0	35.7	125.0	32.0	3.9	12.22	4.86	3.08	5.53	77.9	-208.5	-392.7	-208.5
	2	-0.7	-17.2	-3.0	25.8	-8.5	-5.9	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	10.99	6.50	2.51	5.53	-144.7	-198.6	-374.0	-198.6
	3	-2.4	-10.6	-5.1	25.6	-10.6	-9.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.0	9.91	4.52	1.93	5.53	-131.4	-198.6	-374.0	-198.6
	4	-4.4	-2.5	-7.5	25.4	-12.4	-11.5	40.0	34.0	125.0	32.0	3.9	9.14	8.44	1.93	5.53	-122.1	-198.6	-374.0	-198.6
	5	-6.8	6.9	-8.9	25.1	-13.8	-12.6	40.0	34.0	125.0	32.0	3.9	9.14	9.80	3.08	5.53	-122.1	-198.6	-374.0	-198.6

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	-8.7	5.9	-8.9	28.3	6.8	3.8	48.0	42.0	125.0	36.0	4.2	9.14	9.21	4.54	9.20	-151.7	408.2	519.6	408.2
	2	-6.7	-2.2	-8.1	29.6	3.9	3.0	48.0	42.0	125.0	36.0	3.8	6.47	16.46	0.48	9.20	-111.2	233.3	519.7	233.3
	3	-5.8	-6.1	-6.4	30.8	1.0	1.0	48.0	42.0	125.0	36.0	3.4	4.21	14.70	3.05	9.20	-76.7	389.8	519.8	389.8
	4	-6.0	-6.3	-6.8	32.1	-2.0	-2.0	48.0	42.0	125.0	36.0	3.2	3.08	14.70	0.00	9.20	-59.6	-204.1	-519.9	-204.1
	5	-7.2	-3.2	-8.9	33.4	-4.9	-4.9	48.0	42.0	125.0	36.0	3.2	3.08	14.70	0.00	9.20	-59.8	-204.1	-520.0	-204.1
6	1	-7.2	-3.2	-8.9	33.4	-4.9	-4.9	48.0	42.0	125.0	36.0	3.2	3.08	14.70	0.00	9.20	-59.8	-204.1	-520.0	-204.1
	2	-9.6	2.9	-12.1	34.7	-7.8	-7.8	48.0	42.0	125.0	36.0	3.2	3.08	14.70	0.00	9.20	-60.1	-204.1	-520.0	-204.1
	3	-13.1	11.5	-16.4	36.0	-10.7	-10.7	48.0	42.0	125.0	36.0	3.4	4.21	14.70	3.05	9.20	-77.8	-389.8	-520.1	-389.8
	4	-17.7	22.5	-21.8	37.3	-13.6	-12.8	48.0	42.0	125.0	36.0	3.8	6.47	16.46	0.48	9.20	-112.9	-233.3	-520.2	-233.3
	5	-23.3	35.6	-23.9	38.6	-16.6	-13.5	48.0	42.0	125.0	36.0	4.2	9.14	9.21	4.54	9.20	-154.0	-408.2	-520.3	-408.2
7	1	-21.6	34.9	-23.9	39.4	14.3	12.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.0	9.14	9.80	3.08	5.53	-124.5	198.6	374.9	198.6
	2	-19.2	28.5	-22.4	39.6	12.8	12.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.0	9.14	8.44	1.93	5.53	-124.5	198.6	374.9	198.6
	3	-17.1	22.8	-19.9	40.0	11.1	10.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.0	9.91	4.52	1.93	5.53	-133.9	198.6	374.9	198.6
	4	-15.3	17.9	-17.7	40.4	9.3	7.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	10.99	6.50	2.51	5.53	-147.2	198.6	375.0	198.6
	5	-13.8	13.9	-15.8	40.9	-4.8	-0.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.4	12.22	4.86	3.08	5.53	-162.3	-198.6	-375.0	-198.6
8	1	-9.1	23.5	-13.8	24.4	31.9	28.9	40.0	34.0	125.0	36.0	4.4	12.22	4.27	5.45	6.99	-158.0	251.0	421.4	251.0
	2	7.3	-40.8	7.3	27.1	20.0	20.0	40.0	35.7	36.0	36.0	5.7	9.55	4.49	1.25	6.99	66.1	207.8	442.7	207.8
	3	15.1	-64.6	15.1	29.9	4.6	4.6	40.0	35.7	36.0	36.0	5.8	5.34	4.78	1.57	6.99	70.1	227.6	443.0	227.6
	4	12.3	-51.6	14.8	32.7	-14.4	-14.4	40.0	35.7	36.0	36.0	6.0	5.34	4.78	0.00	6.99	71.0	-131.8	-443.3	-131.8
	5	-3.6	-4.0	-3.7	35.5	-36.9	-36.9	40.0	32.7	125.0	36.0	3.1	5.34	4.78	0.00	8.27	-71.8	-142.8	-406.3	-142.8

DATI CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	415.9	0.0	415.9	139.8	-134.5	5.2
4	341.0	145.1	309.4	-134.5	174.9	148.6	-136.2	12.4
5	161.6	161.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	161.6	161.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	145.1	341.0	-4.3	-134.4	-138.7	29.9	-130.0	-100.1
8	0.0	0.0	-139.8	-130.0	-269.8	-415.9	0.0	-415.9
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	68.2	
4	103.2	
5	124.0	
6	124.0	
7	103.2	
8	68.2	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	44.18	44.18	44.18	44.18	44.18	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-1.65	-3.30	-4.96	-6.61	
	T	(kN)	-65.82	-65.82	-65.82	-65.82	-65.82	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	65.82	61.55	57.29	53.03	48.77	
	M	(kN.m)	-6.61	13.16	19.76	16.98	8.62	
	T	(kN)	44.18	20.08	2.05	-9.92	-15.81	
TRAVE 4	N	(kN)	45.33	43.26	41.23	39.27	37.36	
	M	(kN.m)	6.30	9.69	12.05	13.49	14.13	
	T	(kN)	20.53	16.15	10.63	5.77	1.56	
TRAVE 5	N	(kN)	26.87	32.20	37.53	42.86	48.19	
	M	(kN.m)	14.94	21.64	24.33	23.00	17.66	
	T	(kN)	23.24	12.53	1.81	-8.90	-19.61	
TRAVE 6	N	(kN)	48.19	53.52	58.85	64.18	69.51	
	M	(kN.m)	17.66	8.29	-5.09	-22.48	-43.90	
	T	(kN)	-19.61	-30.33	-41.04	-51.75	-62.46	
TRAVE 7	N	(kN)	96.22	98.78	101.78	105.20	109.00	
	M	(kN.m)	-45.57	-45.56	-46.20	-47.54	-49.64	
	T	(kN)	1.82	-1.72	-5.55	-9.67	-29.62	
TRAVE 8	N	(kN)	87.99	92.25	96.52	100.78	105.04	
	M	(kN.m)	-40.31	-5.89	17.04	27.14	23.07	
	T	(kN)	63.52	46.24	26.79	5.18	-18.59	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-18.59	-18.59	-18.59	-18.59	-18.59	
	M	(kN.m)	23.07	17.30	11.53	5.77	0.00	
	T	(kN)	-105.04	-105.04	-105.04	-105.04	-105.04	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.43141		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.43141	X(3)= 0.04	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.10263	X(6)= 0.02	X(7)= 0.75
inizio trave 5	X(8)= 0.05325	X(9)= -0.03	X(10)= 0.80
inizio trave 6	X(11)= -0.04021	X(12)= -0.04	X(13)= 0.79
inizio trave 7	X(14)= -0.00283	X(15)= 0.03	X(16)= 0.79
inizio trave 8	X(17)= 0.18973	X(18)= -0.02	X(19)= 0.73
inizio trave 9	X(20)= 0.04985	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.04985	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.04985		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.50$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m³ a destra: 2.24 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g₃ = 0.38 a destra: 0.38 x (g₃) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.72 m. a dx: 2.72 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g₁ = 1.00 g₂ = 1.00 g₃ = 1.00 (g₃ = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g₃ = 1.00 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g₃) = 1 sul fianco destro

Verifica sismica 30% vert verso il basso + 100% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.33 Categoria del suolo di fondazione: B

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.397 Fattore di struttura q = 1.0

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.361

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	6014	1650
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	774	3325
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.0554	0.014
Coefficiente per le azioni sismiche		0.5849	0.1756
Carichi mobili presenti sull'impalcato:		nessuno	

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-6.6	-4.0	-6.6	65.8	44.2	44.2	40.0	32.7	125.0	36.0	3.3	5.34	4.78	0.00	8.27	-75.4	142.8	409.3	142.8
	2	13.2	-35.4	17.1	61.6	20.1	20.1	40.0	35.7	36.0	36.0	6.3	5.34	4.78	0.00	6.99	77.1	131.8	446.4	131.8
	3	19.8	-48.5	19.8	57.3	2.0	2.0	40.0	35.7	36.0	36.0	6.1	5.34	4.78	1.57	6.99	75.9	227.6	445.9	227.6
	4	17.0	-46.1	17.0	53.0	-9.9	-9.9	40.0	35.7	36.0	36.0	5.9	9.55	4.49	1.25	6.99	71.6	-207.8	-445.5	-207.8
	5	8.6	-31.7	8.6	48.8	-15.8	-15.3	40.0	35.7	36.0	36.0	5.8	12.22	4.27	5.45	6.99	68.0	-263.5	-445.0	-263.5
4	1	6.3	-33.9	10.7	45.3	20.5	8.0	40.0	35.7	125.0	32.0	3.9	12.22	4.86	3.08	5.53	81.1	208.5	394.0	208.5
	2	9.7	-42.4	12.7	43.3	16.1	9.3	40.0	35.7	125.0	32.0	4.1	10.99	6.50	2.51	5.53	101.2	208.5	393.9	208.5
	3	12.0	-49.2	13.8	41.2	10.6	7.3	40.0	35.7	125.0	32.0	3.7	9.91	4.52	1.93	5.53	75.3	208.5	393.8	208.5
	4	13.5	-54.3	14.2	39.3	5.8	3.4	40.0	35.7	125.0	32.0	4.3	9.14	8.44	1.93	5.53	124.5	208.5	393.6	208.5
	5	14.1	-57.8	14.2	37.4	1.6	-2.3	40.0	35.7	125.0	32.0	4.5	9.14	9.80	3.08	5.53	141.5	-208.5	-393.5	-208.5

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	14.9	-80.4	20.6	26.9	23.2	12.2	48.0	43.7	125.0	36.0	4.6	9.14	9.21	4.54	9.20	160.3	424.7	540.5	424.7
	2	21.6	-92.1	24.1	32.2	12.5	9.4	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	6.47	16.46	0.48	9.20	275.0	241.5	540.9	241.5
	3	24.3	-89.7	24.3	37.5	1.8	1.8	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	4.21	14.70	3.05	9.20	248.4	398.0	541.3	398.0
	4	23.0	-78.5	24.4	42.9	-8.9	-8.9	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	249.3	-212.3	-541.7	-212.3
	5	17.7	-61.5	22.2	48.2	-19.6	-19.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.4	-212.3	-542.1	-212.3
6	1	17.7	-61.5	22.2	48.2	-19.6	-19.6	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	250.4	-212.3	-542.1	-212.3
	2	8.3	-40.3	16.0	53.5	-30.3	-30.3	48.0	43.7	125.0	36.0	5.6	3.08	14.70	0.00	9.20	251.4	-212.3	-542.6	-212.3
	3	-5.1	-16.2	-17.9	58.8	-41.0	-41.0	48.0	42.0	125.0	36.0	3.5	4.21	14.70	3.05	9.20	-82.9	-389.8	-521.8	-389.8
	4	-22.5	10.2	-38.3	64.2	-51.8	-48.6	48.0	42.0	125.0	36.0	3.9	6.47	16.46	0.48	9.20	-118.8	-233.3	-522.2	-233.3
	5	-43.9	38.3	-46.1	69.5	-62.5	-51.4	48.0	42.0	125.0	36.0	4.4	9.14	9.21	4.54	9.20	-160.8	-408.2	-522.6	-408.2
7	1	-45.6	27.4	-46.1	96.2	1.8	-1.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.14	9.80	3.08	5.53	-134.3	-198.6	-378.6	-198.6
	2	-45.6	26.1	-46.5	98.8	-1.7	0.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.14	8.44	1.93	5.53	-134.7	198.6	378.7	198.6
	3	-46.2	25.4	-48.1	101.8	-5.6	-3.1	40.0	34.0	125.0	32.0	4.3	9.91	4.52	1.93	5.53	-144.6	-198.6	-378.9	-198.6
	4	-47.5	25.2	-49.6	105.2	-9.7	-4.9	40.0	34.0	125.0	32.0	4.5	10.99	6.50	2.51	5.53	-158.3	-198.6	-379.1	-198.6
	5	-49.6	25.5	-49.6	109.0	-29.6	-20.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.7	12.22	4.86	3.08	5.53	-173.9	-198.6	-379.4	-198.6
8	1	-40.3	31.8	-49.6	88.0	63.5	58.5	40.0	34.0	125.0	36.0	4.6	12.22	4.27	5.45	6.99	-165.1	251.0	427.8	251.0
	2	-5.9	-7.7	-17.3	92.3	46.2	46.2	40.0	34.0	125.0	36.0	4.2	9.55	4.49	1.25	6.99	-133.0	201.6	428.3	201.6
	3	17.0	-31.7	17.0	96.5	26.8	26.8	40.0	35.7	36.0	36.0	6.4	5.34	4.78	1.57	6.99	84.2	227.6	450.1	227.6
	4	27.1	-41.0	27.1	100.8	5.2	5.2	40.0	35.7	36.0	36.0	6.7	5.34	4.78	0.00	6.99	85.2	131.8	450.6	131.8
	5	23.1	-36.0	26.4	105.0	-18.6	-18.6	40.0	35.7	36.0	36.0	7.0	5.34	4.78	0.00	8.27	86.5	-155.9	-451.0	-155.9

DATI CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	395.0	0.0	395.0	118.9	-122.2	-3.4
4	193.8	56.4	256.9	-122.2	134.7	95.7	-118.3	-22.6
5	68.0	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	68.0	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	56.4	193.8	-15.4	-116.7	-132.1	19.1	-108.0	-88.8
8	0.0	0.0	-118.9	-108.0	-226.9	-395.0	0.0	-395.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti alla proiezione della trave e non al suo sviluppo

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	57.2	
4	72.4	
5	87.0	
6	87.0	
7	72.4	
8	57.2	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti 'g' moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	42.10	42.10	42.10	42.10	42.10	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-0.93	-1.87	-2.80	-3.73	
	T	(kN)	-37.19	-37.19	-37.19	-37.19	-37.19	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	37.19	33.61	30.04	26.46	22.89	
	M	(kN.m)	-3.73	15.12	21.50	19.10	11.59	
	T	(kN)	42.10	19.21	2.20	-8.91	-14.14	
TRAVE 4	N	(kN)	25.87	25.07	24.23	23.36	22.45	
	M	(kN.m)	9.54	10.11	9.99	9.28	8.06	
	T	(kN)	8.04	1.20	-2.45	-5.57	-8.14	
TRAVE 5	N	(kN)	22.70	26.84	30.98	35.12	39.26	
	M	(kN.m)	6.96	8.78	8.42	5.88	1.16	
	T	(kN)	7.76	1.95	-3.87	-9.68	-15.49	
TRAVE 6	N	(kN)	39.26	43.40	47.54	51.68	55.82	
	M	(kN.m)	1.16	-5.74	-14.82	-26.07	-39.51	
	T	(kN)	-15.49	-21.30	-27.11	-32.93	-38.74	
TRAVE 7	N	(kN)	68.38	69.70	71.36	73.34	75.62	
	M	(kN.m)	-39.17	-37.54	-36.31	-35.51	-35.17	
	T	(kN)	10.26	8.10	5.77	3.27	-15.37	
TRAVE 8	N	(kN)	53.87	57.44	61.02	64.59	68.17	
	M	(kN.m)	-27.70	-0.41	16.84	22.48	14.97	
	T	(kN)	50.89	36.05	18.73	-1.08	-23.38	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-23.38	-23.38	-23.38	-23.38	-23.38	
	M	(kN.m)	14.97	11.23	7.49	3.74	0.00	
	T	(kN)	-68.17	-68.17	-68.17	-68.17	-68.17	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.42262		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.42262	X(3)= 0.04	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.03923	X(6)= 0.03	X(7)= 0.66
inizio trave 5	X(8)= 0.00111	X(9)= 0.02	X(10)= 0.67
inizio trave 6	X(11)= -0.02917	X(12)= 0.04	X(13)= 0.66
inizio trave 7	X(14)= 0.04389	X(15)= 0.06	X(16)= 0.66
inizio trave 8	X(17)= 0.19791	X(18)= -0.01	X(19)= 0.58
inizio trave 9	X(20)= 0.02529	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.02529	X(21)= 0.01	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.02529		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O20575-625 - Struttura a 2 cerniere 3 x 4

Gara Anas - sottopasso - Marana

Condizione di carico 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 0.30$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 2.24 t/m³ a destra: 2.24 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.38 x g₃ = 0.38 a destra: 0.38 x (g₃) = 0.38
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 2.58 m. a dx: 2.58 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g₁ = 1.00 g₂ = 1.00 g₃ = 1.00 (g₃ = 1.00 se favorevole)
 Il fattore g₃ = 1.00 è applicato alle spinte sul fianco sinistro della struttura; il fattore (g₃) = 1 sul fianco destro

Verifica sismica

30% vert verso l'alto + 100% orizz verso dx
 Valore di ag/g = 0.33 Categoria del suolo di fondazione: B
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.397 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.361

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	6320	1650
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	793	3330
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.0561	0.014
Coefficiente per le azioni sismiche		0.5872	-0.1756

 Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-3.7	-4.0	-4.6	37.2	42.1	42.1	40.0	32.7	125.0	36.0	3.2	5.34	4.78	0.00	8.27	-72.1	142.8	406.5	142.8
	2	15.1	-59.0	18.9	33.6	19.2	19.2	40.0	35.7	36.0	36.0	6.0	5.34	4.78	0.00	6.99	71.2	131.8	443.4	131.8
	3	21.5	-85.6	21.6	30.0	2.2	2.2	40.0	35.7	36.0	36.0	5.8	5.34	4.78	1.57	6.99	70.1	227.6	443.0	227.6
	4	19.1	-86.2	19.1	26.5	-8.9	-8.9	40.0	35.7	36.0	36.0	5.7	9.55	4.49	1.25	6.99	66.0	-207.8	-442.7	-207.8
	5	11.6	-64.7	11.6	22.9	-14.1	-13.8	40.0	35.7	36.0	36.0	5.7	12.22	4.27	5.45	6.99	62.6	-263.5	-442.3	-263.5
4	1	9.5	-56.9	10.1	25.9	8.0	-0.6	40.0	35.7	125.0	32.0	3.9	12.22	4.86	3.08	5.53	77.9	-208.5	-392.7	-208.5
	2	10.1	-60.3	10.1	25.1	1.2	-3.5	40.0	35.7	125.0	32.0	4.0	10.99	6.50	2.51	5.53	98.2	-208.5	-392.7	-208.5
	3	10.0	-61.2	10.1	24.2	-2.5	-0.2	40.0	35.7	125.0	32.0	3.7	9.91	4.52	1.93	5.53	72.4	-208.5	-392.6	-208.5
	4	9.3	-59.7	10.1	23.4	-5.6	-4.2	40.0	35.7	125.0	32.0	4.3	9.14	8.44	1.93	5.53	121.9	-208.5	-392.6	-208.5
	5	8.1	-55.9	9.6	22.4	-8.1	-6.0	40.0	35.7	125.0	32.0	4.5	9.14	9.80	3.08	5.53	139.0	-208.5	-392.5	-208.5

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti			
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
5	1	7.0	-55.5	8.6	22.7	7.8	1.8	48.0	43.7	125.0	36.0	4.6	9.14	9.21	4.54	9.20	159.4	424.7	540.2	424.7
	2	8.8	-57.6	8.9	26.8	1.9	0.2	48.0	43.7	125.0	36.0	5.8	6.47	16.46	0.48	9.20	274.0	241.5	540.5	241.5
	3	8.4	-52.0	8.9	31.0	-3.9	-3.8	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	4.21	14.70	3.05	9.20	247.1	-398.0	-540.8	-398.0
	4	5.9	-41.6	8.1	35.1	-9.7	-9.7	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	247.8	-212.3	-541.1	-212.3
	5	1.2	-27.8	5.1	39.3	-15.5	-15.5	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	248.6	-212.3	-541.5	-212.3
6	1	1.2	-27.8	5.1	39.3	-15.5	-15.5	48.0	43.7	125.0	36.0	5.5	3.08	14.70	0.00	9.20	248.6	-212.3	-541.5	-212.3
	2	-5.7	-11.6	-12.4	43.4	-21.3	-21.3	48.0	42.0	125.0	36.0	3.3	3.08	14.70	0.00	9.20	-62.1	-204.1	-520.7	-204.1
	3	-14.8	6.3	-23.1	47.5	-27.1	-27.1	48.0	42.0	125.0	36.0	3.5	4.21	14.70	3.05	9.20	-80.4	-389.8	-521.0	-389.8
	4	-26.1	25.6	-36.0	51.7	-32.9	-31.2	48.0	42.0	125.0	36.0	3.9	6.47	16.46	0.48	9.20	-116.1	-233.3	-521.3	-233.3
	5	-39.5	45.9	-40.9	55.8	-38.7	-32.8	48.0	42.0	125.0	36.0	4.3	9.14	9.21	4.54	9.20	-157.8	-408.2	-521.6	-408.2
7	1	-39.2	37.3	-40.9	68.4	10.3	8.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	9.80	3.08	5.53	-129.5	198.6	376.8	198.6
	2	-37.5	33.9	-39.7	69.7	8.1	6.8	40.0	34.0	125.0	32.0	4.1	9.14	8.44	1.93	5.53	-129.7	198.6	376.8	198.6
	3	-36.3	30.9	-38.0	71.4	5.8	4.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.2	9.91	4.52	1.93	5.53	-139.3	198.6	377.0	198.6
	4	-35.5	28.4	-36.6	73.3	3.3	0.3	40.0	34.0	125.0	32.0	4.4	10.99	6.50	2.51	5.53	-152.9	198.6	377.1	198.6
	5	-35.2	26.5	-35.7	75.6	-15.4	-10.0	40.0	34.0	125.0	32.0	4.6	12.22	4.86	3.08	5.53	-168.3	-198.6	-377.2	-198.6
8	1	-27.7	37.4	-35.2	53.9	50.9	46.7	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	12.22	4.27	5.45	6.99	-161.3	251.0	424.4	251.0
	2	-0.4	-13.3	-9.3	57.4	36.1	36.1	40.0	34.0	125.0	36.0	4.1	9.55	4.49	1.25	6.99	-129.1	201.6	424.7	201.6
	3	16.8	-41.6	16.8	61.0	18.7	18.7	40.0	35.7	36.0	36.0	6.1	5.34	4.78	1.57	6.99	76.7	227.6	446.3	227.6
	4	22.5	-48.8	22.5	64.6	-1.1	-1.1	40.0	35.7	36.0	36.0	6.3	5.34	4.78	0.00	6.99	77.7	-131.8	-446.7	-131.8
	5	15.0	-36.0	19.5	68.2	-23.4	-23.4	40.0	35.7	36.0	36.0	6.7	5.34	4.78	0.00	8.27	79.0	-155.9	-447.1	-155.9

CALCOLO DELLE FONDAZIONI

Dati della struttura

Luce netta della struttura	L = m	4.00
Altezza nominale interna della struttura	H = m	3.00
Interasse tra gli archi prefabbricati	I = m	1.25
Numero di archi prefabbricati	n°	11
Spessore del ritto	W = m	0.40
Cerniera Facc: distanza dalla facciata interna	m	0.04
Cerniera Terra: distanza dalla facciata interna	m	0.36

Calcolo delle sollecitazioni resistenti (s.l.u.)

Posizione	Armature/m		Ferri	Area/arco	
	n°/m.Φ	Area/m		Mezzeria	Bordo vasca
51	3.14	4.62	A1 = cm2	5.77	5.77
52	6.16	12.06	A2 = cm2	38.62	23.55
53	6.20	18.84	A3 = cm2	0.00	4.57
54	0.00	0.00	A4 = cm2	6.28	6.28
Altezza totale della sezione			H1 = cm	50.0	40.0
Altezza utile della sezione c.a.			d = cm	45.5	35.5
Asse neutro			x1 = cm	11.1	7.4
Momento resistente ad arco			Mrd = kN.m	-626.8	-303.1
Taglio resistente ad arco			Vr = kN	275.3	305.4

Dimensioni della fondazione in m.

C	Q	M	N	Hvasca	Peso
m. 6.20	m. 0.50	m. 2.25	m. 0.85	cm 10.0	t. 9.69

CALCOLO DELLA PRESSIONE SUL TERRENO

Le forze si riferiscono ad una striscia larga l = m. 1.25. Sono già moltiplicate per i coefficienti gamma delle azioni previsti dal caso GEO. (Sono posti per i carichi permanenti q1=q2=q3=q4=1, per i carichi verticali variabili q1=1.15 e per la frenata q3=1.3)

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto			h terra contro ritto	Peso striscia terreno	Totale forze verticali	Eccentricità dalla mezzzeria della fond. m (2)	Calcolo plastico (Meyerhof)		Calcolo elastico		
	Rorizz=V kN (1)	Rvert=N kN	Distanza da mezzzeria m					Pressione media kN/m2	Parte senza carico a dx m	Bordo sinistro kN/m2	valore medio kN/m2	Bordo destro kN/m2
10	39.2	73.9	2.29	3.98	49.3	341	0.000	44.0	0.000	44.0	44.0	44.0
	-39.2	73.9	-2.29	3.98	49.3							
20	39.2	73.9	2.29	3.98	49.3	341	0.000	44.0	0.000	44.0	44.0	44.0
	-39.2	73.9	-2.29	3.98	49.3							
21	48.3	242.6	2.30	3.98	49.3	714	-0.273	84.7	0.000	67.8	92.1	116.4
	14.9	277.8	-2.60	3.98	49.3							
23	49.4	258.0	2.30	3.98	49.3	687	-0.074	86.5	0.000	82.3	88.6	94.9
	10.2	235.1	-2.61	3.98	49.3							
28	40.7	222.7	2.31	3.73	46.2	670	-0.289	79.1	0.000	62.3	86.5	110.6
	16.6	260.1	-2.61	3.73	46.2							
91	39.2	106.8	2.29	3.98	49.3	418	-0.103	52.2	0.000	48.6	54.0	59.3
	-30.4	117.9	-2.40	3.98	49.3							
92	39.7	25.7	2.29	3.78	46.8	250	-0.095	31.3	0.000	29.3	32.2	35.2
	-36.9	35.5	-2.29	3.78	46.8							
93	44.2	65.8	2.29	3.98	49.3	364	-0.374	42.0	0.000	30.0	47.0	64.0
	-18.6	105.0	-2.61	3.98	49.3							
94	42.1	37.2	2.29	3.78	46.8	294	-0.347	34.1	0.000	25.2	37.9	50.7
	-23.4	68.2	-2.61	3.78	46.8							

VERIFICA A S.L.U DELLA SEZIONE VERTICALE PIÙ SOLLECITATA

Forze e momenti si riferiscono ad una striscia larga l = m. 1.25. Sono già moltiplicati per i coefficienti gamma delle azioni del caso STR

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto			h terra contro ritto	Peso striscia terreno	Totale forze verticali	Eccentricità dalla mezzzeria della fond. m (2)	Calcolo elastico		Distanza sezione verificata dalla mezzzeria m (2)	Sollecitazioni esterne	
	Rorizz=V kN (1)	Rvert=N kN	Distanza da mezzzeria m					Bordo sinistro kN/m2	bordo destro kN/m2		Md kN.m (3)	Vd kN
10	53.0	98.2	2.29	3.98	66.5	428	-0.048	52.6	57.7	0.000	-95.5	-50.9
	-36.1	101.4	-2.34	3.98	66.5							
20	53.0	98.2	2.29	3.98	66.5	428	-0.048	52.6	57.7	0.000	-95.5	-50.9
	-36.1	101.4	-2.34	3.98	66.5							
21	64.9	298.0	2.29	3.98	66.5	865	-0.287	80.6	142.6	0.000	-274.1	-87.1
	28.6	338.9	-2.61	3.98	66.5							
23	66.0	316.0	2.29	3.98	66.5	833	-0.089	98.2	116.7	0.000	-257.2	-79.0
	21.4	288.8	-2.61	3.98	66.5							
28	55.5	272.6	2.30	3.73	62.3	807	-0.294	74.5	133.8	0.000	-249.9	-83.8
	27.6	315.0	-2.61	3.73	62.3							
91	39.2	106.8	2.29	3.98	49.3	418	-0.103	48.6	59.3	0.000	-86.6	-52.3
	-30.4	117.9	-2.40	3.98	49.3							
92	39.7	25.7	2.29	3.78	46.8	250	-0.095	29.3	35.2	0.000	-19.5	-48.4
	-36.9	35.5	-2.29	3.78	46.8							
93	44.2	65.8	2.29	3.98	49.3	364	-0.374	30.0	64.0	0.000	-69.9	-60.9
	-18.6	105.0	-2.61	3.98	49.3							
94	42.1	37.2	2.29	3.78	46.8	294	-0.347	25.2	50.7	0.000	-39.4	-56.7
	-23.4	68.2	-2.61	3.78	46.8							

massimo momento flettente in mezzzeria -274.1
 massimo momento flettente a bordo vasca -157.2 222.4

Per ogni condizione di carico nella prima riga delle prime sei colonne sono riportate le forze sul lato sinistro, nella seconda sul lato destro. Nelle ultime tre colonne della seconda tabella sono riportate nella prima riga le sollecitazioni esterne nella sezione in mezzzeria, nella seconda le sollecitazioni esterne nella sezione sul bordo interno della vasca.

- (1) positiva se diretta verso la luce del ponte
- (2) positiva se la risultante è a sinistra della mezzzeria
- (3) comprensivo del décalage

VERIFICA A S.L.E DELLA SEZIONE VERTICALE PIÙ SOLLECITATA

Forze e momenti si riferiscono ad una striscia larga $l = m$. 1.25. Sono già moltiplicati per i coefficienti gamma delle azioni per S.L.E.

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto			h terra contro ritto m	Peso striscia terreno kN	Totale forze verticali kN	Eccentricità dalla mezzeria della fond. m (2)	Calcolo elastico		Distanza sezione verificata dalla mezzeria m (2)	Sollecitazioni esterne	
	Rorizz=V kN (1)	Rvert=N kN	Distanza da mezzeria m					Bordo sinistro kN/m2	bordo destro kN/m2		Md kN.m (3)	Vd kN
41	39.2	73.9	2.29	3.98	49.3	341	0.000	44.0	44.0	0.000	-56.1	-47.5
	-39.2	73.9	-2.29	3.98	49.3					-2.050	-42.3	65.3
51	39.4	192.4	2.35	3.98	49.3	584	-0.092	68.7	82.1	0.000	-158.3	-57.5
	-12.4	198.4	-2.49	3.98	49.3					-2.050	-84.1	141.4
53	39.9	202.5	2.35	3.98	49.3	567	0.067	77.8	68.4	0.000	-150.4	-54.4
	-14.4	170.5	-2.49	3.98	49.3					-2.050	-81.5	128.9
61	39.4	192.4	2.35	3.98	49.3	584	-0.092	68.7	82.1	0.000	-158.3	-57.5
	-12.4	198.4	-2.49	3.98	49.3					-2.050	-84.1	141.4
66	40.8	212.8	2.35	3.98	49.3	567	0.154	84.0	62.2	0.000	-149.6	-52.7
	-16.1	160.2	-2.49	3.98	49.3					-2.050	-80.5	125.4

massimo momento flettente in mezzeria -158.3
 massimo momento flettente a bordo vasca -84.1 141.4

		Mezzeria	Bordo vasca
Asse neutro	$x1 = cm$	11.2	7.9
Apertura fessure	$Wk = mm$	0.112	0.100

Per ogni condizione di carico nella prima riga delle prime sei colonne sono riportate le forze sul lato sinistro, nella seconda sul lato desti
 Nelle ultime tre colonne della seconda tabella sono riportate nella prima riga le sollecitazioni esterne nella sezione in mezzeria, nella
 seconda le sollecitazioni esterne nella sezione sul bordo interno della vasca.

- (1) positiva se diretta verso la luce del ponte
 (2) positiva se la risultante è a sinistra della mezzeria

**RELAZIONE DI CALCOLO SULLE STRUTTURE DI FONDAZIONE REDATTA
SECONDO LE INDICAZIONI FORNITE NEL § 10.2 NTC “ANALISI E VERIFICHE
SVOLTE CON L’AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO”.**

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Di seguito si riportano le verifiche della platea di fondazione di spessore 50cm

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[1] D.Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni

ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è condotta col metodo degli spostamenti nell'ambito della elasticità lineare. Viene altresì utilizzata la tecnica degli elementi finiti connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento generale. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi (in generale 6 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento generale.

Gli incogniti spostamenti vengono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze di incastro perfetto concentrate nei nodi:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F}$$

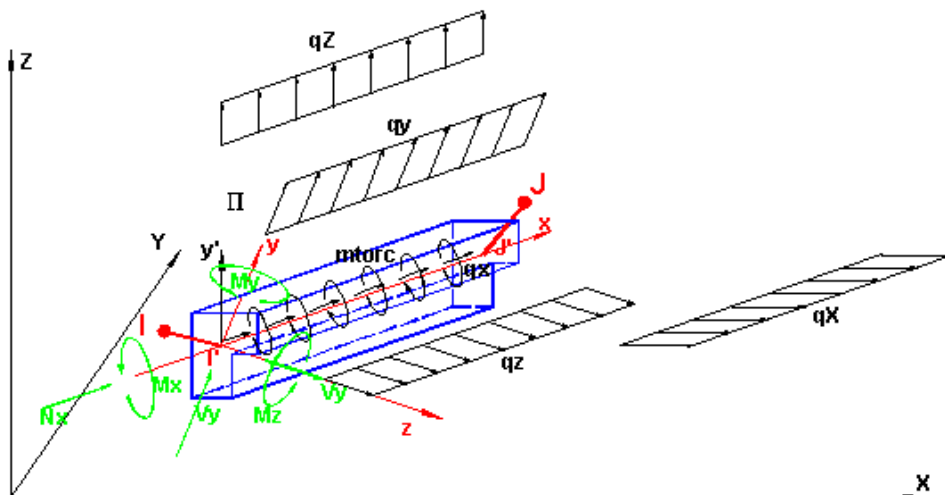
in cui

- \mathbf{K} = matrice di rigidezza della struttura
- \mathbf{u} = vettore spostamenti nodali
- \mathbf{F} = vettore forze nodali

Ottenuti gli spostamenti vengono valutate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite alla terna locale dell'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati dal programma per la modellazione dello schema strutturale sono:

Elemento TRAVE



Caratterizzato da un tratto deformabile riferito ad una terna locale x, y, z , e da due tratti rigidi che ne collegano gli estremi a due qualsiasi nodi I, J della struttura. In figura sono altresì illustrate le convenzioni relative ai carichi ed agli sforzi sull'elemento. Per default l'asse locale y è inizialmente diretto (asse y' in figura) parallelamente all'asse Z generale. I carichi ripartiti possono essere riferiti sia alla terna locale (q_x, q_y, q_z, m_{torc}) che a quella generale (q_X, q_Y, q_Z). Il comportamento statico dell'elemento è definito dalla matrice di rigidezza 12×12 (elemento beam). Nel caso di trave di fondazione su suolo elastico l'interazione col terreno viene definita mediante la costante di sottofondo K_w relativa alla sola direzione dell'asse y locale (lungo l'asse x la trave si ipotizza sempre vincolata al terreno).

Elemento Piastra

elemento finito quadrilatero (bidimensionale) utilizzato per modellare il comportamento flessionale della eventuale platea orizzontale di fondazione. Ognuno dei 4 nodi è caratterizzato dalle rigidità alla rotazione intorno agli assi X, Y generali e dalla rigidità alla traslazione nella direzione Z.

Elemento Membrana

elemento finito quadrilatero (bidimensionale) utilizzato per modellare la rigidità membranale dei campi di solaio appartenenti a piani non rigidi o delle platee su pali.

Elemento Plinto superficiale

Ha un comportamento di corpo rigido dotato di sola interazione verticale elastica col terreno a mezzo di un coefficiente di sottofondo (K winkler).

SEMIPROGETTO E VERIFICA DELLE SEZIONI

Il calcolo delle sezioni in c.a. è condotto solo agli stati limite ultimi e di esercizio secondo le disposizioni contenute nei capitoli 4 e 7 del DM 14.01.2008 (NTC).

Come legame costitutivo del calcestruzzo il programma impiega sempre il diagramma parabola-rettangolo prevedendo valori differenti delle deformazioni unitarie caratteristiche (ϵ_{c2} , ϵ_{cu}) a seconda se la classe di resistenza è superiore o inferiore alla C50/60 (Punto 4.1.2.1.2.2 NTC). Il tratto curvilineo del diagramma è definito dall'espressione (n=2):

$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad (1)$$

Il tratto orizzontale del diagramma vale sempre $\sigma_c = f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ con $\alpha_{cc} = 0,85$ e $\gamma_c = 1,5$.

L'acciaio per cemento armato ordinario è costituito dal solo tipo B450C. Per tale acciaio è possibile assumere come diagramma sforzi deformazioni:

- un diagramma bilineare con incrudimento con deformazione unitaria di calcolo ultima pari a $\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk}$. L'incrudimento (rapporto $k = (f_t/f_y)_k$) viene assunto non superiore a 1,15 dovendo essere compreso tra 1,15 e 1,35;
- un diagramma bilineare con tratto plastico orizzontale ($f_s = f_{yd}$) senza limite di deformazione

La verifica a taglio viene eseguita col nuovo metodo proposto dalle NTC che impiega la schematizzazione del traliccio con inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo (rispetto all'asse della trave) variabile tra i seguenti limiti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Il programma calcola (in semiprogetto o verifica) le resistenze a taglio lato compressione e trazione considerando l'angolo α di inclinazione trasversale delle staffe (rispetto all'asse della trave) sempre pari a 90° . Allo scopo di minimizzare l'area delle armature trasversali si determina dalla formula della resistenza lato "taglio trazione" il valore minimo di θ ($\geq 21^\circ,8$). Se con tale valore anche la resistenza lato "taglio compressione" V_{Rcd} risulti inferiore al taglio V_{Ed} di progetto si ridetermina θ in modo che $V_{Rcd} = V_{Ed}$ e quindi si dimensionano di conseguenza le staffe. Nel calcolo sismico l'angolo θ viene sempre posto pari a 45° nei tratti delle aste specificatamente indicati nel capitolo 7 delle NTC.

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Il codice di calcolo impiegato dal programma è stato interamente sviluppato dalla Geostru Software s.a.s. anche sulla base di algoritmi riportati nella letteratura internazionale di comprovata affidabilità. Le matrici di rigidezza di tutti gli elementi monodimensionali (beam) con offset rigidi sono descritte nel manuale del programma.

Le matrici di rigidezza degli elementi piastra sono state assunte sulla base del codice riportato in [2]. Le matrici di rigidezza delle travi alla Winkler e dei pali con terreno laterale stratificato modellato alla Winkler (con molle discrete lineari o non lineari) sono state costruite sulla base di discretizzazione a conci delle aste medesime assemblate nella matrice di rigidezza globale come sottostrutture collegate ai restanti elementi solo in corrispondenza dei nodi di estremità. La documentazione allegata al programma contiene una dettagliata esposizione delle basi teoriche dei suddetti algoritmi oltre a una serie di casi di prova e di validazione risolti e commentati.

[1] K.J. Bathe, E.L. Wilson, - *Numerical methods in finite element analysis*. Prentice-Hall, 1976

[2] R.J. Cope, L.A. Clark - *Concrete Slabs*. Elsevier Applied science publishers LTD 1984

AFFIDABILITA' DEL CODICE UTILIZZATO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

DATI GENERALI ED OPZIONI PRINCIPALI DI CALCOLO

Descrizione Intervento:
N°Cond. di Carico non nodali: 2 Condizioni dei carichi non nodali associate alle comb. nodali mediante fattori di combin.
N°Combinazioni nodali di Carico: 2

CONDIZIONI DI CARICO NON NODALI:

N.Cond.	Nome Condizione
1	PESI PROPRI
2	PERMANENTI

OPZIONI DI CALCOLO:

Deformazione travi per taglio:	Si	
% Rigidezza a flessione travi:	100 %	
% Rigidezza a torsione:	30 %	Per travi e platea (se presenti)
Conci rigidi delle travi:	Si	Calcolati in automatico dal programma
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

CLASSE CONGLOMERATO:	C28/35		
Ec =	323000	daN/cm ²	Modulo elastico normale
μ =	0.20	daN/cm ²	Coeff. di contrazione trasversale (Poisson)
fcd =	158.6	daN/cm ²	Resistenza a compressione di calcolo
fctd =	12.8	daN/cm ²	Resistenza a trazione di calcolo
fctm =	27.6	daN/cm ²	Resistenza media a trazione
Coeff. fcd =	0.850		Coeff. di riduzione di fcd per carichi prolungati (compressione e flessione)
Peso Specifico =	2500	daN/m ³	Peso specifico conglomerato (armato)

CARICHI NODALI DI INPUT

- FX, FY, FZ: Carichi concentrati (daN) nodali nelle direzioni X,Y,Z degli assi generali di riferimento
- MX, MY, MZ: Coppie nodali (daNm) riferite agli assi X,Y,Z del riferimento generale

CARICHI CONCENTRATI ASSEGNATI NELLA COMBINAZIONE DI CARICO: 1

N.	Nome Nodo	Livello	FX daN	FY daN	FZ daN	MX daNm	MY daNm	MZ daNm
2	P2_0	P.Fond.	0	0	-33900	0	0	0
3	P3_0	P.Fond.	0	0	-33900	0	0	0

CARICHI CONCENTRATI ASSEGNATI NELLA COMBINAZIONE DI CARICO: 2

N.	Nome Nodo	Livello	FX daN	FY daN	FZ daN	MX daNm	MY daNm	MZ daNm
2	P2_0	P.Fond.	0	0	-21200	0	0	0
3	P3_0	P.Fond.	0	0	-21200	0	0	0

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Coefficiente di Sicurezza: 2.30
Forma impronta fondazione: ETTANGOLARE
Lato B fondazione: 580 cm
Lato L fondazione: 1500 cm
Affondamento piano di posa Df: 100 cm
Angolo \emptyset attrito terreno: 28.0 (°)
Coesione terreno: 0.140 daN/cm²
Peso di volume g terreno: 1900 daN/m³

RISULTATI DEL CALCOLO

Formula di MEYERHOF: $Q_{ult} = c N_c S_c D_c + g D_f N_q S_q D_q + 0,5 g B N_g S_g D_g$

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 6.45 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 25.80
Sc (Coeff. forma) = 1.21
Dc (Coeff. prof.) = 1.06
Nq (Coeff. portata) = 14.72
Sq (Coeff. forma) = 1.11
Dq (Coeff. prof.) = 1.03
Ng (Coeff. portata) = 11.19
Sg (Coeff. forma) = 1.11
Dg (Coeff. prof.) = 1.03

Formula di HANSEN: $Q_{ult} = c N_c S_c D_c + g D_f N_q S_q D_q + 0,5 g B N_g S_g D_g$

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 5.81 daN/cm²

Nc (Coeff. portata) = 25.80
Sc (Coeff. forma) = 1.22
Dc (Coeff. prof.) = 1.07
Nq (Coeff. portata) = 14.72
Sq (Coeff. forma) = 1.21
Dq (Coeff. prof.) = 1.05
Ng (Coeff. portata) = 10.94
Sg (Coeff. forma) = 0.85
Dg (Coeff. prof.) = 1.00

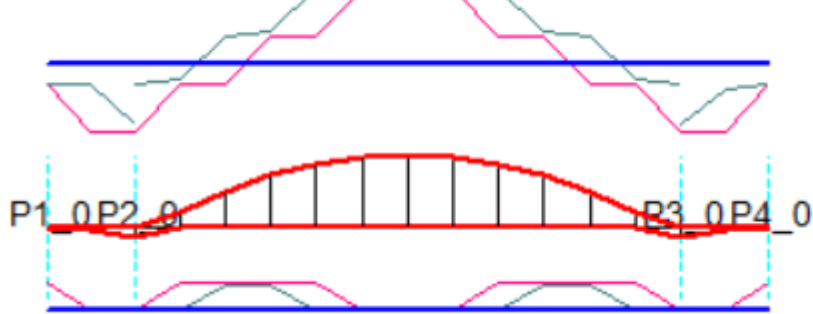
Formula EUROCODICE 7: $Q_{ult} = c N_c S_c + g N_q S_q + 0,5 g B N_g S_g$

Pressione Limite (Q_u /Coef.Sic.): 6.40 daN/cm²

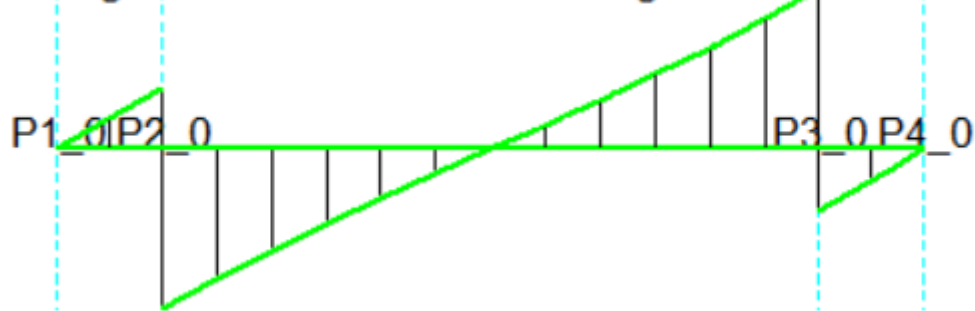
Nc (Coeff. portata) = 25.80
Sc (Coeff. forma) = 1.19
Nq (Coeff. portata) = 14.72
Sq (Coeff. forma) = 1.18
Ng (Coeff. portata) = 14.59
Sg (Coeff. forma) = 0.88

SOLLECITAZIONI

Momento Min = -22377 daNm Momento Max = 3370 daNm



Taglio Min = -24487 daN Taglio Max = 24487 daN



TRAVATA N° 1 AL LIVELLO FONDAZIONI: P1-P2-P3-P4

DESCRIZIONE TRAVATA

- N.Trave: Numero assegnato in input alla trave che definisce la singola campata (nel livello di piano corrente)
- Nodo I / Nodo F.: Nomi dei nodi iniziale e finale della trave (nel livello di piano corrente)
- Sezione: Nome attribuito alla sezione della trave nell'archivio sezioni
- Luce: Lunghezza in cm delle singole campate calcolata da nodo a nodo (= baricentro sezione se il nodo è un pilastro)
- Concio I./Concio F.: Lunghezza in cm dei conci rigidi iniziale e finale della trave di campata
- Luce Netta: Lunghezza in cm delle singole campate al netto delle lunghezze dei conci rigidi

Camp.	N.Trave	Nodo I.	Nodo F.	Sezione	Luce	Concio I.	Concio F.	Luce Netta
1	1	P1_0	P2_0	FONDAZ	70.0	0.0	0.0	70.0
2	2	P2_0	P3_0	FONDAZ	440.0	0.0	0.0	440.0
3	3	P3_0	P4_0	FONDAZ	70.0	0.0	0.0	70.0

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

CLASSE CONGLOMERATO:	C28/35		
Ec =	323000	daN/cm ²	Modulo elastico normale
fcd =	158.6	daN/cm ²	Resistenza a compressione di calcolo
fctd =	12.8	daN/cm ²	Resistenza a trazione di calcolo
fctm =	27.6	daN/cm ²	Resistenza media a trazione
Peso Specifico =	2500	daN/m ³	Peso specifico conglomerato (armato)

ACCIAIO TIPO:	B450C		
Ea =	2000000	daN/cm ²	Modulo Elastico normale
fyd =	3913.0	daN/cm ²	Resistenza a snervamento di calcolo
ftd =	3913.0	daN/cm ²	Resistenza ultima di calcolo
β1*β2 iniz. =	0.07		Coeff. di aderenza conglom./acciaio per le combinazioni rare in esercizio
β1*β2 fin. =	1.00		Coeff. di aderenza conglom./acciaio per le combinazioni freq. e quasi permanenti in esercizio

CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI PRESENTI NELLA TRAVATA

NOME SEZIONE: FONDAZ

Forma Sezione: Rettangolare

Classe Conglomerato: C28/35

Tipo acciaio per barre: B450C

Base = 100.0 cm Altezza = 50.0 cm

Coeff. di sottofondo (Winkler): 2.00 daN/cm³

Larghezza appoggio magrone: 100.0 cm

Spessore magrone: 0.0 cm

Pressione Limite terreno: 5.00 daN/cm²

Punto inserimento sezione: Estradosso Punto di passaggio dell'asse x' del riferimento locale della trave

Coprif. Inf. (dal baric. barre) = 5.0 cm Coprif. Sup (dal baric. barre) = 5.0 cm

INVILOPPO SFORZI DELLE COMBINAZIONI DI RESISTENZA

- X: Ascisse progressive (in cm) delle sezioni riferite alla luce netta deformabile della singola campata

- Mmax, Mmin: Momenti flettenti di inviluppo espressi in daNm

- Vmax, Vmin: Tagli di inviluppo espressi in daN

- MTmax, MTmin: Momenti torcenti di inviluppo espressi in daNm

- Nmax, Nmin: Sforzi normali di inviluppo espressi in daN

Camp.	X	Mmax	Mmin	Vmax	Vmin	MTmax	MTmin	Nmax	Nmin
1	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	35.0	861	0	4814	0	0	0	0	0
1	70.0	3370	0	9413	0	0	0	0	0
2	0.0	3370	0	0	-24487	0	0	0	0
2	36.7	0	-4746	0	-19908	0	0	0	0
2	73.3	0	-11229	0	-15576	0	0	0	0
2	110.0	0	-16168	0	-11466	0	0	0	0
2	146.7	0	-19638	0	-7537	0	0	0	0
2	183.3	0	-21696	0	-3736	0	0	0	0
2	220.0	0	-22377	0	0	0	0	0	0
2	256.7	0	-21696	3736	0	0	0	0	0
2	293.3	0	-19638	7537	0	0	0	0	0
2	330.0	0	-16168	11466	0	0	0	0	0
2	366.7	0	-11229	15576	0	0	0	0	0

2	403.3	0	-4746	19908	0	0	0	0	0
2	440.0	3370	0	24487	0	0	0	0	0
3	0.0	3370	0	0	-9413	0	0	0	0
3	35.0	861	0	0	-4814	0	0	0	0
3	70.0	0	0	0	0	0	0	0	0

INVILUPPO ARMATURE NELLE SEZIONI

Camp.	X	Barre Inferiori	Barre Superiori	Staffe	Barre di Parete
1	0.0	5Ø20(15.71)	+10Ø20(31.42)	5brØ12/-5'(0.00)	(0.00)
1	35.0	5Ø20(15.71)	+10Ø20(31.42)	0brØ0/0'(0.00)	(0.00)
1	70.0	5Ø20(15.71)	+10Ø20(31.42)	0brØ12/30'(0.00)	(0.00)
2	0.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/25'(0.00)	(0.00)
2	36.7	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/25'(0.00)	(0.00)
2	73.3	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	110.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	146.7	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	183.3	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	220.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	256.7	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	293.3	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	330.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	366.7	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/32.8'(0.00)	(0.00)
2	403.3	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/25'(0.00)	(0.00)
2	440.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/25'(0.00)	(0.00)
3	0.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/30'(0.00)	(0.00)
3	35.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	0brØ12/30'(0.00)	(0.00)
3	70.0	5Ø20(15.71)	10Ø20(31.42)	5brØ12/0'(0.00)	(0.00)

VERIFICHE SEZIONI COMB.CARICO N. 1 (Stato Limite Ultimo)

- Xsez	cm	Ascisse progress. sezioni riferite alla luce netta deformabile della singola campata
- M, V, T, N	daNm, daN	Sforzi di progetto nella sezione di ascissa progressiva X
- Mult	daNm	Momento ultimo resistente della sezione (percorso a sforzo normale costante)
- Vrcd	daN	Taglio resistente lato conglomerato (4.1.2.1.3.2 NTC)
- Vrvd (t°)	daN	Taglio resistente lato acciaio (t°=angolo inclinazione bielle) (4.1.2.1.3.2 NTC)
- Trdu	daNm	Momento Torcente Ultimo lato conglomerato in daNm
- Sic.VT		Misura sicurezza congl. a Taglio-Torsione (T/Trdu+Vsdu/Vrcd). Sezione verif. se <=1,00
- Freccia	cm	Freccia (spostamento ortogonale all'asse della trave)
- STerr	daN/cm²	Pressione di contatto in daN/cm² per le sole travi su suolo elastico

Camp.	Xsez	Ver(S/N)	M daNm	V daN	T daNm	N daN	Mult	Vrcd	Vrvd	Trdu	Sic.VT	Freccia	S terr
1	0.0	S	0	0	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.784	1.568
1	35.0	S	861	4814	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.754	1.507
1	70.0	S	3370	9413	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.723	1.446
2	0.0	S	3370	-24487	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.723	1.446
2	36.7	S	-4746	-19908	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.688	1.377
2	73.3	S	-11229	-15576	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.656	1.311
2	110.0	S	-16168	-11466	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.628	1.255
2	146.7	S	-19638	-7537	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.606	1.213
2	183.3	S	-21696	-3736	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.593	1.186
2	220.0	S	-22377	0	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.588	1.177
2	256.7	S	-21696	3736	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.593	1.186
2	293.3	S	-19638	7537	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.606	1.213
2	330.0	S	-16168	11466	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.628	1.255
2	366.7	S	-11229	15576	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.656	1.311
2	403.3	S	-4746	19908	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.688	1.377
2	440.0	S	3370	24487	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.723	1.446
3	0.0	S	3370	-9413	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.723	1.446
3	35.0	S	861	-4814	0	0	26447	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.754	1.507
3	70.0	S	0	0	0	0	-51017	0(0.0°)	0	---	0.00	-0.784	1.568

VERIFICHE SEZIONI COMB.CARICO N. 2 (Stato.Lim.Eserc. - Combinaz. Rara)

- Xsez: Ascisse progressive (in cm) delle sezioni riferite alla luce netta deformabile della singola campata
- M, V, MT, N: Sforzi nella sezione di ascissa progressiva X espressi in daN e m
- Sc, Sf Tensioni massime nel conglomerato e nell'acciaio espresse in daN/cm²
- A.Fess Apertura delle fessure per flessione espressa in mm
- Srm Distanza media fessure in cm
- K3 eff. Coeff. utilizzato nel calcolo dell'apertura fess. (cfr. DM96)
- Freccia: Freccia in cm
- STerr: Pressione di contatto in daN/cm² per le sole travi su suolo elastico

Camp.	Xsez	Ver(S/N)	M daNm	V daN	T daNm	N daN	Sc	Sf	A.Fess.	Srm	K3 eff.	Freccia	S terr
1	0.0	S	0	-1	0	0	0.00	0.0	0.000	17.3	0.152	-0.502	1.004
1	35.0	S	538	3011	0	0	1.70	83.6	0.008	27.8	0.158	-0.483	0.966
1	70.0	S	2107	5887	0	0	6.65	327.1	0.031	27.8	0.158	-0.464	0.928
2	0.0	S	2107	-15314	0	0	6.65	327.1	0.031	27.8	0.158	-0.464	0.928
2	36.7	S	-2968	-12451	0	0	8.08	236.6	0.014	17.3	0.152	-0.442	0.884
2	73.3	S	-7023	-9742	0	0	19.11	559.8	0.033	17.3	0.152	-0.422	0.844
2	110.0	S	-10112	-7171	0	0	27.51	806.0	0.048	17.3	0.152	-0.404	0.809
2	146.7	S	-12282	-4714	0	0	33.42	979.0	0.058	17.3	0.152	-0.391	0.782
2	183.3	S	-13569	-2337	0	0	36.92	1081.5	0.064	17.3	0.152	-0.383	0.765
2	220.0	S	-13995	0	0	0	38.08	1115.5	0.066	17.3	0.152	-0.380	0.760
2	256.7	S	-13569	2337	0	0	36.92	1081.5	0.064	17.3	0.152	-0.383	0.765
2	293.3	S	-12282	4714	0	0	33.42	979.0	0.058	17.3	0.152	-0.391	0.782
2	330.0	S	-10112	7171	0	0	27.51	806.0	0.048	17.3	0.152	-0.404	0.809
2	366.7	S	-7023	9742	0	0	19.11	559.8	0.033	17.3	0.152	-0.422	0.844
2	403.3	S	-2968	12451	0	0	8.08	236.6	0.014	17.3	0.152	-0.442	0.884
2	440.0	S	2107	15314	0	0	6.65	327.1	0.031	27.8	0.158	-0.464	0.928
3	0.0	S	2107	-5887	0	0	6.65	327.1	0.031	27.8	0.158	-0.464	0.928
3	35.0	S	538	-3011	0	0	1.70	83.6	0.008	27.8	0.158	-0.483	0.966
3	70.0	S	0	1	0	0	0.00	0.0	0.000	17.3	0.152	-0.502	1.004

VERIFICHE A TAGLIO

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	50	cm		
c	=	8	cm		
d	=	$h-c$	=	42	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	35	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	29.05	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	16.46	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	12			
braccia	=	2.5			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A_{sw} / s)	=	7.069	cm^2 / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ARMATURE LONGITUDINALI					
\varnothing_l	=	20			
Numero	=	10			
A_{sl}	=	31.416	cm^2		
TAGLIO AGENTE		$V_{Ed} =$	245	(KN)	
SFORZO NORMALE		$N_{Ed} =$	0	(KN)	

IPOTESI 1		Cot $\vartheta = 2$ $\vartheta = 21,8^\circ$	
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	261.38 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$	
$V_{Rcd} =$	1072.85 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	261.38 (KN)	min(V_{Rsd}, V_{Rcd})	
IPOTESI 2		Cot $\vartheta = 1$ $\vartheta = 45^\circ$	
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	104.55 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$	
$V_{Rcd} =$	1555.63 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	104.55 (KN)	min(V_{Rsd}, V_{Rcd})	
IPOTESI 3		Cot ϑ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$: Rottura bilanciata	
$\cot(\theta) =$	5.36 (calcolato)	$\cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\theta =$	10.56 °		
$V_{Rsd} =$	560.68 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$	
$V_{Rcd} =$	560.68 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	560.68 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
$V_{Rd} =$	261 (KN)		

La verifica risulta soddisfatta