



S.S. N. 9 "Via Emilia" Variante di Casalpusterlengo ed eliminazione passaggio a livello sulla SP ex S.S. N. 234

PROGETTO DEFINITIVO

CONSULENZE SPECIALISTICHE

TECNOSTUDIO BIEFFE S.R.L.
Via Mazzetti 7
43012
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE STRADALE E STRUTTURALE; SICUREZZA, COORDINAMENTO, FASAGGI DI CANTIERE, MOVIMENTAZIONE DI CAVA; RILIEVI E COMPUTAZIONE

CONSORZIO MUZZA BASSA LODIGIANA
VIA NINO DALL'ORO, 4 - LODI

COMPONENTE IDRAULICA

ARCH. MADDALENA GIOIA GIBELLI
VIA SENATO, 45
MILANO

COMPONENTE PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE

P I GIOVANNI PERRI
Via Priorato, 16
43012
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE IMPIANTISTICA, TECNOLOGICA ED ILLUMINOTECNICA

CI.TRA S.R.L.
v.le Lombardia 5,
MILANO
L.C.E. SRL
VIA DEI PLATANI, 7
OPERA

COMPONENTE TRASPORTISTICA ED ACUSTICA

I PROGETTISTI

Arch. Savino GARILLI PROVINCIA DI LODI
Iscritto all'Ordine degli Architetti della Provincia di Piacenza al n° 280

Ing. Antonio SIMONE COMUNE DI CASALPUSTERLENGO
Iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia al n° 1270

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Gianluca CANTARELLI
Iscritto all'Ordine dei Geologi dell' Emilia Romagna al n° 359
via Malpelli, 2
FIDENZA (PR)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom: Fiorenzo BERGAMASCHI
Iscritto al Collegio dei Geometri della Provincia di Parma al n° 1606
via Mazzetti, 7
FONTANELLATO (PR)

VISTO:IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Ing Massimo SIMONINI

DATA

PROTOCOLLO

SOTTOPASSO 2 SVINCOLO SS9 KM 3+324.60 - NOTA DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI ISTRUTTORIA ANAS				
C	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONFERENZA DEI SERVIZI	FEBBRAIO 2011			
B	VERIFICA DI OTTEMPERANZA AL DECRETO VIA	APRILE 2010			
A	PRIMA CONSEGNA PROGETTO	MARZO 2009			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE

Codice
Elaborato

SC07 5670

Data Revisione:
FEBBRAIO 2011

REV.
C

FOGLIO
01 DI **01**

Scala:
ELABORATO DI TESTO

RELAZIONE DI CALCOLO

Casalpusterlengo (LO)

Archi a due cerniere
realizzati con elementi prefabbricati
Tipo P56197e-1205 HxL = 7.17x20.00

RELAZIONE DI CALCOLO

1 - Normativa di riferimento	4
2 - Descrizione della struttura	4
3 - Materiali impiegati.....	5
4 - Analisi dei carichi	5
5 - Prospetto delle condizioni di carico.....	8
6 - Calcolo delle sollecitazioni nelle travi e degli spostamenti nodali.....	11
7 - Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo.....	13
8 - Verifica allo stato limite di esercizio.....	15
9 - Verifica sismica della struttura.	16
10 - Fondazioni	19
11 - Codici di calcolo	20

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 22: Dati carichi
- Condizione di carico 22: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 22: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 25: Dati carichi
- Condizione di carico 25: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 25: 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
- Condizione di carico 27: Dati carichi
- Condizione di carico 27: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali

- Condizione di carico 27: 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
- Calcolo delle fondazioni

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 tre elementi prefabbricati:

- due elementi laterali identici a forma di Γ , che, a montaggio ultimato, costituiscono ciascuno un ritto, una trave inclinata sull'orizzontale di 48° e un'altra trave inclinata di 6° ,
- un elemento centrale, a forma di trave rettilinea, inserito fra i due elementi prefabbricati laterali.

I prefabbricati laterali sono costruiti in modo da formare delle cerniere statiche nel collegamento con la fondazione; mentre il collegamento con la trave centrale è reso monolitico dal getto in opera e dalle armature aggiuntive in opera. Sulla trave centrale e sulla porzione orizzontale dei prefabbricati laterali è situata una soletta collaborante gettata in opera.

Gli elementi prefabbricati della struttura sono posati in opera affiancati, quasi a contatto tra loro. L'armatura d'acciaio è situata in parte negli elementi prefabbricati e in parte è aggiunta 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 e rende la struttura monolitica.

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.

A struttura finita, il giunto tra gli elementi articolati laterali e l'elemento centrale della copertura è completamente solidarizzato. Esso è posizionato in una sezione prossima alla zona di inversione del momento flettente e risulta pertanto poco sollecitato. Il collegamento è ottenuto sia tramite la continuità delle armature inferiori, incorporate nel calcestruzzo gettato nel vano tra i prefabbricati contigui, sia tramite le armature superiori, incorporate nel getto della soletta collaborante.

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

Le caratteristiche dei materiali impiegati, sia negli elementi prefabbricati, sia nelle parti realizzate in opera, sono descritte nella tabella "MATERIALI", contenuta nel primo foglio degli allegati della presente relazione.

La tabella riporta anche le loro resistenze, determinate in conformità del punto 4.1.2.1.1 del D.M. 14/1/08, impiegate nei calcoli di verifica.

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/m^3 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 rigidezza 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 rigidezza 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:

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

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 ***Y9*** il “***Coefficiente di ripartizione***”, ovvero la quota della colonna di carico mobile direttamente agente sul singolo arco. Se non si considerasse la collaborazione degli archi vicini, essa sarebbe pari al rapporto tra la larghezza di un arco e la larghezza della colonna di carico e assumerebbe pertanto il valore:

$$Y_9 = 1,25 / 3,00 = 0,4167$$

Nella struttura in esame esistono quattro trasversi dotati di una rigidezza finita e una soletta collaborante di larghezza circa pari alla luce del ponte.

Il coefficiente di ripartizione trasversale è calcolato in via semplificata con uno schema di trave continua su appoggi elastici, dove la rigidezza della trave continua tiene conto delle rigidezze dei trasversi e della soletta e gli appoggi elastici rappresentano i singoli archi della struttura.

Il valore del coefficiente di ripartizione trasversale, denominato Y_9 , è riportato nelle tabelle.

Il programma di calcolo utilizzato ammette un numero massimo di 30 archi ai fini del calcolo della ripartizione trasversale. Nel caso di strutture con un maggior numero di archi viene comunque adottato tale valore. Questa limitazione non influenza in maniera significativa il coefficiente di ripartizione calcolato, perché gli archi più lontani sono soggetti a spostamenti modesti e partecipano alla ripartizione trasversale in misura trascurabile.

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

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

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

$$Y9 * 9 \text{ kN/m}^2 * 3,00 \text{ m} = Y9 * 27,0 \text{ kN/m.}$$

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 $Y9 * 27,0 \text{ kN/m.}$

La forza di frenamento stabilita dalla normativa risulta agente nella direzione dell'asse della strada con un'intensità pari al 60% dei due assi Q1k oltre al 10 % del carico distribuito q1k. 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 S.L.U. (combinaz. fondamentale)	Verifiche S.L.E. (fessurazione)	Verifiche S.L.U. (combinaz. sismica)
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	0,00 (c.c. quasi perm.) 0,75 (c.c. 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.

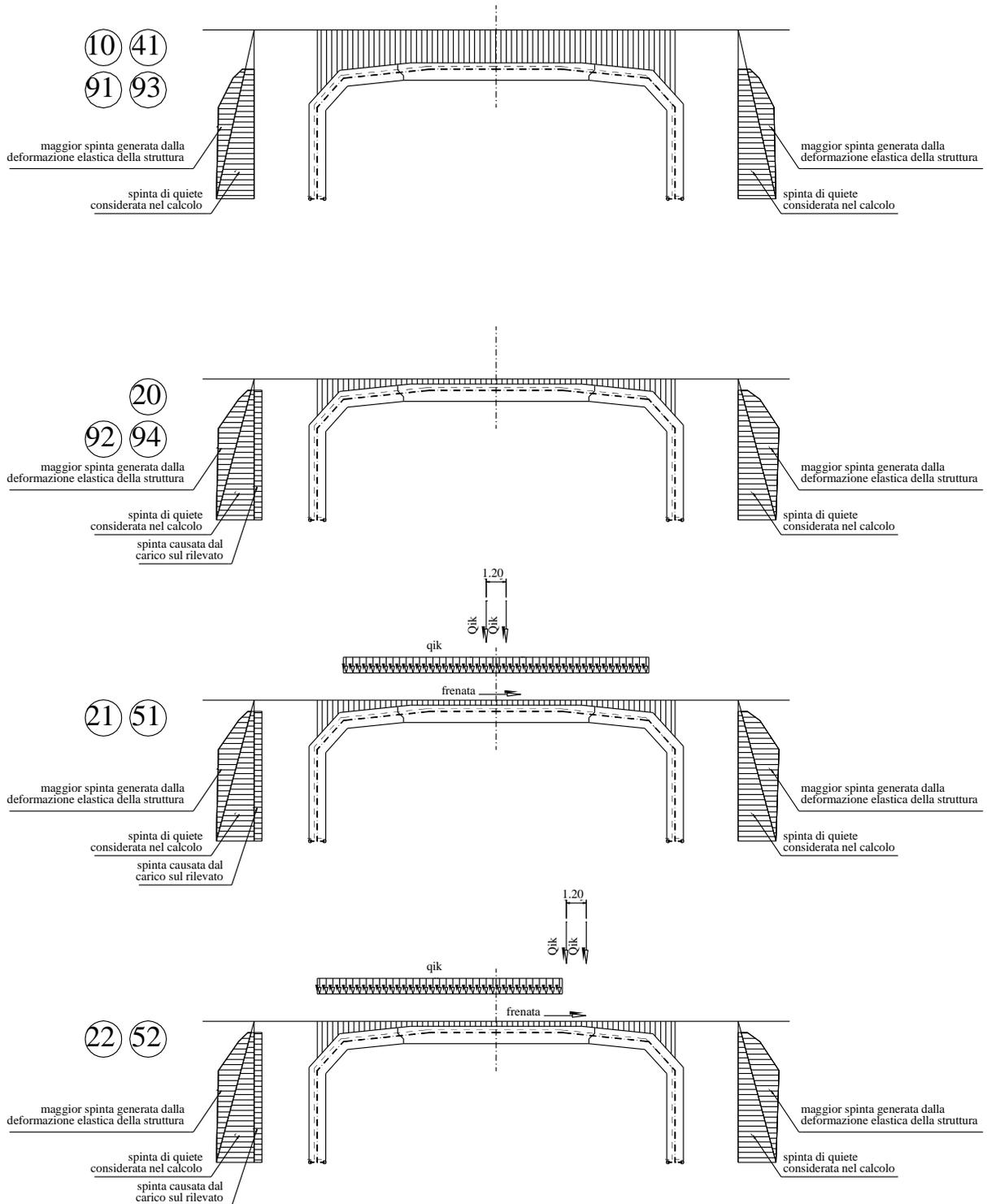
L'analisi comprende le verifiche allo stato limite ultimo, le verifiche allo stato limite di esercizio per la fessurazione e le verifiche sismiche allo stato limite ultimo. Le condizioni di carico analizzate sono conseguentemente così suddivise:

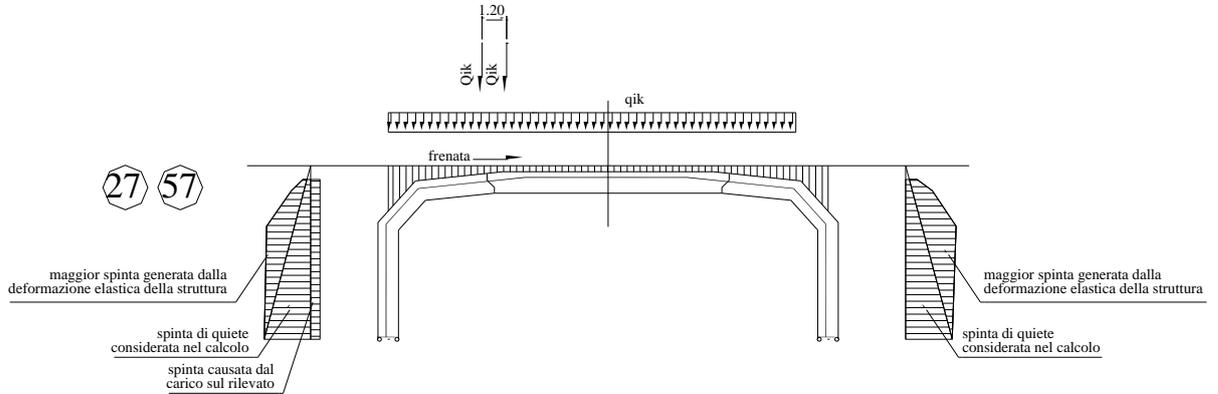
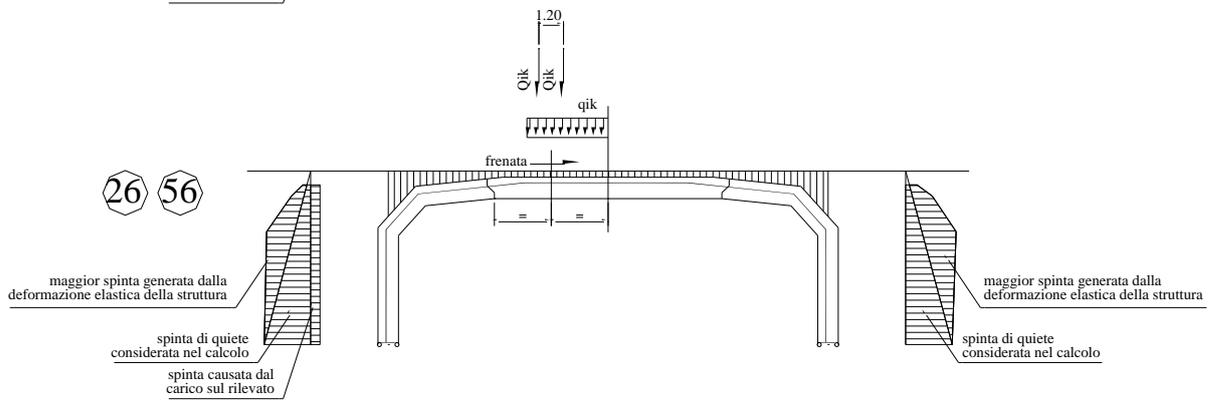
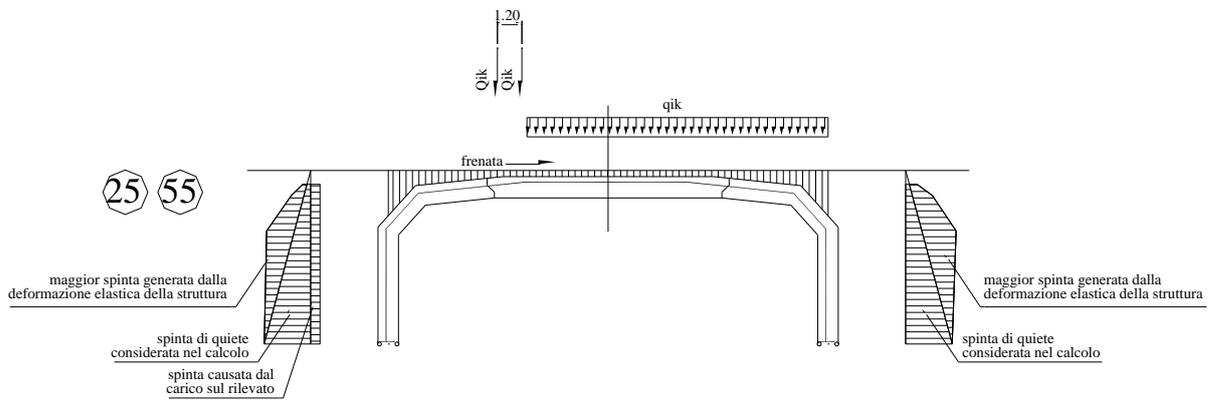
TABELLA II – ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

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 ÷ 27	S.L.U.: con carichi accidentali

41	S.L.E.: combinazione quasi permanente
51, 55, 56	S.L.E.: combinazione frequente
91, 92, 93, 94	S.L.U.: combinazione sismica

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:

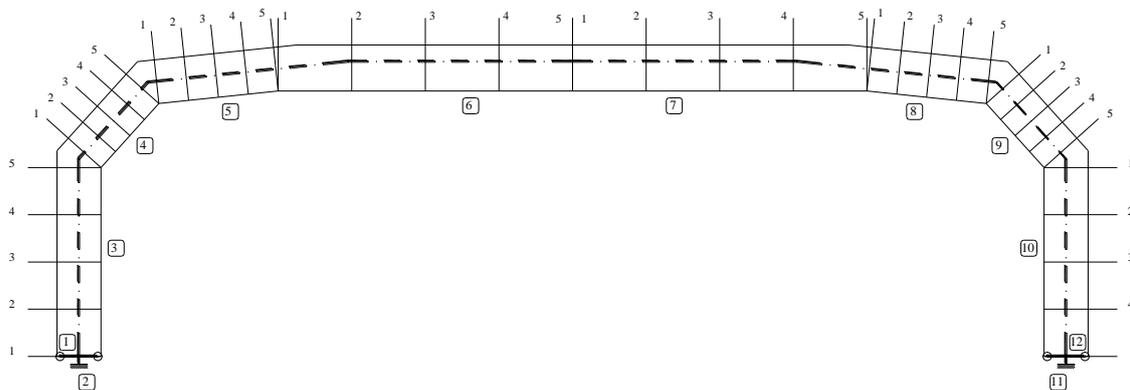
- quando la rotazione della base del ritto avviene verso il terreno si attiva la cerniera in prossimità del lato esterno;
- quando la rotazione della base del ritto è verso l'interno della struttura si attiva la cerniera in prossimità del lato interno;
- quando la risultante delle forze passa tra le 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 12) 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 è 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.

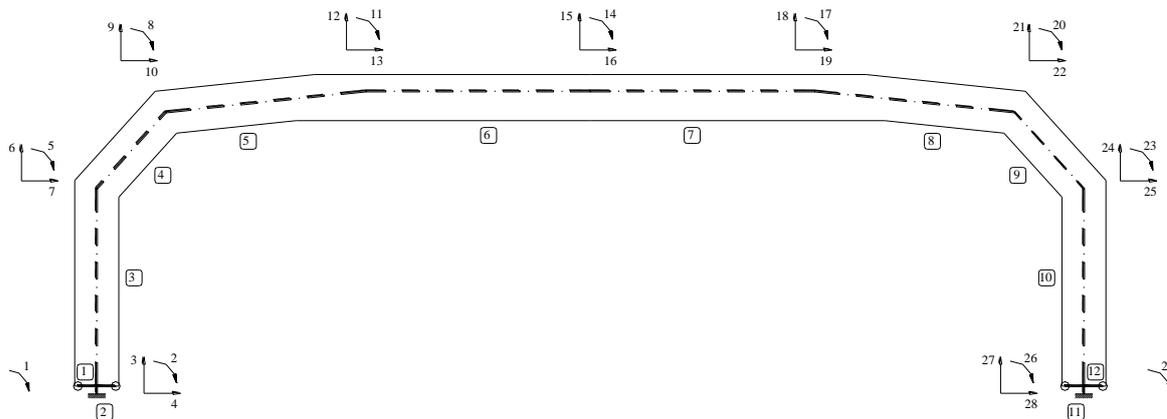
La tabella "Sollecitazioni nelle travi" espone anche le caratteristiche di sollecitazione delle travi fittizie e indica con le espressioni "cerniera esterna", "cerniera interna" o "incastro" l'effettiva condizione di vincolo alla base di ciascun ritto per ogni condizione di carico.

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 espone 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. Il calcolo è svolto in base ai criteri illustrati nei paragrafi che seguono.

Il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è quello di tipo parabola-rettangolo (fig. 4.1.1.(a) della norma) in cui assumiamo ovunque $\varepsilon_{c2} = 0,20\%$ e $\varepsilon_{cu} = 0,35\%$, avendo ovunque il calcestruzzo resistenza inferiore a C50/60.

Il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è quello elastico perfettamente plastico, con deformazione massima assunta nel calcolo $\varepsilon_{ud} = 1\%$.

Tutte le travi sono dotate di armatura resistente al taglio. Per i puntoni di calcestruzzo nell'ideale traliccio è stata assunta un'inclinazione θ tale che $\text{ctg } \theta = 1,5$

Il calcolo della resistenza al "taglio trazione" ed al "taglio compressione" è fatto applicando rispettivamente le formule [4.1.18] e [4.1.19].

L'armatura a taglio è in generale costituita da staffe perpendicolari all'asse della trave, cioè con $\alpha = 90^\circ$ e ferri piegati con $\alpha = 45^\circ$ circa. La loro quantità è indicata nelle tabelle; il calcolo tiene conto di entrambe. Dal momento che l'inclinazione reale dei ferri piegati può variare fra 40° e 50° , nel calcolo è stato assunto, come inclinazione dei ferri piegati, $\alpha = 40^\circ$ che è il valore che rende minimo il taglio trazione; pertanto al coefficiente $(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) * \sin \alpha$ della formula [4.1.18] per la parte relativa ai ferri piegati assume un valore fisso = 1,73.

Il codice di calcolo accerta che il contributo dovuto ai ferri piegati non superi il 50% del totale; altrimenti espone come taglio resistente il doppio di quello dovuto alle sole staffe.

Per assolvere le prescrizioni dell'ultimo capoverso del paragrafo 4.1.1.2.1.3.2. il codice calcola la quantità a_1 (décalage) con la formula [4.1.22]. Conseguentemente calcola ed espone il momento flettente massimo, agente nel tronco di trave lungo $2 * a_1$ preso a cavallo della sezione in esame.

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

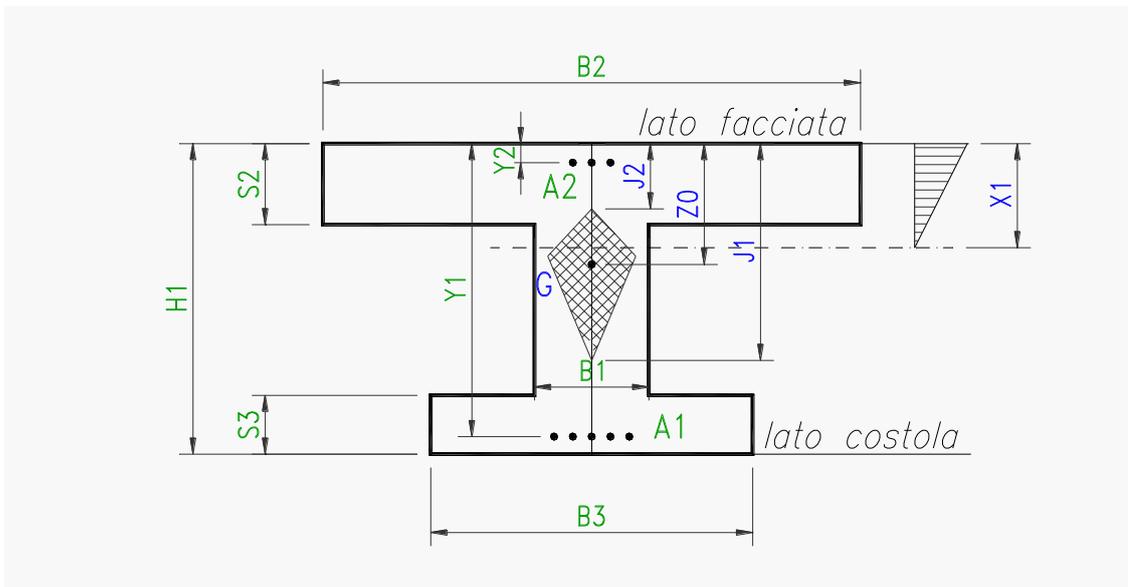
$0,9 * Y / 2$ estesa da ciascun lato della sezione analizzata (con Y = altezza utile)

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 $0,9 \cdot Y$.
- $A4$ = 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

$$MEd + \text{d\`ecalage} < Mrd$$
$$\text{abs}(VED) < VRd = \min(VRsd, VRcd)$$

8 - Verifica allo stato limite di esercizio

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.

VERIFICA A FESSURAZIONE (4.1.2.2.4)

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 "ordinarie" a sensi della tabella 4.1.III, lo stato limite di fessurazione risulta:

- $w_2 = 0,3$ mm per la combinazione quasi permanente
- $w_3 = 0,4$ mm per la combinazione frequente

I risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

CALCOLO DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO (4.1.2.2.5)

Sono inoltre espresse le tensioni di trazione nell'acciaio e di compressione nel calcestruzzo per confrontarne i valori con i massimi stabiliti per lo stato limite di tensione di esercizio.

Per la combinazione caratteristica rara, in base alle resistenze caratteristiche dei materiali impiegati, risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45):	$\sigma_c < 0,83 * 45 * 0,60 = 22,41 \text{ N/mm}^2$
Calcestruzzo nei giunti (C28/35):	$\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$
Calcestruzzo della soletta (C28/35):	$\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$

Per la combinazione di carico quasi permanente in ambiente moderatamente aggressivo risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45): $\sigma_c < 0,83 * 45 * 0,45 = 16,81 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo nei giunti (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo della soletta (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Acciaio: nella combinazione caratteristica: $\sigma_s < 0,80 * 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$

Tutti 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 la stato ultimo di vita (SLV). Sono inoltre esposti il fattore di struttura e la categoria del suolo di fondazione

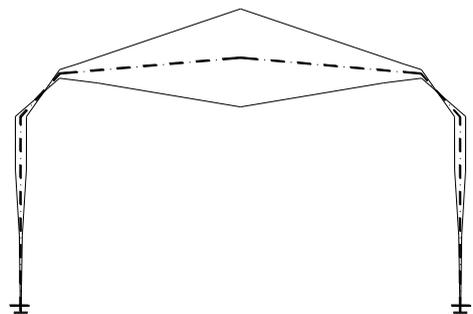
La struttura è verificata secondo il metodo del modo fondamentale di oscillare (analisi statica lineare).

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 rigidezza 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, 7, 8 e 9) più metà delle masse dei ritti (travi 3 e 10). 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:

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

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 rigidità 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:

$$\text{se } 0 \leq T < T_B = 0,05 \quad S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v * [T / T_B + q / F_v (1 - T / T_B)]$$

$$\text{se } 0,05 = T_B \leq T < T_C = 0,15 \quad S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v$$

$$\text{se } 0,15 = T_C \leq T < T_D = 1 \quad S_{vd}(T) = a_g * S / q * F_v * T_C * T_d / T^2$$

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, 7, 8, 9). 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 10). 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.

11 - Codici di calcolo

TIPO DI ANALISI SVOLTA

Il codice di calcolo deriva dall'evoluzione, sviluppata in molti anni, di un programma di soluzione di telai piani nato originariamente in Basic alla fine degli anni ottanta. L'attuale programma permette la verifica di tutte le tipologie di portali realizzate con i prefabbricati articolati.

In base all'input dei dati variabili, inseriti tramite apposite "finestre", il codice di calcolo determina le reazioni vincolari e le sollecitazioni agenti nelle varie sezioni della struttura risolvendo il telaio con un'analisi statica lineare senza ridistribuzioni.

La verifica della resistenza delle sezioni in cemento armato normale è fatta con soluzioni esatte basate su distribuzioni tensionali a parabola-rettangolo per le verifiche a SLU e sismiche, e su distribuzioni tensionali elastico-lineari parzializzate per le verifiche a SLE (tensioni e fessurazione).

Il programma è dotato di un sistema interno di controllo per le principali verifiche richieste dalle norme. In particolare nelle verifiche a SLU il codice di calcolo fa automaticamente il confronto fra sollecitazioni dovute alle azioni e sollecitazioni resistenti. Nelle verifiche a SLE il confronto è fatto fra le tensioni calcolate o l'ampiezza delle fessure e i loro valori massimi ammessi dalle norme. Il codice di calcolo evidenzia nelle tabelle dei risultati gli eventuali valori insufficienti o inadatti scrivendoli in rosso su fondino giallo.

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Tutti gli allegati alla presente relazione sono stati compilati automaticamente mediante il programma denominato "CalcoloArticolati",

Il programma, continuamente aggiornato, espone automaticamente negli allegati con quale revisione è stato effettuato il calcolo, in modo da poter comunque ricostruire esattamente, anche a distanza di tempo, ogni valore esposto.

AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI

L'affidabilità dei risultati forniti dal codice è stata controllata per molteplici condizioni di utilizzo con approccio sistematico, per testare tutti i diversi componenti del codice. Ad esempio:

- è stata verificata la simmetria dei risultati su strutture simmetriche sia nella geometria che nei carichi; i risultati forniti sono simmetrici, con buona precisione, benché il metodo di risoluzione
- del telaio avvenga con un calcolo matriciale per sua natura asimmetrico;
- sono stati sviluppati i test relativi a una sola azione non nulla, onde confrontarne i risultati con quelli facilmente calcolabili a mano;
-

- sono stati confrontati i risultati del calcolo di varie sezioni in c.a., sia a doppio T che circolari armate (pali), variamente sollecitate sia a SLU che a SLE, con i risultati di identiche sezioni calcolate a mano.

In base ai risultati di questo programma o delle sue precedenti versioni sono state costruite più di 500 opere con prefabbricati articolati, in Italia e all'estero, in condizioni molto diversificate, comprendenti sottopassi e cavalcavia stradali e ferroviari, gallerie artificiali con ricoperture fino a 15 m, ponti e ponticelli su fiumi, torrenti e canali, anche in zone anche in zone ad elevata sismicità.

In diversi casi sono stati effettuati anche confronti di verifica con i risultati calcolati in via indipendente da altri progettisti nell'ambito delle procedure di approvazione di progetti specifici.

CASALPUSTERLENGO-SS09

Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

DATI GEOMETRICI DELL'OPERA

Luce netta della struttura	m	20.00
Altezza nominale interna della struttura	m	7.17
Numero di archi prefabbricati	n°	19
Interasse tra gli archi della struttura	m	1.25
Larghezza teorica totale	m	23.75
Lunghezza orizzontale dell'obliquo (aa)	m	1.25

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	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
Acciaio (§ 4.1.2.1.1)		
	tipo	B450C
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.3.0.35
 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.			cm2	cm4			gradi	gradi
1	0.00	44.25	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	578.17	596.89	5558	6881460	90.00°	90.00°	100.00	48.75	6340	0
4	186.81	236.78	5558	6881460	48.00°	48.00°	100.00	48.75	4549	0
5	226.24	264.87	7000	9577690	6.00°	6.00°	107.00	57.14	4012	0
6	650.00	626.90	6613	8359946	0.00°	0.00°	105.00	59.89	3913	0
7	650.00	626.90	6613	8359946	0.00°	0.00°	105.00	59.89	3838	0
8	226.24	264.87	7000	9577690	-6.00°	-6.00°	107.00	57.14	3905	0
9	186.81	236.78	5558	6881460	-48.00°	-48.00°	100.00	48.75	4423	0
10	578.17	596.89	5558	6881460	-90.00°	-90.00°	100.00	48.75	6214	0
11	0.00	0.01	0	0	-90.00°	-90.00°	0.00	0.00	0	0
12	0.00	44.25	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	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	12.57	10.81	0.00	7.54	0	48.8
3	2	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	12.57	8.80	0.00	7.54	0	48.8
3	3	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	19.82	8.80	5.32	7.54	0	48.8
3	4	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	35.26	8.80	5.32	10.05	0	48.8
3	5	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	42.82	6.55	5.32	10.05	0	48.8
4	1	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	43.45	8.16	0.00	5.03	0	48.8
4	2	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	43.45	10.30	0.00	5.03	0	48.8
4	3	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	44.45	10.30	0.00	5.03	0	48.8
4	4	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	42.91	10.30	0.00	5.03	0	48.8
4	5	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	40.37	8.62	0.00	5.03	0	48.8
5	1	107	97.5	6.0	40	125	12	0	125	20	0	40.37	7.81	12.83	9.05	0	57.1
5	2	107	98.0	6.0	40	125	12	0	125	20	0	38.80	7.16	12.83	9.05	0	57.1
5	3	107	98.5	6.5	40	125	12	0	125	20	0	30.28	7.16	12.83	9.05	0	57.1
5	4	107	99.0	7.5	40	125	12	0	125	20	0	23.56	10.30	12.83	9.05	0	57.1
5	5	107	99.5	8.5	40	125	12	0	125	20	0	16.02	13.23	11.40	9.05	0	57.1
6	1	105	99	8.5	37	125	8	0	125	23	0	16.02	13.23	11.40	7.64	0	59.9
6	2	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	32.34	5.93	7.64	0	59.9
6	3	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	41.85	2.12	7.64	0	59.9
6	4	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	46.92	0.85	5.03	0	59.9
6	5	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	48.19	0.00	5.03	0	59.9
7	1	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	48.19	0.00	5.03	0	59.9
7	2	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	46.92	0.85	5.03	0	59.9
7	3	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	41.85	2.12	7.64	0	59.9
7	4	105	99	7.5	37	125	8	0	125	23	0	8.73	32.34	5.93	7.64	0	59.9
7	5	105	99	8.5	37	125	8	0	125	23	0	16.02	13.23	11.40	7.64	0	59.9
8	1	107	99.5	8.5	40	125	12	0	125	20	0	16.02	13.23	11.40	9.05	0	57.1
8	2	107	99.0	7.5	40	125	12	0	125	20	0	23.56	10.30	12.83	9.05	0	57.1
8	3	107	98.5	6.5	40	125	12	0	125	20	0	30.28	7.16	12.83	9.05	0	57.1
8	4	107	98.0	6.0	40	125	12	0	125	20	0	38.80	7.16	12.83	9.05	0	57.1

8	5	107	97.5	6.0	40	125	12	0	125	20	0	40.37	7.81	12.83	9.05	0	57.1
9	1	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	40.37	8.62	0.00	5.03	0	48.8
9	2	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	42.91	10.30	0.00	5.03	0	48.8
9	3	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	44.45	10.30	0.00	5.03	0	48.8
9	4	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	43.45	10.30	0.00	5.03	0	48.8
9	5	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	43.45	8.16	0.00	5.03	0	48.8
10	1	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	42.82	6.55	5.32	10.05	0	48.8
10	2	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	35.26	8.80	5.32	10.05	0	48.8
10	3	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	19.82	8.80	5.32	7.54	0	48.8
10	4	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	12.57	8.80	0.00	7.54	0	48.8
10	5	100	94	6	36	125	12	0	125	10	0	12.57	10.81	0.00	7.54	0	48.8

CALCOLO DELLA RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI MOBILI**Dati:**

Numero di archi prefabbricati che formano il ponte	n°	19	Luce del ponte	m	20.00
Interasse tra gli archi della struttura	m	1.25	Larghezza teorica del ponte	m	23.75
Larghezza delle corsie veicolari	m	3	Numero di corsie veicolari	n°	6
Distanza della 1a corsia veicolare dal bordo del ponte	m	1.65	Larghezza del marciapiede con sovracc	m	1.65
Carico sulla corsia più carica: q1a * Coeff.dinam * q1	kN	810.0	Sovraccarico sul marciapiede (corsia 0)	t/m2	0.2548

Carichi sulle corsie e ripartizione sugli archi:

Corsia	Aliquota	Distanza dal bordo del ponte	Larghezza corsia	Carico per arco	Note
0	14%	0.00	1.65	0.057	Folla sul marciapiede
1	100%	1.65	3.00	0.417	
2	67%	4.65	3.00	0.278	
3	33%	7.65	3.00	0.139	
4	0%	10.65	3.00	0.000	
5	0%	13.65	3.00	0.000	
6	0.00	16.65	3.00	0.00	

Rigidezza del nodo centrale di un arco isolato 456.95 kN/cm
 Momento d'inerzia del trasverso 1 685 060 cm4

Sollecitazioni del trasverso con le azioni per le verifiche allo s.l.u.:

ARCO	Carico mobile		FRECCE DEGLI ARCHI			Forze tra trasverso e arco	TAGLIO	MOMENTO flettente
	Aliquota della corsia più caricata	Totale kN	Isolati mm	Con trasverso mm	Differenza mm			
1° arco	0.122	99.0	13.19	16.03	2.84	129.8	129.8	0.0
2° arco	0.299	241.8	17.84	17.38	-0.45	-20.8	109.0	162.2
3° arco	0.417	337.5	20.95	18.28	-2.66	-121.7	-12.7	298.5
4° arco	0.374	303.3	19.83	18.41	-1.43	-65.1	-77.8	282.7
5° arco	0.281	227.7	17.38	17.77	0.39	17.9	-60.0	185.4
6° arco	0.268	216.9	17.02	16.59	-0.44	-19.9	-79.8	110.5
7° arco	0.166	134.1	14.33	15.11	0.78	35.4	-44.4	10.7
8° arco	0.139	112.5	13.63	13.57	-0.05	-2.5	-46.9	-44.8
9° arco	0.072	58.5	11.87	12.17	0.30	13.7	-33.2	-103.4
10° arco	0.000	0.0	9.97	11.05	1.08	49.5	16.3	-144.9
11° arco	0.000	0.0	9.97	10.32	0.35	16.0	32.3	-124.5
12° arco	0.000	0.0	9.97	9.93	-0.04	-1.9	30.4	-84.1
13° arco	0.000	0.0	9.97	9.78	-0.19	-8.7	21.7	-46.0
14° arco	0.000	0.0	9.97	9.77	-0.20	-9.3	12.4	-18.9
15° arco	0.000	0.0	9.97	9.81	-0.16	-7.3	5.2	-3.4
16° arco	0.000	0.0	9.97	9.87	-0.10	-4.5	0.6	3.1
17° arco	0.000	0.0	9.97	9.92	-0.05	-2.1	-1.5	3.9
18° arco	0.000	0.0	9.97	9.97	0.00	-0.1	-1.6	2.0
19° arco	0.000	0.0	9.97	10.00	0.04	1.6	0.0	0.0

Risultati:

Freccia di un arco isolato con i soli carichi permanenti (condizione 20: verifica s.l.u.) mm 9.97
 Freccia max. di un arco isolato con carichi permanenti + mobili (condiz 21: verifica s.l.u) mm 20.95
 Freccia max. della struttura con trasverso: carichi permanenti + mobili (in corrispondenza del 4° arco) mm 18.41
 Coefficiente di ripartizione trasversale teorico (= rapporto tra il carico agente sull'arco più carico e quello agente sulla corsia più carica) **0.320**
 Momento flettente positivo massimo sul trasverso (in corrispondenza del 3° arco) kN.m 298.5
 Momento flettente negativo massimo sul trasverso (in corrispondenza del 10° arco) kN.m -144.9

Calcolo delle sollecitazioni resistenti del trasverso:

Componenti del trasverso	Descrizione sezioni			Aree ferri		Sollecitaz. resistenti	
	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B1 larghezza utile cm	A1 superiori cm2	A2 inferiori cm2	Vcls kN	Mrd kN.m
Soletta sopra la trave centrale	23.0	11.5	1 170	60.04	60.04	1541.0	247.9
Collegamento tetto-trave centrale	105.0	99.0	130	12.56	12.56	996	819.0
TOTALE						2537	1066.9

Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20
CASALPUSTERLENGO-SS09

**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, 22, 25, 26, 27	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1
41	1	1	1	1	0	0	1
51, 55, 56	1	1	1	1	0.75	0	1
61, 65, 66	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	1203.2	0.0	1203.2	444.5	36.3	480.9
4	824.8	285.5	488.0	36.3	524.3	238.0	-71.5	166.5
5	359.6	261.3	278.3	-71.5	206.8	224.6	-95.7	128.9
6	275.9	238.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	238.4	201.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	185.9	252.7	-90.5	-76.3	-166.8	-108.6	-103.1	-211.6
9	171.1	682.3	-131.7	-103.1	-234.7	-300.2	-206.7	-506.9
10	0.0	0.0	-283.5	-206.7	-490.2	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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)	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)	874.38	874.38	874.38	874.38	874.38	
	M	(kN.m)	97.12	97.13	97.13	97.13	97.14	
	T	(kN)	132.67	132.67	132.67	132.67	132.67	
TRAVE 3	N	(kN)	874.38	782.36	701.08	630.52	570.69	
	M	(kN.m)	97.14	169.31	26.65	-294.31	-757.01	
	T	(kN)	132.67	-28.60	-164.59	-275.29	-360.71	
TRAVE 4	N	(kN)	661.34	648.60	636.69	625.61	615.37	
	M	(kN.m)	-807.59	-774.38	-755.63	-749.46	-753.97	
	T	(kN)	87.94	54.95	26.01	1.11	-19.75	
TRAVE 5	N	(kN)	472.80	470.52	468.27	466.05	463.84	
	M	(kN.m)	-726.20	-521.46	-334.91	-165.88	-13.69	
	T	(kN)	378.45	345.71	314.14	283.77	254.58	
TRAVE 6	N	(kN)	434.78	434.53	435.10	435.65	436.17	
	M	(kN.m)	-9.05	410.45	700.36	863.26	901.69	
	T	(kN)	295.62	218.02	139.06	61.68	-14.12	
TRAVE 7	N	(kN)	436.09	436.09	436.09	436.09	436.59	
	M	(kN.m)	901.72	818.25	615.45	295.87	-137.98	
	T	(kN)	-14.12	-88.35	-161.00	-232.07	-298.59	
TRAVE 8	N	(kN)	465.89	467.42	468.99	470.58	472.20	
	M	(kN.m)	-142.73	-294.96	-461.34	-642.32	-838.36	
	T	(kN)	-256.92	-281.53	-306.94	-333.15	-360.17	
TRAVE 9	N	(kN)	599.29	605.60	613.01	621.52	631.12	
	M	(kN.m)	-860.02	-848.45	-846.84	-856.82	-880.02	
	T	(kN)	34.27	14.70	-8.37	-34.94	-65.00	
TRAVE 10	N	(kN)	525.45	531.12	529.01	519.12	501.46	
	M	(kN.m)	-825.38	-363.18	-23.00	177.81	221.89	
	T	(kN)	357.97	279.56	189.14	86.71	-27.72	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	-27.72	-27.72	-27.72	-27.72	-27.72	
	M	(kN.m)	221.89	166.42	110.95	55.47	0.00	
	T	(kN)	-501.46	-501.46	-501.46	-501.46	-501.46	

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)= 0.30365	X(6)= -0.23	X(7)= -0.37
inizio trave 5	X(8)= 1.11352	X(9)= -1.42	X(10)= 0.83
inizio trave 6	X(11)= 1.38490	X(12)= -4.87	X(13)= 1.14
inizio trave 7	X(14)= -0.08140	X(15)= -9.97	X(16)= 1.01
inizio trave 8	X(17)= -1.37234	X(18)= -4.24	X(19)= 0.88
inizio trave 9	X(20)= -0.99537	X(21)= -0.97	X(22)= 1.17
inizio trave 10	X(23)= -0.08915	X(24)= -0.05	X(25)= 2.08
inizio trave 11	X(26)= 0.28126	X(27)= 0.12	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.28126	X(27)= 0.12	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.28110		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

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: Xp = 0.00 m. Yp = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 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: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.0 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:

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	97.1	-59.9	157.6	874.4	132.7	132.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.9	12.57	10.81	0.00	7.54	792.4	374.4	1268.8	374.4
	2	169.3	-70.4	169.3	782.4	-28.6	-28.6	100.0	94.0	125.0	36.0	10.1	12.57	8.80	0.00	7.54	681.1	-374.4	-1257.2	-374.4
	3	26.6	-52.6	94.4	701.1	-164.6	-164.6	100.0	94.0	125.0	36.0	9.4	19.82	8.80	5.32	7.54	643.7	-698.3	-1246.9	-698.3
	4	-294.3	-2.1	-482.1	630.5	-275.3	-274.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	35.26	8.80	5.32	10.05	-1500.1	-823.1	-1237.9	-823.1
	5	-757.0	83.9	-825.4	570.7	-360.7	-324.1	100.0	94.0	125.0	36.0	15.9	42.82	6.55	5.32	10.05	-1728.3	-823.1	-1230.4	-823.1
4	1	-807.6	73.4	-825.4	661.3	87.9	28.2	100.0	94.0	125.0	36.0	16.4	43.45	8.16	0.00	5.03	-1786.7	249.6	1241.8	258.4
	2	-774.4	70.6	-823.4	648.6	55.0	23.4	100.0	94.0	125.0	36.0	16.0	43.45	10.30	0.00	5.03	-1783.2	249.6	1240.2	257.3
	3	-755.6	69.9	-784.5	636.7	26.0	10.3	100.0	94.0	125.0	36.0	16.1	44.45	10.30	0.00	5.03	-1812.0	249.6	1238.7	257.7
	4	-749.5	71.0	-760.8	625.6	1.1	10.5	100.0	94.0	125.0	36.0	15.7	42.91	10.30	0.00	5.03	-1756.1	249.6	1237.3	254.3
	5	-754.0	73.8	-762.0	615.4	-19.7	2.8	100.0	94.0	125.0	36.0	15.4	40.37	8.62	0.00	5.03	-1665.6	249.6	1236.0	249.6
5	1	-726.2	96.5	-762.0	472.8	378.5	326.1	107.0	97.5	125.0	40.0	15.0	40.37	7.81	12.83	9.05	-1701.3	932.0	1389.5	932.0
	2	-521.5	53.7	-762.0	470.5	345.7	320.4	107.0	98.0	125.0	40.0	14.7	38.80	7.16	12.83	9.05	-1652.3	936.8	1396.4	936.8
	3	-334.9	14.4	-556.1	468.3	314.1	306.2	107.0	98.5	125.0	40.0	13.1	30.28	7.16	12.83	9.05	-1355.0	941.6	1403.2	941.6
	4	-165.9	-21.5	-367.5	466.0	283.8	283.4	107.0	99.0	125.0	40.0	11.8	23.56	10.30	12.83	9.05	-1116.8	946.4	1410.1	946.4
	5	-13.7	-54.2	-196.3	463.8	254.6	254.6	107.0	99.5	125.0	40.0	10.5	16.02	13.23	11.40	9.05	-845.3	951.1	1416.9	951.1

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
6	1	-9.0	-57.8	-189.6	434.8	295.6	295.6	105.0	99.0	125.0	37.0	10.6	16.02	13.23	11.40	7.64	-840.8	799.1	1303.7	799.1
	2	410.4	-154.3	543.3	434.5	218.0	218.0	105.0	97.5	125.0	37.0	13.1	8.73	32.34	5.93	7.64	1347.4	754.7	1283.9	754.7
	3	700.4	-220.9	781.5	435.1	139.1	139.1	105.0	97.5	125.0	37.0	14.7	8.73	41.85	2.12	7.64	1679.7	522.4	1284.0	522.4
	4	863.3	-258.0	893.7	435.6	61.7	61.7	105.0	97.5	125.0	37.0	15.5	8.73	46.92	0.85	5.03	1855.3	310.6	1284.0	310.6
	5	901.7	-266.6	903.8	436.2	-14.1	-14.1	105.0	97.5	125.0	37.0	15.7	8.73	48.19	0.00	5.03	1899.3	-258.9	-1284.1	-258.9
7	1	901.7	-266.7	903.8	436.1	-14.1	-14.1	105.0	97.5	125.0	37.0	15.7	8.73	48.19	0.00	5.03	1899.3	-258.9	-1284.1	-258.9
	2	818.3	-247.5	866.6	436.1	-88.3	-88.3	105.0	97.5	125.0	37.0	15.5	8.73	46.92	0.85	5.03	1855.5	-310.6	-1284.1	-310.6
	3	615.4	-201.0	711.8	436.1	-161.0	-161.0	105.0	97.5	125.0	37.0	14.7	8.73	41.85	2.12	7.64	1680.1	-522.4	-1284.1	-522.4
	4	295.9	-127.7	439.2	436.1	-232.1	-232.1	105.0	97.5	125.0	37.0	13.1	8.73	32.34	5.93	7.64	1348.0	-754.7	-1284.1	-754.7
	5	-138.0	-28.3	-318.6	436.6	-298.6	-298.6	105.0	99.0	125.0	37.0	10.6	16.02	13.23	11.40	7.64	-841.7	-799.1	-1303.9	-799.1
8	1	-142.7	-26.5	-325.1	465.9	-256.9	-256.9	107.0	99.5	125.0	40.0	10.5	16.02	13.23	11.40	9.05	-846.3	-951.1	-1417.2	-951.1
	2	-295.0	6.0	-493.1	467.4	-281.5	-281.2	107.0	99.0	125.0	40.0	11.9	23.56	10.30	12.83	9.05	-1117.5	-946.4	-1410.2	-946.4
	3	-461.3	41.2	-675.6	469.0	-306.9	-300.4	107.0	98.5	125.0	40.0	13.2	30.28	7.16	12.83	9.05	-1355.3	-941.6	-1403.3	-941.6
	4	-642.3	79.4	-872.4	470.6	-333.2	-312.4	107.0	98.0	125.0	40.0	14.7	38.80	7.16	12.83	9.05	-1652.4	-936.8	-1396.4	-936.8
	5	-838.4	120.4	-872.4	472.2	-360.2	-317.1	107.0	97.5	125.0	40.0	15.0	40.37	7.81	12.83	9.05	-1701.0	-932.0	-1389.4	-932.0
9	1	-860.0	94.8	-872.5	599.3	34.3	12.6	100.0	94.0	125.0	36.0	15.3	40.37	8.62	0.00	5.03	-1659.1	249.6	1234.0	249.6
	2	-848.4	91.3	-866.3	605.6	14.7	2.4	100.0	94.0	125.0	36.0	15.6	42.91	10.30	0.00	5.03	-1748.0	249.6	1234.8	252.5
	3	-846.8	89.4	-863.5	613.0	-8.4	6.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.0	44.45	10.30	0.00	5.03	-1802.5	249.6	1235.7	255.5
	4	-856.8	89.1	-891.9	621.5	-34.9	-6.3	100.0	94.0	125.0	36.0	15.8	43.45	10.30	0.00	5.03	-1772.3	-249.6	-1236.8	-254.8
	5	-880.0	90.7	-893.4	631.1	-65.0	-10.8	100.0	94.0	125.0	36.0	16.2	43.45	8.16	0.00	5.03	-1774.6	-249.6	-1238.0	-255.7
10	1	-825.4	108.3	-893.2	525.5	358.0	320.6	100.0	94.0	125.0	36.0	15.7	42.82	6.55	5.32	10.05	-1710.2	823.1	1224.6	823.1
	2	-363.2	19.6	-552.1	531.1	279.6	278.8	100.0	94.0	125.0	36.0	13.9	35.26	8.80	5.32	10.05	-1459.3	823.1	1225.4	823.1
	3	-23.0	-44.4	-156.2	529.0	189.1	189.1	100.0	94.0	125.0	36.0	11.1	19.82	8.80	5.32	7.54	-932.9	698.3	1225.1	698.3
	4	177.8	-83.0	177.8	519.1	86.7	86.7	100.0	94.0	125.0	36.0	8.8	12.57	8.80	0.00	7.54	560.4	374.4	1223.8	374.4
	5	221.9	-93.0	226.5	501.5	-27.7	-27.7	100.0	94.0	125.0	36.0	9.1	12.57	10.81	0.00	7.54	622.2	-374.4	-1221.6	-374.4

DATI CONDIZIONE DI CARICO 21 - Carichi stradali: 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	1256.8	0.0	1256.8	498.2	59.3	557.5
4	824.8	285.5	541.6	59.3	601.0	291.7	-142.6	149.1
5	476.3	377.9	332.0	-142.6	189.4	278.2	-187.7	90.5
6	392.5	355.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	355.1	317.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	302.5	369.3	-90.5	-161.3	-251.8	-108.6	-212.5	-321.0
9	171.1	682.3	-131.7	-212.5	-344.1	-300.2	-416.5	-716.7
10	0.0	0.0	-283.5	-416.5	-700.0	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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	1	129 600	566.9				
7	1	129 600	60.0				
8	0						
9	0						
10	0						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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	28 936

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 mezzeria + spinte asim (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)	1101.79	1101.79	1101.79	1101.79	1101.79	
	M	(kN.m)	405.41	405.41	405.41	405.41	405.41	
	T	(kN)	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	
TRAVE 3	N	(kN)	1101.79	1009.77	928.49	857.93	798.10	
	M	(kN.m)	405.41	281.88	-68.85	-611.42	-1310.42	
	T	(kN)	1.29	-168.14	-313.09	-433.56	-529.55	
TRAVE 4	N	(kN)	945.13	933.78	922.83	912.28	902.14	
	M	(kN.m)	-1388.03	-1343.57	-1314.19	-1297.77	-1292.20	
	T	(kN)	112.83	78.29	48.28	22.79	1.83	
TRAVE 5	N	(kN)	670.69	667.61	664.52	661.44	658.35	
	M	(kN.m)	-1238.18	-918.34	-620.36	-343.59	-87.34	
	T	(kN)	585.22	545.96	507.89	471.01	435.31	
TRAVE 6	N	(kN)	609.30	607.92	608.50	609.04	609.56	
	M	(kN.m)	-76.10	651.98	1219.69	1629.58	1806.43	
	T	(kN)	492.92	398.45	300.54	204.20	-20.16	
TRAVE 7	N	(kN)	638.39	638.39	638.39	638.39	639.68	
	M	(kN.m)	1806.51	1564.99	1095.57	478.58	-283.52	
	T	(kN)	-20.16	-242.94	-334.54	-424.57	-507.85	
TRAVE 8	N	(kN)	689.99	691.68	693.37	695.05	696.74	
	M	(kN.m)	-294.72	-556.14	-835.44	-1133.06	-1449.46	
	T	(kN)	-446.68	-477.87	-509.87	-542.67	-576.28	
TRAVE 9	N	(kN)	910.21	913.45	917.32	921.82	926.96	
	M	(kN.m)	-1495.28	-1490.47	-1497.33	-1517.74	-1553.57	
	T	(kN)	21.46	-1.53	-28.53	-59.54	-94.55	
TRAVE 10	N	(kN)	764.94	770.60	768.49	758.61	740.95	
	M	(kN.m)	-1472.43	-784.82	-251.07	122.07	327.86	
	T	(kN)	527.39	423.27	314.48	201.04	82.93	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	82.93	82.93	82.93	82.93	82.93	
	M	(kN.m)	327.86	245.90	163.93	81.97	0.00	
	T	(kN)	-740.95	-740.95	-740.95	-740.95	-740.95	

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)= 0.62052	X(6)= -0.31	X(7)= -0.61
inizio trave 5	X(8)= 2.01886	X(9)= -2.50	X(10)= 1.65
inizio trave 6	X(11)= 2.51899	X(12)= -8.74	X(13)= 2.23
inizio trave 7	X(14)= -0.13212	X(15)= -18.41	X(16)= 2.05
inizio trave 8	X(17)= -2.52091	X(18)= -7.65	X(19)= 1.87
inizio trave 9	X(20)= -1.84074	X(21)= -1.65	X(22)= 2.42
inizio trave 10	X(23)= -0.24709	X(24)= 0.10	X(25)= 4.18
inizio trave 11	X(26)= 0.80292	X(27)= 0.36	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.80292	X(27)= 0.36	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.80270		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

Condizione di carico 21 - Carichi stradali: q1a in mezzeria + spinte asimmm (s.l.u.)
Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00 \text{ m.}$ $Y_p = 0.80 \text{ m.}$
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) $a_{sx} = 2\%$ $a_{dx} = 2\%$
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m^3 a destra: 1.80 t/m^3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.621$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Incr. con la profond. $3 \text{ MPa} / \text{m}$
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.35$ $g_2 = 1.35$ $g_3 = 1.35$ ($g_3 = 1.0$ 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:

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

Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.320$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili $q_1 = q_3 = 1.35$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da $300 \text{ kN} \times 0.320 \times 1.350 = 129.6 \text{ kN/cad.}$
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di $m \ 9.40, \ 10.60$
 Carichi distribuiti $q_1k = 9 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m} \times 0.320 \times 1.35 = 11.7 \text{ kN/m/arco}$
 Frenata: (60% di $600 \text{ kN} + 10\%$ di $9 \times 3 \times 17.50 \text{ kN}$) $\times 1.35 / 19$ archi = 28.9 kN/ar

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	405.4	-85.5	405.4	1101.8	1.3	1.3	100.0	94.0	125.0	36.0	12.0	12.57	10.81	0.00	7.54	895.2	374.4	1297.6	374.4
	2	281.9	-76.7	281.9	1009.8	-168.1	-168.1	100.0	94.0	125.0	36.0	11.2	12.57	8.80	0.00	7.54	784.4	-374.4	-1286.0	-374.4
	3	-68.9	-41.3	-285.5	928.5	-313.1	-313.1	100.0	94.0	125.0	36.0	12.9	19.82	8.80	5.32	7.54	-1100.3	-698.3	-1275.7	-698.3
	4	-611.4	22.5	-901.1	857.9	-433.6	-432.7	100.0	94.0	125.0	36.0	15.6	35.26	8.80	5.32	10.05	-1592.6	-823.1	-1266.7	-823.1
	5	-1310.4	115.4	-1410.5	798.1	-529.6	-487.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1818.3	-823.1	-1259.2	-823.1
4	1	-1388.0	98.1	-1410.5	945.1	112.8	49.8	100.0	94.0	125.0	36.0	18.1	43.45	8.16	0.00	5.03	-1898.1	249.6	1277.8	284.3
	2	-1343.6	95.1	-1408.0	933.8	78.3	45.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.6	43.45	10.30	0.00	5.03	-1896.3	249.6	1276.3	283.3
	3	-1314.2	93.7	-1357.7	922.8	48.3	32.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.8	44.45	10.30	0.00	5.03	-1925.2	249.6	1274.9	283.8
	4	-1297.8	93.5	-1323.1	912.3	22.8	10.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.4	42.91	10.30	0.00	5.03	-1870.2	249.6	1273.6	280.5
	5	-1292.2	94.5	-1302.3	902.1	1.8	-20.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.0	40.37	8.62	0.00	5.03	-1780.3	-249.6	-1272.3	-275.6
5	1	-1238.2	127.5	-1293.5	670.7	585.2	522.7	107.0	97.5	125.0	40.0	16.0	40.37	7.81	12.83	9.05	-1798.0	932.0	1412.4	932.0
	2	-918.3	80.4	-1293.5	667.6	546.0	515.7	107.0	98.0	125.0	40.0	15.8	38.80	7.16	12.83	9.05	-1748.9	936.8	1419.3	936.8
	3	-620.4	36.2	-972.9	664.5	507.9	498.4	107.0	98.5	125.0	40.0	14.1	30.28	7.16	12.83	9.05	-1452.5	941.6	1426.2	941.6
	4	-343.6	-5.2	-672.8	661.4	471.0	470.5	107.0	99.0	125.0	40.0	12.7	23.56	10.30	12.83	9.05	-1214.6	946.4	1433.1	946.4
	5	-87.3	-43.9	-393.9	658.3	435.3	435.3	107.0	99.5	125.0	40.0	11.4	16.02	13.23	11.40	9.05	-943.7	951.1	1439.9	951.1

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
6	1	-76.1	-47.4	-380.2	609.3	492.9	492.9	105.0	99.0	125.0	37.0	11.6	16.02	13.23	11.40	7.64	-935.1	799.1	1323.8	799.1
	2	652.0	-167.1	901.1	607.9	398.4	398.4	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1412.0	754.7	1303.6	754.7
	3	1219.7	-260.3	1404.6	608.5	300.5	300.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.4	8.73	41.85	2.12	7.64	1742.2	522.4	1303.6	522.4
	4	1629.6	-327.4	1751.3	609.0	204.2	204.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.2	8.73	46.92	0.85	5.03	1916.5	310.6	1303.7	310.6
	5	1806.4	-356.2	1809.9	609.6	-20.2	-20.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.4	8.73	48.19	0.00	5.03	1960.1	-258.9	-1303.8	-262.6
7	1	1806.5	-342.9	1809.9	638.4	-20.2	-20.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.5	8.73	48.19	0.00	5.03	1970.2	-258.9	-1307.0	-264.9
	2	1565.0	-305.0	1712.5	638.4	-242.9	-242.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	46.92	0.85	5.03	1926.8	-310.6	-1307.0	-310.6
	3	1095.6	-231.5	1303.6	638.4	-334.5	-334.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.5	8.73	41.85	2.12	7.64	1752.8	-522.4	-1307.0	-522.4
	4	478.6	-134.9	746.1	638.4	-424.6	-424.6	105.0	97.5	125.0	37.0	14.0	8.73	32.34	5.93	7.64	1423.2	-754.7	-1307.0	-754.7
	5	-283.5	-15.6	-593.8	639.7	-507.9	-507.9	105.0	99.0	125.0	37.0	11.8	16.02	13.23	11.40	7.64	-951.5	-799.1	-1327.3	-799.1
8	1	-294.7	-14.4	-607.1	690.0	-446.7	-446.7	107.0	99.5	125.0	40.0	11.6	16.02	13.23	11.40	9.05	-959.6	-951.1	-1443.7	-951.1
	2	-556.1	23.3	-888.1	691.7	-477.9	-477.5	107.0	99.0	125.0	40.0	12.9	23.56	10.30	12.83	9.05	-1229.7	-946.4	-1436.6	-946.4
	3	-835.4	63.3	-1187.2	693.4	-509.9	-501.7	107.0	98.5	125.0	40.0	14.3	30.28	7.16	12.83	9.05	-1466.7	-941.6	-1429.6	-941.6
	4	-1133.1	105.9	-1503.9	695.1	-542.7	-516.9	107.0	98.0	125.0	40.0	16.0	38.80	7.16	12.83	9.05	-1762.2	-936.8	-1422.5	-936.8
	5	-1449.5	150.9	-1503.9	696.7	-576.3	-523.0	107.0	97.5	125.0	40.0	16.2	40.37	7.81	12.83	9.05	-1810.6	-932.0	-1415.4	-932.0
9	1	-1495.3	115.5	-1504.1	910.2	21.5	-4.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.0	40.37	8.62	0.00	5.03	-1783.5	-249.6	-1273.3	-276.4
	2	-1490.5	114.4	-1503.0	913.4	-1.5	9.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.4	42.91	10.30	0.00	5.03	-1870.7	249.6	1273.8	280.6
	3	-1497.3	114.5	-1528.7	917.3	-28.5	-11.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.8	44.45	10.30	0.00	5.03	-1923.1	-249.6	-1274.2	-283.3
	4	-1517.7	115.9	-1570.5	921.8	-59.5	-26.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	43.45	10.30	0.00	5.03	-1891.6	-249.6	-1274.8	-282.2
	5	-1553.6	118.8	-1572.7	927.0	-94.5	-31.5	100.0	94.0	125.0	36.0	18.0	43.45	8.16	0.00	5.03	-1891.1	-249.6	-1275.5	-282.7
10	1	-1472.4	143.7	-1572.4	764.9	527.4	474.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	42.82	6.55	5.32	10.05	-1805.3	823.1	1255.0	823.1
	2	-784.8	53.1	-1068.1	770.6	423.3	422.1	100.0	94.0	125.0	36.0	15.1	35.26	8.80	5.32	10.05	-1557.3	823.1	1255.7	823.1
	3	-251.1	-16.1	-466.0	768.5	314.5	314.5	100.0	94.0	125.0	36.0	12.2	19.82	8.80	5.32	7.54	-1033.6	698.3	1255.4	698.3
	4	122.1	-64.8	122.1	758.6	201.0	201.0	100.0	94.0	125.0	36.0	10.0	12.57	8.80	0.00	7.54	670.3	374.4	1254.2	374.4
	5	327.9	-93.0	327.9	740.9	82.9	82.9	100.0	94.0	125.0	36.0	10.3	12.57	10.81	0.00	7.54	731.7	374.4	1251.9	374.4

DATI CONDIZIONE DI CARICO 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + 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	1256.8	0.0	1256.8	498.2	77.7	575.9
4	941.5	402.1	541.6	77.7	619.4	291.7	-80.6	211.1
5	476.3	377.9	332.0	-80.6	251.4	278.2	-117.2	161.1
6	392.5	355.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	355.1	317.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	185.9	252.7	-90.5	-91.5	-182.0	-108.6	-137.9	-246.4
9	171.1	682.3	-131.7	-137.9	-269.5	-300.2	-337.1	-637.3
10	0.0	0.0	-283.5	-337.1	-620.6	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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	1	129 600	515.0				
8	1	129 600	8.1				
9	0						
10	0						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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
19	28 744

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

CONDIZIONE DI CARICO 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + spinte asim (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)	1035.48	1035.48	1035.48	1035.48	1035.48	
	M	(kN.m)	327.41	327.41	327.41	327.41	327.41	
	T	(kN)	52.96	52.96	52.96	52.96	52.96	
TRAVE 3	N	(kN)	1035.48	943.47	862.18	791.63	731.80	
	M	(kN.m)	327.41	278.41	1.27	-469.56	-1099.63	
	T	(kN)	52.96	-116.79	-262.71	-384.79	-483.04	
TRAVE 4	N	(kN)	864.01	850.56	837.71	825.46	813.81	
	M	(kN.m)	-1170.53	-1132.06	-1110.17	-1102.84	-1108.08	
	T	(kN)	101.55	63.91	30.56	1.51	-23.23	
TRAVE 5	N	(kN)	623.29	620.58	617.88	615.19	612.51	
	M	(kN.m)	-1069.87	-795.44	-542.90	-311.59	-100.81	
	T	(kN)	504.95	465.65	427.54	390.62	354.88	
TRAVE 6	N	(kN)	572.16	571.75	572.33	572.87	573.39	
	M	(kN.m)	-93.50	496.80	926.74	1198.85	1315.69	
	T	(kN)	409.04	313.66	215.75	119.42	24.65	
TRAVE 7	N	(kN)	573.29	573.29	573.29	573.29	602.69	
	M	(kN.m)	1315.74	1279.88	1093.89	760.32	87.60	
	T	(kN)	24.65	-68.52	-160.13	-250.15	-589.03	
TRAVE 8	N	(kN)	661.75	663.17	664.60	666.03	667.46	
	M	(kN.m)	70.39	-237.15	-558.84	-895.14	-1246.50	
	T	(kN)	-531.49	-556.11	-581.54	-607.77	-634.81	
TRAVE 9	N	(kN)	927.80	932.80	938.45	944.75	951.72	
	M	(kN.m)	-1317.05	-1340.39	-1374.48	-1421.19	-1482.38	
	T	(kN)	-39.78	-60.82	-85.85	-114.85	-147.83	
TRAVE 10	N	(kN)	819.00	824.66	822.55	812.67	795.01	
	M	(kN.m)	-1415.20	-749.97	-226.56	144.28	351.78	
	T	(kN)	506.80	412.41	310.58	201.30	84.58	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	84.58	84.58	84.58	84.58	84.58	
	M	(kN.m)	351.78	263.84	175.89	87.95	0.00	
	T	(kN)	-795.01	-795.01	-795.01	-795.01	-795.01	

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)= 0.42505	X(6)= -0.28	X(7)= -0.79
inizio trave 5	X(8)= 1.61107	X(9)= -1.99	X(10)= 0.93
inizio trave 6	X(11)= 2.05227	X(12)= -7.03	X(13)= 1.39
inizio trave 7	X(14)= 0.08900	X(15)= -15.32	X(16)= 1.23
inizio trave 8	X(17)= -2.22838	X(18)= -7.38	X(19)= 1.06
inizio trave 9	X(20)= -1.79167	X(21)= -1.79	X(22)= 1.57
inizio trave 10	X(23)= -0.33253	X(24)= 0.01	X(25)= 3.39
inizio trave 11	X(26)= 0.63557	X(27)= 0.28	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.63557	X(27)= 0.28	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.63533		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

Condizione di carico 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + spinte asimmm (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 = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Incr. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.0 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
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.320
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.320 x 1.350 = 129.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 15.15, 16.35
 Carichi distribuiti q1k = 9 kN/m2 x 3m x 0.320 x 1.35 = 11.7 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x16.50 kN) x 1.35 / 19 archi = 28.7 kN/ar

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 taglia	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	327.4	-80.4	337.9	1035.5	53.0	53.0	100.0	94.0	125.0	36.0	11.7	12.57	10.81	0.00	7.54	865.3	374.4	1289.2	374.4
	2	278.4	-78.3	278.4	943.5	-116.8	-116.8	100.0	94.0	125.0	36.0	10.9	12.57	8.80	0.00	7.54	754.4	-374.4	-1277.6	-374.4
	3	1.3	-48.9	183.6	862.2	-262.7	-262.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.1	19.82	8.80	5.32	7.54	717.3	-698.3	-1267.3	-698.3
	4	-469.6	10.6	-728.6	791.6	-384.8	-383.9	100.0	94.0	125.0	36.0	15.2	35.26	8.80	5.32	10.05	-1565.8	-823.1	-1258.3	-823.1
	5	-1099.6	101.5	-1191.1	731.8	-483.0	-439.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.9	42.82	6.55	5.32	10.05	-1792.3	-823.1	-1250.8	-823.1
4	1	-1170.5	86.7	-1191.0	864.0	101.6	33.8	100.0	94.0	125.0	36.0	17.6	43.45	8.16	0.00	5.03	-1866.6	249.6	1267.5	276.9
	2	-1132.1	84.3	-1188.7	850.6	63.9	28.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	43.45	10.30	0.00	5.03	-1863.6	249.6	1265.8	275.7
	3	-1110.2	83.8	-1143.8	837.7	30.6	12.4	100.0	94.0	125.0	36.0	17.3	44.45	10.30	0.00	5.03	-1891.9	249.6	1264.2	276.0
	4	-1102.8	84.9	-1116.2	825.5	1.5	13.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.8	42.91	10.30	0.00	5.03	-1836.0	249.6	1262.6	272.6
	5	-1108.1	87.4	-1117.6	813.8	-23.2	4.4	100.0	94.0	125.0	36.0	16.5	40.37	8.62	0.00	5.03	-1745.3	249.6	1261.1	267.6
5	1	-1069.9	114.5	-1117.6	623.3	504.9	442.3	107.0	97.5	125.0	40.0	15.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1774.9	932.0	1406.9	932.0
	2	-795.4	71.0	-1117.6	620.6	465.7	435.4	107.0	98.0	125.0	40.0	15.5	38.80	7.16	12.83	9.05	-1725.9	936.8	1413.8	936.8
	3	-542.9	30.7	-842.0	617.9	427.5	418.0	107.0	98.5	125.0	40.0	13.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1429.4	941.6	1420.7	941.6
	4	-311.6	-6.5	-587.1	615.2	390.6	390.2	107.0	99.0	125.0	40.0	12.5	23.56	10.30	12.83	9.05	-1191.5	946.4	1427.6	946.4
	5	-100.8	-40.7	-353.4	612.5	354.9	354.9	107.0	99.5	125.0	40.0	11.2	16.02	13.23	11.40	9.05	-920.6	951.1	1434.5	951.1

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
6	1	-93.5	-43.5	-343.6	572.2	409.0	409.0	105.0	99.0	125.0	37.0	11.4	16.02	13.23	11.40	7.64	-915.1	799.1	1319.5	799.1
	2	496.8	-146.8	690.1	571.8	313.7	313.7	105.0	97.5	125.0	37.0	13.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1398.6	754.7	1299.5	754.7
	3	926.7	-221.8	1055.8	572.3	215.8	215.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.2	8.73	41.85	2.12	7.64	1729.2	522.4	1299.5	522.4
	4	1198.8	-269.2	1264.7	572.9	119.4	119.4	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1903.9	310.6	1299.6	310.6
	5	1315.7	-289.3	1320.7	573.4	24.7	24.7	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1947.5	258.9	1299.7	259.6
7	1	1315.7	-289.4	1320.7	573.3	24.7	24.7	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1947.5	258.9	1299.6	259.6
	2	1279.9	-283.1	1312.6	573.3	-68.5	-68.5	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1904.0	-310.6	-1299.6	-310.6
	3	1093.9	-250.7	1187.1	573.3	-160.1	-160.1	105.0	97.5	125.0	37.0	15.2	8.73	41.85	2.12	7.64	1729.6	-522.4	-1299.6	-522.4
	4	760.3	-192.5	913.0	573.3	-250.2	-250.2	105.0	97.5	125.0	37.0	13.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1399.2	-754.7	-1299.6	-754.7
	5	87.6	-74.4	400.3	602.7	-589.0	-589.0	105.0	96.5	125.0	37.0	10.0	16.02	13.23	11.40	7.64	727.8	-779.0	-1289.6	-779.0
8	1	70.4	-67.8	361.5	661.8	-531.5	-408.0	107.0	98.5	125.0	40.0	10.7	16.02	13.23	11.40	9.05	790.8	-941.6	-1425.9	-941.6
	2	-237.1	-21.4	-618.8	663.2	-556.1	-432.3	107.0	99.0	125.0	40.0	12.7	23.56	10.30	12.83	9.05	-1215.5	-946.4	-1433.3	-946.4
	3	-558.8	26.9	-955.7	664.6	-581.5	-451.5	107.0	98.5	125.0	40.0	14.1	30.28	7.16	12.83	9.05	-1452.5	-941.6	-1426.2	-941.6
	4	-895.1	77.3	-1306.3	666.0	-607.8	-587.0	107.0	98.0	125.0	40.0	15.8	38.80	7.16	12.83	9.05	-1748.1	-936.8	-1419.1	-936.8
	5	-1246.5	129.6	-1306.3	667.5	-634.8	-591.7	107.0	97.5	125.0	40.0	16.0	40.37	7.81	12.83	9.05	-1796.4	-932.0	-1412.0	-932.0
9	1	-1317.1	93.2	-1351.3	927.8	-39.8	-16.8	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	40.37	8.62	0.00	5.03	-1790.4	-249.6	-1275.6	-278.0
	2	-1340.4	94.9	-1389.7	932.8	-60.8	-47.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	42.91	10.30	0.00	5.03	-1878.3	-249.6	-1276.2	-282.4
	3	-1374.5	97.7	-1441.4	938.4	-85.8	-70.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.9	44.45	10.30	0.00	5.03	-1931.3	-249.6	-1276.9	-285.2
	4	-1421.2	101.7	-1508.2	944.8	-114.8	-83.3	100.0	94.0	125.0	36.0	17.7	43.45	10.30	0.00	5.03	-1900.6	-249.6	-1277.7	-284.3
	5	-1482.4	107.0	-1511.4	951.7	-147.8	-88.2	100.0	94.0	125.0	36.0	18.2	43.45	8.16	0.00	5.03	-1900.6	-249.6	-1278.6	-284.9
10	1	-1415.2	124.0	-1511.1	819.0	506.8	459.5	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	42.82	6.55	5.32	10.05	-1826.5	823.1	1261.8	823.1
	2	-750.0	42.2	-1025.2	824.7	412.4	411.4	100.0	94.0	125.0	36.0	15.4	35.26	8.80	5.32	10.05	-1579.2	823.1	1262.5	823.1
	3	-226.6	-21.2	-438.2	822.6	310.6	310.6	100.0	94.0	125.0	36.0	12.4	19.82	8.80	5.32	7.54	-1056.2	698.3	1262.3	698.3
	4	144.3	-66.5	144.3	812.7	201.3	201.3	100.0	94.0	125.0	36.0	10.2	12.57	8.80	0.00	7.54	694.9	374.4	1261.0	374.4
	5	351.8	-93.0	351.8	795.0	84.6	84.6	100.0	94.0	125.0	36.0	10.5	12.57	10.81	0.00	7.54	756.3	374.4	1258.8	374.4

DATI CONDIZIONE DI CARICO 25 - Carichi stradali: q1a a inizio trave + 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	1256.8	0.0	1256.8	498.2	16.5	514.7
4	824.8	285.5	541.6	16.5	558.2	291.7	-186.1	105.6
5	359.6	261.3	332.0	-186.1	145.9	278.2	-227.1	51.1
6	392.5	355.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	355.1	317.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	302.5	369.3	-90.5	-203.2	-293.8	-108.6	-244.9	-353.5
9	287.8	799.0	-131.7	-244.9	-376.6	-300.2	-404.5	-704.7
10	0.0	0.0	-283.5	-404.5	-688.0	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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	129 600	255.3				
6	1	129 600	111.9				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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	26 250

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

CONDIZIONE DI CARICO 25 - Carichi stradali: q1a a inizio trave + 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)	1156.90	1156.90	1156.90	1156.90	1156.90	
	M	(kN.m)	310.49	310.49	310.49	310.49	310.49	
	T	(kN)	20.04	20.04	20.04	20.04	20.04	
TRAVE 3	N	(kN)	1156.90	1064.89	983.60	913.05	853.22	
	M	(kN.m)	310.49	214.42	-106.68	-615.29	-1273.84	
	T	(kN)	20.04	-148.64	-291.34	-408.07	-498.82	
TRAVE 4	N	(kN)	964.55	952.21	940.26	928.71	917.56	
	M	(kN.m)	-1334.32	-1261.22	-1202.66	-1156.55	-1120.77	
	T	(kN)	173.63	140.20	111.30	86.92	67.08	
TRAVE 5	N	(kN)	637.37	634.72	632.08	629.44	626.80	
	M	(kN.m)	-1040.62	-684.98	-347.51	-27.52	275.64	
	T	(kN)	645.24	612.53	581.01	550.68	521.53	
TRAVE 6	N	(kN)	568.89	593.21	593.79	594.33	594.85	
	M	(kN.m)	293.07	933.53	1219.53	1347.70	1320.61	
	T	(kN)	575.13	225.09	127.18	30.84	-63.92	
TRAVE 7	N	(kN)	594.76	594.76	594.76	594.76	596.41	
	M	(kN.m)	1320.70	1140.91	810.99	333.49	-289.14	
	T	(kN)	-63.92	-157.10	-248.70	-338.73	-422.93	
TRAVE 8	N	(kN)	637.95	639.41	640.88	642.35	643.84	
	M	(kN.m)	-296.53	-512.24	-745.83	-997.76	-1268.48	
	T	(kN)	-365.84	-397.05	-429.07	-461.90	-495.53	
TRAVE 9	N	(kN)	818.19	823.62	829.89	837.00	844.94	
	M	(kN.m)	-1299.34	-1284.71	-1283.11	-1296.31	-1326.06	
	T	(kN)	44.01	18.00	-11.79	-45.35	-82.69	
TRAVE 10	N	(kN)	697.58	703.24	701.13	691.24	673.59	
	M	(kN.m)	-1251.35	-628.59	-157.87	153.46	298.05	
	T	(kN)	481.74	379.10	271.37	158.56	40.66	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	40.66	40.66	40.66	40.66	40.66	
	M	(kN.m)	298.05	223.54	149.03	74.51	0.00	
	T	(kN)	-673.59	-673.59	-673.59	-673.59	-673.59	

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)= 0.70728	X(6)= -0.32	X(7)= -0.17
inizio trave 5	X(8)= 1.98315	X(9)= -2.58	X(10)= 2.16
inizio trave 6	X(11)= 2.24288	X(12)= -8.44	X(13)= 2.70
inizio trave 7	X(14)= -0.34058	X(15)= -15.40	X(16)= 2.53
inizio trave 8	X(17)= -2.06051	X(18)= -6.05	X(19)= 2.35
inizio trave 9	X(20)= -1.44954	X(21)= -1.21	X(22)= 2.79
inizio trave 10	X(23)= -0.07945	X(24)= 0.08	X(25)= 4.06
inizio trave 11	X(26)= 0.70946	X(27)= 0.31	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.70946	X(27)= 0.31	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.70925		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

Condizione di carico 25 - Carichi stradali: q1a a inizio trave + spinte asimmm (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 = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Incr. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.0 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
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.320
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.320 x 1.350 = 129.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 3.65, 4.85
 Carichi distribuiti q1k = 9 kN/m2 x 3m x 0.320 x 1.35 = 11.7 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x3.50 kN) x 1.35 / 19 archi = 26.3 kN/arc

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	310.5	-75.6	310.6	1156.9	20.0	20.0	100.0	94.0	125.0	36.0	12.3	12.57	10.81	0.00	7.54	920.0	374.4	1304.6	374.4
	2	214.4	-68.9	214.4	1064.9	-148.6	-148.6	100.0	94.0	125.0	36.0	11.5	12.57	8.80	0.00	7.54	809.4	-374.4	-1292.9	-374.4
	3	-106.7	-37.9	-309.1	983.6	-291.3	-291.3	100.0	94.0	125.0	36.0	13.2	19.82	8.80	5.32	7.54	-1123.2	-698.3	-1282.6	-698.3
	4	-615.3	18.6	-888.1	913.0	-408.1	-407.2	100.0	94.0	125.0	36.0	15.9	35.26	8.80	5.32	10.05	-1614.8	-823.1	-1273.7	-823.1
	5	-1273.8	100.5	-1368.1	853.2	-498.8	-459.6	100.0	94.0	125.0	36.0	17.7	42.82	6.55	5.32	10.05	-1839.8	-823.1	-1266.1	-823.1
4	1	-1334.3	89.6	-1368.2	964.6	173.6	112.4	100.0	94.0	125.0	36.0	18.3	43.45	8.16	0.00	5.03	-1905.6	249.6	1280.2	286.1
	2	-1261.2	83.7	-1364.5	952.2	140.2	107.9	100.0	94.0	125.0	36.0	17.7	43.45	10.30	0.00	5.03	-1903.5	249.6	1278.7	285.0
	3	-1202.7	79.2	-1285.6	940.3	111.3	95.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.9	44.45	10.30	0.00	5.03	-1932.0	249.6	1277.2	285.4
	4	-1156.6	75.8	-1222.1	928.7	86.9	75.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	42.91	10.30	0.00	5.03	-1876.7	249.6	1275.7	282.0
	5	-1120.8	73.4	-1171.8	917.6	67.1	46.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	40.37	8.62	0.00	5.03	-1786.4	249.6	1274.3	277.0
5	1	-1040.6	106.1	-1101.5	637.4	645.2	592.9	107.0	97.5	125.0	40.0	15.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1781.8	932.0	1408.6	932.0
	2	-685.0	50.8	-1101.5	634.7	612.5	587.2	107.0	98.0	125.0	40.0	15.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1732.8	936.8	1415.5	936.8
	3	-347.5	-2.2	-746.1	632.1	581.0	573.0	107.0	98.5	125.0	40.0	14.0	30.28	7.16	12.83	9.05	-1436.4	941.6	1422.4	941.6
	4	-27.5	-52.8	-407.4	629.4	550.7	550.3	107.0	99.0	125.0	40.0	12.6	23.56	10.30	12.83	9.05	-1198.6	946.4	1429.3	946.4
	5	275.6	-101.1	556.5	626.8	521.5	521.5	107.0	98.5	125.0	40.0	10.5	16.02	13.23	11.40	9.05	775.5	941.6	1421.8	941.6

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
6	1	293.1	-111.4	595.0	568.9	575.1	575.1	105.0	96.5	125.0	37.0	9.9	16.02	13.23	11.40	7.64	714.5	779.0	1285.8	779.0
	2	933.5	-217.3	1068.5	593.2	225.1	225.1	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1406.5	754.7	1301.9	754.7
	3	1219.5	-265.3	1290.3	593.8	127.2	127.2	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1736.9	522.4	1302.0	522.4
	4	1347.7	-286.6	1355.3	594.3	30.8	30.8	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1911.4	310.6	1302.0	310.6
	5	1320.6	-281.9	1350.1	594.8	-63.9	-63.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.4	8.73	48.19	0.00	5.03	1955.0	-258.9	-1302.1	-261.4
7	1	1320.7	-281.9	1350.1	594.8	-63.9	-63.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1955.0	-258.9	-1302.1	-261.4
	2	1140.9	-251.7	1232.0	594.8	-157.1	-157.1	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1911.5	-310.6	-1302.1	-310.6
	3	811.0	-196.2	962.5	594.8	-248.7	-248.7	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1737.3	-522.4	-1302.1	-522.4
	4	333.5	-116.0	544.5	594.8	-338.7	-338.7	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1407.1	-754.7	-1302.1	-754.7
	5	-289.1	-11.4	-545.1	596.4	-422.9	-422.9	105.0	99.0	125.0	37.0	11.6	16.02	13.23	11.40	7.64	-928.2	-799.1	-1322.3	-799.1
8	1	-296.5	-10.7	-554.7	638.0	-365.8	-365.8	107.0	99.5	125.0	40.0	11.3	16.02	13.23	11.40	9.05	-933.4	-951.1	-1437.5	-951.1
	2	-512.2	23.0	-790.2	639.4	-397.1	-396.7	107.0	99.0	125.0	40.0	12.6	23.56	10.30	12.83	9.05	-1203.6	-946.4	-1430.5	-946.4
	3	-745.8	59.2	-1043.9	640.9	-429.1	-420.9	107.0	98.5	125.0	40.0	14.0	30.28	7.16	12.83	9.05	-1440.8	-941.6	-1423.4	-941.6
	4	-997.8	98.2	-1315.3	642.4	-461.9	-436.1	107.0	98.0	125.0	40.0	15.7	38.80	7.16	12.83	9.05	-1736.6	-936.8	-1416.4	-936.8
	5	-1268.5	139.9	-1315.3	643.8	-495.5	-442.2	107.0	97.5	125.0	40.0	15.9	40.37	7.81	12.83	9.05	-1784.9	-932.0	-1409.3	-932.0
9	1	-1299.3	110.1	-1315.5	818.2	44.0	13.8	100.0	94.0	125.0	36.0	16.5	40.37	8.62	0.00	5.03	-1747.0	249.6	1261.7	268.0
	2	-1284.7	107.2	-1307.4	823.6	18.0	1.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.8	42.91	10.30	0.00	5.03	-1835.2	249.6	1262.4	272.4
	3	-1283.1	105.9	-1305.0	829.9	-11.8	6.5	100.0	94.0	125.0	36.0	17.2	44.45	10.30	0.00	5.03	-1888.8	249.6	1263.2	275.3
	4	-1296.3	106.1	-1341.1	837.0	-45.3	-10.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.0	43.45	10.30	0.00	5.03	-1858.3	-249.6	-1264.1	-274.5
	5	-1326.1	108.2	-1343.0	844.9	-82.7	-16.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	43.45	8.16	0.00	5.03	-1859.2	-249.6	-1265.1	-275.2
10	1	-1251.3	130.6	-1342.7	697.6	481.7	429.3	100.0	94.0	125.0	36.0	16.7	42.82	6.55	5.32	10.05	-1778.8	823.1	1246.4	823.1
	2	-628.6	40.6	-883.7	703.2	379.1	378.0	100.0	94.0	125.0	36.0	14.8	35.26	8.80	5.32	10.05	-1529.9	823.1	1247.1	823.1
	3	-157.9	-26.2	-345.3	701.1	271.4	271.4	100.0	94.0	125.0	36.0	11.9	19.82	8.80	5.32	7.54	-1005.5	698.3	1246.9	698.3
	4	153.5	-71.0	153.5	691.2	158.6	158.6	100.0	94.0	125.0	36.0	9.7	12.57	8.80	0.00	7.54	639.6	374.4	1245.6	374.4
	5	298.1	-93.0	298.1	673.6	40.7	40.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.0	12.57	10.81	0.00	7.54	701.0	374.4	1243.4	374.4

DATI CONDIZIONE DI CARICO 26 - Carichi stradali: max momento pos a 1/4 della trave (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	1256.8	0.0	1256.8	498.2	10.8	509.0
4	824.8	285.5	541.6	10.8	552.4	291.7	-188.9	102.8
5	359.6	261.3	332.0	-188.9	143.1	278.2	-230.7	47.5
6	392.5	355.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	238.4	201.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	185.9	252.7	-90.5	-207.5	-298.1	-108.6	-248.9	-357.4
9	171.1	682.3	-131.7	-248.9	-380.5	-300.2	-402.4	-702.6
10	0.0	0.0	-283.5	-402.4	-685.9	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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	2	129 600	241.9	129 600	361.9		
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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	26 826

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

CONDIZIONE DI CARICO 26 - Carichi stradali: max momento pos a 1/4 della trave (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)	1095.88	1095.88	1095.88	1095.88	1095.88	
	M (kN.m)	281.52	281.52	281.52	281.52	281.52	
	T (kN)	30.73	30.73	30.73	30.73	30.73	
TRAVE 3	N (kN)	1095.88	1003.87	922.58	852.02	792.20	
	M (kN.m)	281.52	200.96	-104.36	-596.60	-1237.91	
	T (kN)	30.73	-137.85	-280.25	-396.48	-486.53	
TRAVE 4	N (kN)	910.84	898.38	886.32	874.68	863.44	
	M (kN.m)	-1302.00	-1243.60	-1199.69	-1168.18	-1146.94	
	T (kN)	142.07	108.78	80.00	55.73	35.97	
TRAVE 5	N (kN)	617.89	615.23	612.56	609.90	607.24	
	M (kN.m)	-1082.08	-759.98	-456.05	-169.61	100.01	
	T (kN)	585.92	553.22	521.70	491.37	462.23	
TRAVE 6	N (kN)	555.64	580.49	581.06	581.60	582.12	
	M (kN.m)	114.19	882.29	1412.56	1519.34	1393.08	
	T (kN)	514.77	423.26	195.75	-30.18	-124.94	
TRAVE 7	N (kN)	582.03	582.03	582.03	582.03	583.72	
	M (kN.m)	1393.17	1129.62	746.74	247.07	-366.92	
	T (kN)	-124.94	-199.17	-271.82	-342.89	-408.29	
TRAVE 8	N (kN)	623.72	624.46	625.22	625.99	626.76	
	M (kN.m)	-373.80	-579.69	-799.79	-1034.53	-1284.38	
	T (kN)	-351.76	-376.45	-401.95	-428.25	-455.36	
TRAVE 9	N (kN)	775.94	778.60	782.13	786.52	791.78	
	M (kN.m)	-1305.18	-1280.31	-1267.37	-1268.08	-1284.21	
	T (kN)	64.74	41.11	13.72	-17.41	-52.28	
TRAVE 10	N (kN)	636.27	641.94	639.83	629.94	612.28	
	M (kN.m)	-1206.13	-601.82	-149.24	144.16	270.93	
	T (kN)	468.84	366.45	258.91	146.20	28.34	
TRAVE 11	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 12	N (kN)	28.34	28.34	28.34	28.34	28.34	
	M (kN.m)	270.93	203.20	135.46	67.73	0.00	
	T (kN)	-612.28	-612.28	-612.28	-612.28	-612.28	

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)= 0.69721	X(6)= -0.30	X(7)= -0.11
inizio trave 5	X(8)= 1.97196	X(9)= -2.53	X(10)= 2.19
inizio trave 6	X(11)= 2.32862	X(12)= -8.46	X(13)= 2.74
inizio trave 7	X(14)= -0.44077	X(15)= -15.75	X(16)= 2.57
inizio trave 8	X(17)= -2.06316	X(18)= -5.90	X(19)= 2.40
inizio trave 9	X(20)= -1.40704	X(21)= -1.12	X(22)= 2.83
inizio trave 10	X(23)= -0.05316	X(24)= 0.10	X(25)= 4.04
inizio trave 11	X(26)= 0.70928	X(27)= 0.31	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.70928	X(27)= 0.31	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.70910		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

Condizione di carico 26 - Carichi stradali: max momento pos a 1/4 della trave (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 = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increm. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.0 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
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.320
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.320 x 1.350 = 129.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 6.15, 7.35
 Carichi distribuiti q1k = 9 kN/m2 x 3m x 0.320 x 1.35 = 11.7 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x6.50 kN) x 1.35 / 19 archi = 26.8 kN/arc

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 taglia	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	281.5	-74.4	285.0	1095.9	30.7	30.7	100.0	94.0	125.0	36.0	12.0	12.57	10.81	0.00	7.54	892.5	374.4	1296.9	374.4
	2	201.0	-68.8	201.0	1003.9	-137.8	-137.8	100.0	94.0	125.0	36.0	11.2	12.57	8.80	0.00	7.54	781.8	-374.4	-1285.2	-374.4
	3	-104.4	-37.4	-299.7	922.6	-280.3	-280.3	100.0	94.0	125.0	36.0	12.9	19.82	8.80	5.32	7.54	-1097.8	-698.3	-1274.9	-698.3
	4	-596.6	21.3	-862.0	852.0	-396.5	-395.6	100.0	94.0	125.0	36.0	15.5	35.26	8.80	5.32	10.05	-1590.3	-823.1	-1266.0	-823.1
	5	-1237.9	107.5	-1329.9	792.2	-486.5	-447.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1816.0	-823.1	-1258.4	-823.1
4	1	-1302.0	94.2	-1329.9	910.8	142.1	81.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.9	43.45	8.16	0.00	5.03	-1884.8	249.6	1273.4	281.2
	2	-1243.6	89.7	-1326.9	898.4	108.8	76.6	100.0	94.0	125.0	36.0	17.4	43.45	10.30	0.00	5.03	-1882.4	249.6	1271.9	280.1
	3	-1199.7	86.6	-1262.8	886.3	80.0	64.4	100.0	94.0	125.0	36.0	17.6	44.45	10.30	0.00	5.03	-1910.9	249.6	1270.3	280.5
	4	-1168.2	84.8	-1213.9	874.7	55.7	43.9	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	42.91	10.30	0.00	5.03	-1855.4	249.6	1268.9	277.1
	5	-1146.9	84.1	-1178.2	863.4	36.0	15.7	100.0	94.0	125.0	36.0	16.8	40.37	8.62	0.00	5.03	-1765.0	249.6	1267.4	272.1
5	1	-1082.1	118.0	-1137.4	617.9	585.9	533.6	107.0	97.5	125.0	40.0	15.7	40.37	7.81	12.83	9.05	-1772.3	932.0	1406.3	932.0
	2	-760.0	66.4	-1137.4	615.2	553.2	527.9	107.0	98.0	125.0	40.0	15.5	38.80	7.16	12.83	9.05	-1723.3	936.8	1413.2	936.8
	3	-456.1	17.3	-815.2	612.6	521.7	513.7	107.0	98.5	125.0	40.0	13.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1426.7	941.6	1420.1	941.6
	4	-169.6	-29.3	-509.9	609.9	491.4	491.0	107.0	99.0	125.0	40.0	12.5	23.56	10.30	12.83	9.05	-1188.9	946.4	1427.0	946.4
	5	100.0	-73.6	399.9	607.2	462.2	462.2	107.0	98.5	125.0	40.0	10.4	16.02	13.23	11.40	9.05	767.0	941.6	1419.5	941.6

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
6	1	114.2	-80.4	441.3	555.6	514.8	514.8	105.0	96.5	125.0	37.0	9.8	16.02	13.23	11.40	7.64	709.3	779.0	1284.3	779.0
	2	882.3	-211.9	1147.7	580.5	423.3	423.3	105.0	97.5	125.0	37.0	13.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1401.8	754.7	1300.5	754.7
	3	1412.6	-303.0	1520.9	581.1	195.8	195.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1732.4	522.4	1300.5	522.4
	4	1519.3	-321.1	1526.4	581.6	-30.2	-30.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1906.9	-310.6	-1300.6	-310.6
	5	1393.1	-299.2	1462.8	582.1	-124.9	-124.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1950.6	-258.9	-1300.6	-260.3
7	1	1393.2	-299.2	1462.8	582.0	-124.9	-124.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1950.6	-258.9	-1300.6	-260.3
	2	1129.6	-254.0	1250.9	582.0	-199.2	-199.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1907.1	-310.6	-1300.6	-310.6
	3	746.7	-188.2	916.0	582.0	-271.8	-271.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1732.7	-522.4	-1300.6	-522.4
	4	247.1	-102.3	463.3	582.0	-342.9	-342.9	105.0	97.5	125.0	37.0	13.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1402.4	-754.7	-1300.6	-754.7
	5	-366.9	3.0	-611.3	583.7	-408.3	-408.3	105.0	99.0	125.0	37.0	11.5	16.02	13.23	11.40	7.64	-921.3	-799.1	-1320.8	-799.1
8	1	-373.8	2.8	-619.9	623.7	-351.8	-351.8	107.0	99.5	125.0	40.0	11.3	16.02	13.23	11.40	9.05	-926.2	-951.1	-1435.8	-951.1
	2	-579.7	35.7	-841.3	624.5	-376.5	-376.1	107.0	99.0	125.0	40.0	12.6	23.56	10.30	12.83	9.05	-1196.1	-946.4	-1428.7	-946.4
	3	-799.8	70.8	-1077.3	625.2	-401.9	-395.4	107.0	98.5	125.0	40.0	13.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1433.0	-941.6	-1421.6	-941.6
	4	-1034.5	108.1	-1327.4	626.0	-428.3	-407.4	107.0	98.0	125.0	40.0	15.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1728.6	-936.8	-1414.5	-936.8
	5	-1284.4	147.8	-1327.4	626.8	-455.4	-412.2	107.0	97.5	125.0	40.0	15.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1776.6	-932.0	-1407.3	-932.0
9	1	-1305.2	119.5	-1327.6	775.9	64.7	37.8	100.0	94.0	125.0	36.0	16.2	40.37	8.62	0.00	5.03	-1730.2	249.6	1256.4	264.1
	2	-1280.3	115.7	-1316.7	778.6	41.1	26.0	100.0	94.0	125.0	36.0	16.6	42.91	10.30	0.00	5.03	-1817.4	249.6	1256.7	268.3
	3	-1267.4	113.3	-1288.0	782.1	13.7	-3.2	100.0	94.0	125.0	36.0	16.9	44.45	10.30	0.00	5.03	-1869.9	-249.6	-1257.1	-271.0
	4	-1268.1	112.5	-1294.1	786.5	-17.4	15.6	100.0	94.0	125.0	36.0	16.7	43.45	10.30	0.00	5.03	-1838.3	249.6	1257.7	269.9
	5	-1284.2	113.4	-1295.4	791.8	-52.3	10.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	43.45	8.16	0.00	5.03	-1838.3	249.6	1258.4	270.3
10	1	-1206.1	140.8	-1295.1	636.3	468.8	416.6	100.0	94.0	125.0	36.0	16.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1754.5	823.1	1238.7	823.1
	2	-601.8	45.0	-848.9	641.9	366.5	365.3	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	35.26	8.80	5.32	10.05	-1504.8	823.1	1239.4	823.1
	3	-149.2	-25.4	-328.8	639.8	258.9	258.9	100.0	94.0	125.0	36.0	11.6	19.82	8.80	5.32	7.54	-979.7	698.3	1239.1	698.3
	4	144.2	-71.6	144.2	629.9	146.2	146.2	100.0	94.0	125.0	36.0	9.4	12.57	8.80	0.00	7.54	611.5	374.4	1237.9	374.4
	5	270.9	-93.0	270.9	612.3	28.3	28.3	100.0	94.0	125.0	36.0	9.7	12.57	10.81	0.00	7.54	673.0	374.4	1235.6	374.4

DATI CONDIZIONE DI CARICO 27 - Carichi stradali: momento flettente max sul giunto (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	1256.8	0.0	1256.8	498.2	6.1	504.3
4	941.5	402.1	541.6	6.1	547.8	291.7	-197.9	93.8
5	476.3	377.9	332.0	-197.9	134.1	278.2	-237.6	40.6
6	392.5	355.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	355.1	317.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	302.5	369.3	-90.5	-214.2	-304.7	-108.6	-255.0	-363.6
9	171.1	682.3	-131.7	-255.0	-386.7	-300.2	-409.8	-710.0
10	0.0	0.0	-283.5	-409.8	-693.3	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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	129 600	180.3				
6	1	129 600	36.9				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						
11	0						
12	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	187.6	
4	187.6	
5	236.3	
6	223.2	
7	223.2	
8	236.3	
9	187.6	
10	187.6	
11	0.0	trave fittizia
12	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	29 176

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

CONDIZIONE DI CARICO 27 - Carichi stradali: momento flettente max sul giunto (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)	1211.05	1211.05	1211.05	1211.05	1211.05	
	M	(kN.m)	295.18	295.18	295.18	295.18	295.18	
	T	(kN)	20.70	20.70	20.70	20.70	20.70	
TRAVE 3	N	(kN)	1211.05	1119.04	1037.75	967.20	907.37	
	M	(kN.m)	295.18	200.15	-119.40	-625.39	-1279.75	
	T	(kN)	20.70	-147.80	-289.96	-405.77	-495.25	
TRAVE 4	N	(kN)	1001.09	985.78	970.87	956.35	942.23	
	M	(kN.m)	-1332.33	-1241.90	-1167.04	-1105.62	-1055.53	
	T	(kN)	211.80	176.21	145.15	118.62	96.63	
TRAVE 5	N	(kN)	635.23	631.82	628.42	625.03	608.10	
	M	(kN.m)	-963.03	-589.43	-237.69	92.87	332.91	
	T	(kN)	680.23	641.01	602.97	566.12	401.57	
TRAVE 6	N	(kN)	562.82	589.92	590.50	591.04	591.56	
	M	(kN.m)	343.25	875.42	1169.45	1305.67	1286.61	
	T	(kN)	454.50	230.03	132.12	35.79	-58.97	
TRAVE 7	N	(kN)	591.47	591.47	591.47	591.47	593.22	
	M	(kN.m)	1286.71	1114.95	793.07	323.61	-290.99	
	T	(kN)	-58.97	-152.15	-243.75	-333.78	-418.03	
TRAVE 8	N	(kN)	634.26	635.65	637.06	638.47	639.90	
	M	(kN.m)	-298.19	-511.30	-742.30	-991.65	-1259.79	
	T	(kN)	-361.25	-392.47	-424.50	-457.33	-490.97	
TRAVE 9	N	(kN)	810.26	812.77	816.14	820.38	825.47	
	M	(kN.m)	-1289.75	-1273.57	-1269.37	-1278.92	-1303.97	
	T	(kN)	46.25	22.44	-5.11	-36.42	-71.48	
TRAVE 10	N	(kN)	674.15	679.81	677.70	667.82	650.16	
	M	(kN.m)	-1227.97	-612.71	-150.30	152.20	287.69	
	T	(kN)	476.89	373.60	265.41	152.32	34.33	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	34.33	34.33	34.33	34.33	34.33	
	M	(kN.m)	287.69	215.77	143.84	71.92	0.00	
	T	(kN)	-650.16	-650.16	-650.16	-650.16	-650.16	

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)= 0.73872	X(6)= -0.34	X(7)= -0.06
inizio trave 5	X(8)= 1.97589	X(9)= -2.63	X(10)= 2.29
inizio trave 6	X(11)= 2.15779	X(12)= -8.37	X(13)= 2.82
inizio trave 7	X(14)= -0.33834	X(15)= -15.03	X(16)= 2.65
inizio trave 8	X(17)= -2.01574	X(18)= -5.86	X(19)= 2.48
inizio trave 9	X(20)= -1.40737	X(21)= -1.14	X(22)= 2.90
inizio trave 10	X(23)= -0.05253	X(24)= 0.10	X(25)= 4.12
inizio trave 11	X(26)= 0.71579	X(27)= 0.32	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.71579	X(27)= 0.32	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.71559		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

Condizione di carico 27 - Carichi stradali: momento flettente max sul giunto (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 = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Incr. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35 (g3 = 1.0 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
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.320
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.320 x 1.350 = 129.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 2.90, 4.10
 Carichi distribuiti q1k = 9 kN/m2 x 3m x 0.320 x 1.35 = 11.7 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x18.75 kN) x 1.35 / 19 archi = 29.2 kN/ar

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 taglia	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	295.2	-73.1	295.5	1211.1	20.7	20.7	100.0	94.0	125.0	36.0	12.6	12.57	10.81	0.00	7.54	944.3	374.4	1311.4	374.4
	2	200.1	-66.6	200.1	1119.0	-147.8	-147.8	100.0	94.0	125.0	36.0	11.7	12.57	8.80	0.00	7.54	833.9	-374.4	-1299.8	-374.4
	3	-119.4	-37.2	-320.8	1037.8	-290.0	-290.0	100.0	94.0	125.0	36.0	13.4	19.82	8.80	5.32	7.54	-1145.6	-698.3	-1289.5	-698.3
	4	-625.4	15.9	-896.6	967.2	-405.8	-405.0	100.0	94.0	125.0	36.0	16.2	35.26	8.80	5.32	10.05	-1636.5	-823.1	-1280.6	-823.1
	5	-1279.7	92.3	-1373.3	907.4	-495.3	-456.8	100.0	94.0	125.0	36.0	18.1	42.82	6.55	5.32	10.05	-1860.7	-823.1	-1273.0	-823.1
4	1	-1332.3	84.3	-1373.4	1001.1	211.8	147.0	100.0	94.0	125.0	36.0	18.5	43.45	8.16	0.00	5.03	-1919.6	249.6	1284.9	289.4
	2	-1241.9	77.2	-1369.0	985.8	176.2	142.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.9	43.45	10.30	0.00	5.03	-1916.6	249.6	1282.9	288.1
	3	-1167.0	71.5	-1272.4	970.9	145.1	128.3	100.0	94.0	125.0	36.0	18.1	44.45	10.30	0.00	5.03	-1943.9	249.6	1281.0	288.2
	4	-1105.6	66.9	-1192.2	956.4	118.6	105.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.6	42.91	10.30	0.00	5.03	-1887.5	249.6	1279.2	284.5
	5	-1055.5	63.3	-1126.2	942.2	96.6	73.3	100.0	94.0	125.0	36.0	17.2	40.37	8.62	0.00	5.03	-1796.1	249.6	1277.4	279.3
5	1	-963.0	94.5	-1027.2	635.2	680.2	617.7	107.0	97.5	125.0	40.0	15.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1780.7	932.0	1408.3	932.0
	2	-589.4	36.1	-1027.2	631.8	641.0	610.8	107.0	98.0	125.0	40.0	15.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1731.4	936.8	1415.1	936.8
	3	-237.7	-19.3	-653.4	628.4	603.0	593.4	107.0	98.5	125.0	40.0	13.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1434.6	941.6	1422.0	941.6
	4	92.9	-72.0	375.1	625.0	566.1	565.7	107.0	99.5	125.0	40.0	9.9	23.56	10.30	12.83	9.05	672.1	951.1	1436.0	951.1
	5	332.9	-111.9	590.3	608.1	401.6	475.2	107.0	98.5	125.0	40.0	10.4	16.02	13.23	11.40	9.05	767.3	941.6	1419.6	941.6

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
6	1	343.2	-120.9	622.6	562.8	454.5	454.5	105.0	96.5	125.0	37.0	9.8	16.02	13.23	11.40	7.64	712.1	779.0	1285.1	779.0
	2	875.4	-208.3	1013.7	589.9	230.0	230.0	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1405.3	754.7	1301.5	754.7
	3	1169.5	-257.9	1243.5	590.5	132.1	132.1	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1735.7	522.4	1301.6	522.4
	4	1305.7	-280.8	1316.5	591.0	35.8	35.8	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1910.2	310.6	1301.7	310.6
	5	1286.6	-277.4	1312.9	591.6	-59.0	-59.0	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1953.9	-258.9	-1301.7	-261.1
7	1	1286.7	-277.4	1312.9	591.5	-59.0	-59.0	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1953.9	-258.9	-1301.7	-261.1
	2	1115.0	-248.4	1202.7	591.5	-152.2	-152.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1910.4	-310.6	-1301.7	-310.6
	3	793.1	-194.0	941.4	591.5	-243.8	-243.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1736.1	-522.4	-1301.7	-522.4
	4	323.6	-114.6	531.4	591.5	-333.8	-333.8	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1405.9	-754.7	-1301.7	-754.7
	5	-291.0	-10.8	-543.9	593.2	-418.0	-418.0	105.0	99.0	125.0	37.0	11.5	16.02	13.23	11.40	7.64	-926.5	-799.1	-1321.9	-799.1
8	1	-298.2	-10.1	-553.2	634.3	-361.3	-361.3	107.0	99.5	125.0	40.0	11.3	16.02	13.23	11.40	9.05	-931.6	-951.1	-1437.1	-951.1
	2	-511.3	23.3	-786.2	635.7	-392.5	-392.1	107.0	99.0	125.0	40.0	12.6	23.56	10.30	12.83	9.05	-1201.7	-946.4	-1430.0	-946.4
	3	-742.3	59.4	-1037.3	637.1	-424.5	-416.4	107.0	98.5	125.0	40.0	14.0	30.28	7.16	12.83	9.05	-1438.9	-941.6	-1423.0	-941.6
	4	-991.6	98.2	-1306.2	638.5	-457.3	-431.5	107.0	98.0	125.0	40.0	15.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1734.7	-936.8	-1415.9	-936.8
	5	-1259.8	139.7	-1306.2	639.9	-491.0	-437.6	107.0	97.5	125.0	40.0	15.9	40.37	7.81	12.83	9.05	-1783.0	-932.0	-1408.8	-932.0
9	1	-1289.8	110.4	-1306.4	810.3	46.2	19.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.4	40.37	8.62	0.00	5.03	-1743.9	249.6	1260.7	267.2
	2	-1273.6	107.9	-1298.1	812.8	22.4	7.2	100.0	94.0	125.0	36.0	16.8	42.91	10.30	0.00	5.03	-1830.9	249.6	1261.0	271.4
	3	-1269.4	106.8	-1286.0	816.1	-5.1	11.9	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	44.45	10.30	0.00	5.03	-1883.4	249.6	1261.4	274.1
	4	-1278.9	107.1	-1317.1	820.4	-36.4	-3.2	100.0	94.0	125.0	36.0	16.9	43.45	10.30	0.00	5.03	-1851.7	-249.6	-1262.0	-272.9
	5	-1304.0	109.2	-1318.8	825.5	-71.5	-8.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.3	43.45	8.16	0.00	5.03	-1851.5	-249.6	-1262.6	-273.4
10	1	-1228.0	133.4	-1318.4	674.1	476.9	424.1	100.0	94.0	125.0	36.0	16.5	42.82	6.55	5.32	10.05	-1769.5	823.1	1243.5	823.1
	2	-612.7	41.4	-864.4	679.8	373.6	372.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.6	35.26	8.80	5.32	10.05	-1520.3	823.1	1244.2	823.1
	3	-150.3	-26.6	-334.0	677.7	265.4	265.4	100.0	94.0	125.0	36.0	11.8	19.82	8.80	5.32	7.54	-995.6	698.3	1243.9	698.3
	4	152.2	-71.5	152.2	667.8	152.3	152.3	100.0	94.0	125.0	36.0	9.6	12.57	8.80	0.00	7.54	628.8	374.4	1242.7	374.4
	5	287.7	-93.0	287.7	650.2	34.3	34.3	100.0	94.0	125.0	36.0	9.8	12.57	10.81	0.00	7.54	690.3	374.4	1240.4	374.4

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 baricentric o	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	22dx	351.8	-93.0	351.8	795.0	84.6	84.6	100.0	94.0	125.0	36.0	10.5	12.57	10.81	0.00	7.54	756.3	374.4	1258.8	374.4
		10sx	97.1	-59.9	157.6	874.4	132.7	132.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.9	12.57	10.81	0.00	7.54	792.4	374.4	1268.8	374.4
3	2	22sx	278.4	-78.3	278.4	943.5	-116.8	-116.8	100.0	94.0	125.0	36.0	10.9	12.57	8.80	0.00	7.54	754.4	-374.4	#####	-374.4
		22dx	144.3	-66.5	144.3	812.7	201.3	201.3	100.0	94.0	125.0	36.0	10.2	12.57	8.80	0.00	7.54	694.9	374.4	1261.0	374.4
3	3	22sx	1.3	-48.9	183.6	862.2	-262.7	-262.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.1	19.82	8.80	5.32	7.54	717.3	-698.3	#####	-698.3
		21dx	-251.1	-16.1	-466.0	768.5	314.5	314.5	100.0	94.0	125.0	36.0	12.2	19.82	8.80	5.32	7.54	-1033.6	698.3	1255.4	698.3
		21dx	-251.1	-16.1	-466.0	768.5	314.5	314.5	100.0	94.0	125.0	36.0	12.2	19.82	8.80	5.32	7.54	-1033.6	698.3	1255.4	698.3
3	4	21dx	-784.8	53.1	-1068.1	770.6	423.3	422.1	100.0	94.0	125.0	36.0	15.1	35.26	8.80	5.32	10.05	-1557.3	823.1	1255.7	823.1
		21sx	-611.4	22.5	-901.1	857.9	-433.6	-432.7	100.0	94.0	125.0	36.0	15.6	35.26	8.80	5.32	10.05	-1592.6	-823.1	#####	-823.1
3	5	21dx	-1472.4	143.7	-1572.4	764.9	527.4	474.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.1	42.82	6.55	5.32	10.05	-1805.3	823.1	1255.0	823.1
		21sx	-1310.4	115.4	-1410.5	798.1	-529.6	-487.1	100.0	94.0	125.0	36.0	17.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1818.3	-823.1	#####	-823.1
4	1	21dx	-1553.6	118.8	-1572.7	927.0	-94.5	-31.5	100.0	94.0	125.0	36.0	18.0	43.45	8.16	0.00	5.03	-1891.1	-249.6	#####	-282.7
		27sx	-1332.3	84.3	-1373.4	1001.1	211.8	147.0	100.0	94.0	125.0	36.0	18.5	43.45	8.16	0.00	5.03	-1919.6	249.6	1284.9	289.4
4	2	21dx	-1517.7	115.9	-1570.5	921.8	-59.5	-26.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.5	43.45	10.30	0.00	5.03	-1891.6	-249.6	#####	-282.2
		27sx	-1241.9	77.2	-1369.0	985.8	176.2	142.0	100.0	94.0	125.0	36.0	17.9	43.45	10.30	0.00	5.03	-1916.6	249.6	1282.9	288.1
4	3	21dx	-1497.3	114.5	-1528.7	917.3	-28.5	-11.7	100.0	94.0	125.0	36.0	17.8	44.45	10.30	0.00	5.03	-1923.1	-249.6	#####	-283.3
		27sx	-1167.0	71.5	-1272.4	970.9	145.1	128.3	100.0	94.0	125.0	36.0	18.1	44.45	10.30	0.00	5.03	-1943.9	249.6	1281.0	288.2
4	4	21dx	-1490.5	114.4	-1503.0	913.4	-1.5	9.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.4	42.91	10.30	0.00	5.03	-1870.7	249.6	1273.8	280.6
		27sx	-1105.6	66.9	-1192.2	956.4	118.6	105.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.6	42.91	10.30	0.00	5.03	-1887.5	249.6	1279.2	284.5
4	5	21dx	-1495.3	115.5	-1504.1	910.2	21.5	-4.2	100.0	94.0	125.0	36.0	17.0	40.37	8.62	0.00	5.03	-1783.5	-249.6	#####	-276.4
		27sx	-1055.5	63.3	-1126.2	942.2	96.6	73.3	100.0	94.0	125.0	36.0	17.2	40.37	8.62	0.00	5.03	-1796.1	249.6	1277.4	279.3

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 baricentric o	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	21dx	-1449.5	150.9	-1503.9	696.7	-576.3	-523.0	107.0	97.5	125.0	40.0	16.2	40.37	7.81	12.83	9.05	-1810.6	-932.0	#####	-932.0
		27sx	-963.0	94.5	-1027.2	635.2	680.2	617.7	107.0	97.5	125.0	40.0	15.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1780.7	932.0	1408.3	932.0
5	2	21dx	-1133.1	105.9	-1503.9	695.1	-542.7	-516.9	107.0	98.0	125.0	40.0	16.0	38.80	7.16	12.83	9.05	-1762.2	-936.8	#####	-936.8
		27sx	-589.4	36.1	-1027.2	631.8	641.0	610.8	107.0	98.0	125.0	40.0	15.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1731.4	936.8	1415.1	936.8
5	3	21dx	-835.4	63.3	-1187.2	693.4	-509.9	-501.7	107.0	98.5	125.0	40.0	14.3	30.28	7.16	12.83	9.05	-1466.7	-941.6	#####	-941.6
		27sx	-237.7	-19.3	-653.4	628.4	603.0	593.4	107.0	98.5	125.0	40.0	13.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1434.6	941.6	1422.0	941.6
5	4	27sx	92.9	-72.0	375.1	625.0	566.1	565.7	107.0	99.5	125.0	40.0	9.9	23.56	10.30	12.83	9.05	672.1	951.1	1436.0	951.1
		21dx	-556.1	23.3	-888.1	691.7	-477.9	-477.5	107.0	99.0	125.0	40.0	12.9	23.56	10.30	12.83	9.05	-1229.7	-946.4	#####	-946.4
		27sx	92.9	-72.0	375.1	625.0	566.1	565.7	107.0	99.0	125.0	40.0	9.9	23.56	10.30	12.83	9.05	672.1	951.1	1436.0	951.1
5	5	27sx	332.9	-111.9	590.3	608.1	401.6	475.2	107.0	98.5	125.0	40.0	10.4	16.02	13.23	11.40	9.05	767.3	941.6	1419.6	941.6
		26dx	-373.8	2.8	-619.9	623.7	-351.8	-351.8	107.0	99.5	125.0	40.0	11.3	16.02	13.23	11.40	9.05	-926.2	-951.1	#####	-951.1
		25sx	275.6	-101.1	556.5	626.8	521.5	521.5	107.0	99.5	125.0	40.0	10.5	16.02	13.23	11.40	9.05	775.5	941.6	1421.8	941.6
6	1	27sx	343.2	-120.9	622.6	562.8	454.5	454.5	105.0	96.5	125.0	37.0	9.8	16.02	13.23	11.40	7.64	712.1	779.0	1285.1	779.0
		26dx	-366.9	3.0	-611.3	583.7	-408.3	-408.3	105.0	99.0	125.0	37.0	11.5	16.02	13.23	11.40	7.64	-921.3	-799.1	#####	-799.1
		22dx	87.6	-74.4	400.3	602.7	-589.0	-589.0	105.0	99.0	125.0	37.0	10.0	16.02	13.23	11.40	7.64	727.8	-779.0	#####	-779.0
6	2	26sx	882.3	-211.9	1147.7	580.5	423.3	423.3	105.0	97.5	125.0	37.0	13.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1401.8	754.7	1300.5	754.7
		21dx	478.6	-134.9	746.1	638.4	-424.6	-424.6	105.0	97.5	125.0	37.0	14.0	8.73	32.34	5.93	7.64	1423.2	-754.7	#####	-754.7
6	3	26sx	1412.6	-303.0	1520.9	581.1	195.8	195.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1732.4	522.4	1300.5	522.4
		21dx	1095.6	-231.5	1303.6	638.4	-334.5	-334.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.5	8.73	41.85	2.12	7.64	1752.8	-522.4	#####	-522.4
6	4	21sx	1629.6	-327.4	1751.3	609.0	204.2	204.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.2	8.73	46.92	0.85	5.03	1916.5	310.6	1303.7	310.6
		21dx	1565.0	-305.0	1712.5	638.4	-242.9	-242.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	46.92	0.85	5.03	1926.8	-310.6	#####	-310.6
6	5	21sx	1806.4	-356.2	1809.9	609.6	-20.2	-20.2	105.0	97.5	125.0	37.0	16.4	8.73	48.19	0.00	5.03	1960.1	-258.9	#####	-262.6
		26dx	1393.2	-299.2	1462.8	582.0	-124.9	-124.9	105.0	97.5	125.0	37.0	16.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1950.6	-258.9	#####	-260.3

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	
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}			
			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			
3	1	41sx	117.9	-66.9	434.6	649.7	92.8	100.0	94.0	125.0	36.0	120.8	12.57	10.81	0.00	7.54	-2.6	2.0	0.33			0.00
	2	41sx	163.2	-76.8	446.7	581.5	-27.1	100.0	94.0	125.0	36.0	95.5	12.57	8.80	0.00	7.54	-0.2	2.2	-0.10			0.00
	3	41sx	48.1	-58.0	302.2	521.3	-129.2	100.0	94.0	125.0	36.0	196.0	19.82	8.80	5.32	7.54	-3.8	1.2	-0.46			0.00
	4	41sx	-201.8	-5.7	26.9	469.0	-213.5	100.0	94.0	125.0	36.0	55.6	35.26	8.80	5.32	10.05	10.5	2.5	-0.72			0.00
	5	41dx	-563.1	97.0	-374.7	386.4	281.4	100.0	94.0	125.0	36.0	25.2	42.82	6.55	5.32	10.05	106.6	6.5	0.89			0.05
4	1	41dx	-609.3	78.9	-376.5	477.5	-33.8	100.0	94.0	125.0	36.0	26.5	43.45	8.16	0.00	5.03	107.6	7.0	-0.11			0.05
	2	41dx	-599.0	78.4	-369.4	471.0	-10.9	100.0	94.0	125.0	36.0	26.4	43.45	10.30	0.00	5.03	105.5	6.9	-0.03			0.05
	3	41dx	-598.7	80.0	-371.9	465.2	9.3	100.0	94.0	125.0	36.0	26.6	44.45	10.30	0.00	5.03	103.8	6.8	0.03			0.05
	4	41dx	-607.2	83.2	-382.9	460.0	26.7	100.0	94.0	125.0	36.0	25.9	42.91	10.30	0.00	5.03	110.1	7.0	0.08			0.05
	5	41dx	-623.2	88.1	-401.1	455.5	41.3	100.0	94.0	125.0	36.0	24.9	40.37	8.62	0.00	5.03	121.7	7.3	0.13			0.06
5	1	41sx	-564.7	95.9	-353.9	368.9	280.4	107.0	97.5	125.0	40.0	25.1	40.37	7.81	12.83	9.05	103.0	6.0	0.77			0.00
	2	41sx	-413.1	55.3	-203.1	367.4	256.1	107.0	98.0	125.0	40.0	28.4	38.80	7.16	12.83	9.05	65.0	4.4	0.70			0.00
	3	41sx	-274.9	18.0	-65.7	366.0	232.7	107.0	98.5	125.0	40.0	33.9	30.28	7.16	12.83	9.05	34.8	3.0	0.64			0.00
	4	41sx	-149.7	-16.1	58.6	364.5	210.2	107.0	99.0	125.0	40.0	75.6	23.56	10.30	12.83	9.05	2.8	1.5	0.65			0.00
	5	41sx	-36.9	-47.0	170.5	363.1	188.5	107.0	99.5	125.0	40.0	192.9	16.02	13.23	11.40	9.05	-2.1	0.7	0.58			0.00
6	1	41sx	-34.0	-49.9	170.5	341.5	221.0	105.0	99.0	125.0	37.0	189.5	16.02	13.23	11.40	7.64	-2.1	0.7	0.75			0.00
	2	41sx	280.0	-141.8	484.6	341.7	163.5	105.0	97.5	125.0	37.0	25.5	8.73	32.34	5.93	7.64	53.5	3.2	0.50			0.00
	3	41sx	498.0	-205.4	702.9	342.2	105.0	105.0	97.5	125.0	37.0	23.1	8.73	41.85	2.12	7.64	98.4	5.1	0.32			0.00
	4	41sx	621.9	-241.4	827.0	342.6	47.7	105.0	97.5	125.0	37.0	23.0	8.73	46.92	0.85	5.03	117.0	6.0	0.14			0.07
	5	41dx	653.6	-250.5	858.9	342.9	-8.5	105.0	97.5	125.0	37.0	23.1	8.73	48.19	0.00	5.03	121.3	6.3	-0.03			0.07

VERIFICA A FESSURAZIONE: combinazione frequente (apertura fessure < 0.30 mm) Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 51, 55, 56 $\Psi_1 = 0.750$

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}			
			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	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa			
3	1	51sx	311.0	-88.7	690.2	777.9	16.4	100.0	94.0	125.0	36.0	58.8	12.57	10.81	0.00	7.54	14.7	4.1	0.06			0.00
	2	51sx	242.6	-82.9	588.6	709.7	-108.2	100.0	94.0	125.0	36.0	76.8	12.57	8.80	0.00	7.54	4.2	3.1	-0.39			0.00
	3	51sx	6.4	-49.7	323.0	649.5	-215.9	100.0	94.0	125.0	36.0	2939.1	19.82	8.80	5.32	7.54	-6.7	1.2	-0.77			0.00
	4	51sx	-373.2	13.7	-82.1	597.3	-306.6	100.0	94.0	125.0	36.0	36.8	35.26	8.80	5.32	10.05	43.8	4.7	-0.99			0.00
	5	51dx	-915.9	128.2	-663.5	517.6	371.7	100.0	94.0	125.0	36.0	23.8	42.82	6.55	5.32	10.05	185.1	10.4	1.18			0.12
4	1	51dx	-975.7	104.3	-664.8	637.6	-52.1	100.0	94.0	125.0	36.0	24.9	43.45	8.16	0.00	5.03	185.4	11.1	-0.17			0.12
	2	51dx	-957.4	102.4	-648.7	633.3	-26.8	100.0	94.0	125.0	36.0	24.9	43.45	10.30	0.00	5.03	181.1	10.9	-0.08			0.12
	3	51dx	-950.2	102.2	-643.4	629.4	-4.5	100.0	94.0	125.0	36.0	25.2	44.45	10.30	0.00	5.03	175.7	10.7	-0.01			0.12
	4	51dx	-952.7	103.5	-647.6	625.9	14.7	100.0	94.0	125.0	36.0	24.7	42.91	10.30	0.00	5.03	182.8	10.9	0.05			0.12
	5	51dx	-963.5	106.0	-659.9	622.8	30.9	100.0	94.0	125.0	36.0	23.9	40.37	8.62	0.00	5.03	197.2	11.2	0.10			0.14
5	1	51dx	-938.5	135.4	-660.0	487.4	-381.6	107.0	97.5	125.0	40.0	23.4	40.37	7.81	12.83	9.05	187.4	9.9	-1.05			0.13
	2	51dx	-729.4	92.9	-451.7	486.0	-357.9	107.0	98.0	125.0	40.0	25.0	38.80	7.16	12.83	9.05	136.2	7.8	-0.98			0.06
	3	51sx	-448.0	35.4	-171.2	484.3	341.3	107.0	98.5	125.0	40.0	28.5	30.28	7.16	12.83	9.05	74.3	5.0	0.93			0.00
	4	51sx	-262.4	-2.8	13.3	482.4	315.1	107.0	99.0	125.0	40.0	47.0	23.56	10.30	12.83	9.05	18.5	2.8	0.89			0.00
	5	51sx	-91.3	-38.1	183.3	480.6	289.8	107.0	99.5	125.0	40.0	129.9	16.02	13.23	11.40	9.05	-1.7	1.2	0.89			0.00
6	1	51sx	-84.9	-40.9	183.3	447.7	332.4	105.0	99.0	125.0	37.0	127.7	16.02	13.23	11.40	7.64	-1.7	1.2	1.13			0.00
	2	55sx	560.9	-192.2	814.8	424.0	169.1	105.0	97.5	125.0	37.0	21.2	8.73	32.34	5.93	7.64	136.6	6.3	0.51			0.08
	3	56sx	886.6	-272.4	1136.5	417.2	138.2	105.0	97.5	125.0	37.0	21.3	8.73	41.85	2.12	7.64	192.3	8.9	0.41			0.15
	4	51sx	1043.2	-292.5	1311.7	448.4	128.7	105.0	97.5	125.0	37.0	22.0	8.73	46.92	0.85	5.03	206.4	10.0	0.39			0.16
	5	51dx	1154.9	-317.3	1423.6	448.7	-9.9	105.0	97.5	125.0	37.0	21.9	8.73	48.19	0.00	5.03	226.5	10.9	-0.03			0.18

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	891.3	0.0	891.3	329.3	2.9	332.1
4	675.6	233.7	415.2	2.9	418.1	194.8	-91.8	103.0
5	294.9	214.3	456.8	-91.8	365.0	348.4	-111.5	236.9
6	226.2	195.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	195.5	164.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	152.4	207.2	39.4	-96.4	-57.0	68.0	-118.0	-50.0
9	139.8	558.4	-120.2	-118.0	-238.2	-254.7	-196.0	-450.7
10	0.0	0.0	-283.5	-196.0	-479.5	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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						
11	0						
12	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	146.4	
4	153.8	
5	193.8	
6	183.0	
7	183.0	
8	193.8	
9	153.8	
10	146.4	
11	0.0	trave fittizia
12	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)	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)	690.43	690.43	690.43	690.43	690.43	
	M	(kN.m)	53.66	53.66	53.66	53.67	53.67	
	T	(kN)	92.22	92.22	92.22	92.22	92.22	
TRAVE 3	N	(kN)	690.43	621.20	559.91	506.57	461.17	
	M	(kN.m)	53.67	97.85	-17.32	-263.56	-612.59	
	T	(kN)	92.22	-27.82	-128.28	-209.18	-270.50	
TRAVE 4	N	(kN)	519.98	509.61	499.83	490.62	482.00	
	M	(kN.m)	-646.41	-612.06	-589.57	-577.34	-573.78	
	T	(kN)	87.39	60.28	36.59	16.33	-0.50	
TRAVE 5	N	(kN)	360.30	360.50	360.64	360.72	360.75	
	M	(kN.m)	-546.37	-380.51	-229.68	-93.32	29.10	
	T	(kN)	306.87	279.80	253.71	228.60	204.47	
TRAVE 6	N	(kN)	337.66	342.83	349.05	355.13	361.07	
	M	(kN.m)	33.11	366.82	594.28	717.56	738.75	
	T	(kN)	236.15	172.46	107.70	44.24	-17.93	
TRAVE 7	N	(kN)	361.01	366.46	371.79	377.01	382.78	
	M	(kN.m)	738.80	660.02	483.37	210.95	-155.21	
	T	(kN)	-17.93	-78.81	-138.39	-196.68	-251.18	
TRAVE 8	N	(kN)	407.49	410.25	413.09	416.01	419.00	
	M	(kN.m)	-158.73	-285.64	-424.06	-574.36	-736.90	
	T	(kN)	-214.42	-234.45	-255.12	-276.45	-298.44	
TRAVE 9	N	(kN)	516.97	521.56	527.09	533.57	540.99	
	M	(kN.m)	-749.02	-730.88	-721.19	-721.25	-732.38	
	T	(kN)	46.95	30.27	10.78	-11.51	-36.62	
TRAVE 10	N	(kN)	436.62	436.33	428.26	412.43	388.81	
	M	(kN.m)	-679.34	-270.16	20.07	173.43	172.05	
	T	(kN)	320.11	244.00	155.51	54.64	-58.62	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	-58.62	-58.62	-58.62	-58.62	-58.62	
	M	(kN.m)	172.05	129.03	86.02	43.01	0.00	
	T	(kN)	-388.81	-388.81	-388.81	-388.81	-388.81	

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)= 0.32307	X(6)= -0.19	X(7)= -0.03
inizio trave 5	X(8)= 0.95437	X(9)= -1.26	X(10)= 1.06
inizio trave 6	X(11)= 1.13919	X(12)= -4.14	X(13)= 1.33
inizio trave 7	X(14)= -0.10742	X(15)= -8.16	X(16)= 1.22
inizio trave 8	X(17)= -1.11869	X(18)= -3.31	X(19)= 1.12
inizio trave 9	X(20)= -0.77112	X(21)= -0.69	X(22)= 1.34
inizio trave 10	X(23)= 0.00170	X(24)= -0.03	X(25)= 1.97
inizio trave 11	X(26)= 0.24432	X(27)= 0.11	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.24432	X(27)= 0.11	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.24420		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

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: Xp = 0.00 m. Yp = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00 (g3 = 1.0 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

Valore di ag/g = 0.099 Categoria del suolo di fondazione: D
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.55 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.30

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	43656	7284
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	1093	457
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.1256	0.0793
Coefficiente per le azioni sismiche		0.0991	0.1072
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	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	53.7	-56.5	94.5	690.4	92.2	92.2	100.0	94.0	125.0	36.0	10.0	12.57	10.81	0.00	7.54	708.7	374.4	1245.5	374.4
	2	97.9	-64.5	97.9	621.2	-27.8	-27.8	100.0	94.0	125.0	36.0	9.3	12.57	8.80	0.00	7.54	607.4	-374.4	-1236.8	-374.4
	3	-17.3	-45.7	-110.9	559.9	-128.3	-128.3	100.0	94.0	125.0	36.0	11.3	19.82	8.80	5.32	7.54	-946.0	-698.3	-1229.0	-698.3
	4	-263.6	3.3	-405.8	506.6	-209.2	-208.6	100.0	94.0	125.0	36.0	13.8	35.26	8.80	5.32	10.05	-1449.2	-823.1	-1222.3	-823.1
	5	-612.6	84.1	-663.8	461.2	-270.5	-244.7	100.0	94.0	125.0	36.0	15.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1684.3	-823.1	-1216.5	-823.1
4	1	-646.4	75.6	-663.9	520.0	87.4	38.1	100.0	94.0	125.0	36.0	15.6	43.45	8.16	0.00	5.03	-1730.0	249.6	1224.0	249.6
	2	-612.1	71.4	-661.9	509.6	60.3	34.2	100.0	94.0	125.0	36.0	15.2	43.45	10.30	0.00	5.03	-1727.0	249.6	1222.6	249.6
	3	-589.6	69.2	-622.9	499.8	36.6	23.8	100.0	94.0	125.0	36.0	15.4	44.45	10.30	0.00	5.03	-1756.8	249.6	1221.4	249.6
	4	-577.3	68.9	-596.4	490.6	16.3	6.0	100.0	94.0	125.0	36.0	15.0	42.91	10.30	0.00	5.03	-1701.3	249.6	1220.2	249.6
	5	-573.8	70.3	-580.6	482.0	-0.5	17.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.7	40.37	8.62	0.00	5.03	-1611.4	249.6	1219.1	249.6
5	1	-546.4	94.5	-575.4	360.3	306.9	263.6	107.0	97.5	125.0	40.0	14.4	40.37	7.81	12.83	9.05	-1645.9	932.0	1376.5	932.0
	2	-380.5	48.4	-575.4	360.5	279.8	258.9	107.0	98.0	125.0	40.0	14.2	38.80	7.16	12.83	9.05	-1598.0	936.8	1383.5	936.8
	3	-229.7	6.5	-408.5	360.6	253.7	247.1	107.0	98.5	125.0	40.0	12.6	30.28	7.16	12.83	9.05	-1301.2	941.6	1390.6	941.6
	4	-93.3	-31.3	-256.0	360.7	228.6	228.3	107.0	99.0	125.0	40.0	11.4	23.56	10.30	12.83	9.05	-1063.7	946.4	1397.7	946.4
	5	29.1	-65.2	159.0	360.7	204.5	204.5	107.0	98.5	125.0	40.0	9.2	16.02	13.23	11.40	9.05	658.4	941.6	1390.6	941.6

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
6	1	33.1	-69.7	179.8	337.7	236.2	236.2	105.0	96.5	125.0	37.0	8.8	16.02	13.23	11.40	7.64	622.5	779.0	1259.9	779.0
	2	366.8	-166.9	471.6	342.8	172.5	172.5	105.0	97.5	125.0	37.0	12.7	8.73	32.34	5.93	7.64	1312.9	754.7	1273.5	754.7
	3	594.3	-230.1	656.6	349.0	107.7	107.7	105.0	97.5	125.0	37.0	14.3	8.73	41.85	2.12	7.64	1648.4	522.4	1274.2	522.4
	4	717.6	-261.9	738.3	355.1	44.2	44.2	105.0	97.5	125.0	37.0	15.2	8.73	46.92	0.85	5.03	1826.5	310.6	1274.9	310.6
	5	738.8	-264.5	742.6	361.1	-17.9	-17.9	105.0	97.5	125.0	37.0	15.4	8.73	48.19	0.00	5.03	1872.6	-258.9	-1275.6	-258.9
7	1	738.8	-264.5	742.6	361.0	-17.9	-17.9	105.0	97.5	125.0	37.0	15.4	8.73	48.19	0.00	5.03	1872.5	-258.9	-1275.6	-258.9
	2	660.0	-240.0	703.8	366.5	-78.8	-78.8	105.0	97.5	125.0	37.0	15.2	8.73	46.92	0.85	5.03	1830.6	-310.6	-1276.2	-310.6
	3	483.4	-189.9	566.6	371.8	-138.4	-138.4	105.0	97.5	125.0	37.0	14.4	8.73	41.85	2.12	7.64	1656.7	-522.4	-1276.8	-522.4
	4	211.0	-115.8	332.7	377.0	-196.7	-196.7	105.0	97.5	125.0	37.0	12.8	8.73	32.34	5.93	7.64	1325.8	-754.7	-1277.4	-754.7
	5	-155.2	-19.3	-305.8	382.8	-251.2	-251.2	105.0	99.0	125.0	37.0	10.3	16.02	13.23	11.40	7.64	-812.5	-799.1	-1297.7	-799.1
8	1	-158.7	-18.2	-310.7	407.5	-214.4	-214.4	107.0	99.5	125.0	40.0	10.3	16.02	13.23	11.40	9.05	-816.6	-951.1	-1410.3	-951.1
	2	-285.6	12.5	-450.4	410.3	-234.4	-234.2	107.0	99.0	125.0	40.0	11.6	23.56	10.30	12.83	9.05	-1088.7	-946.4	-1403.5	-946.4
	3	-424.1	45.5	-602.0	413.1	-255.1	-249.8	107.0	98.5	125.0	40.0	12.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1327.4	-941.6	-1396.8	-941.6
	4	-574.4	80.9	-765.1	416.0	-276.5	-259.5	107.0	98.0	125.0	40.0	14.5	38.80	7.16	12.83	9.05	-1625.5	-936.8	-1390.0	-936.8
	5	-736.9	118.7	-765.1	419.0	-298.4	-263.4	107.0	97.5	125.0	40.0	14.7	40.37	7.81	12.83	9.05	-1674.8	-932.0	-1383.3	-932.0
9	1	-749.0	96.1	-765.2	517.0	46.9	28.2	100.0	94.0	125.0	36.0	14.8	40.37	8.62	0.00	5.03	-1625.7	249.6	1223.6	249.6
	2	-730.9	91.4	-757.3	521.6	30.3	19.7	100.0	94.0	125.0	36.0	15.2	42.91	10.30	0.00	5.03	-1713.9	249.6	1224.2	249.6
	3	-721.2	88.1	-736.5	527.1	10.8	-1.3	100.0	94.0	125.0	36.0	15.5	44.45	10.30	0.00	5.03	-1767.8	-249.6	-1224.9	-249.6
	4	-721.2	86.4	-739.3	533.6	-11.5	12.3	100.0	94.0	125.0	36.0	15.3	43.45	10.30	0.00	5.03	-1736.7	249.6	1225.7	249.6
	5	-732.4	86.6	-740.2	541.0	-36.6	8.5	100.0	94.0	125.0	36.0	15.7	43.45	8.16	0.00	5.03	-1738.5	249.6	1226.6	249.6
10	1	-679.3	106.8	-740.1	436.6	320.1	284.1	100.0	94.0	125.0	36.0	15.2	42.82	6.55	5.32	10.05	-1674.3	823.1	1213.4	823.1
	2	-270.2	13.2	-436.2	436.3	244.0	243.2	100.0	94.0	125.0	36.0	13.4	35.26	8.80	5.32	10.05	-1420.1	823.1	1213.4	823.1
	3	20.1	-53.4	91.5	428.3	155.5	155.5	100.0	94.0	125.0	36.0	8.2	19.82	8.80	5.32	7.54	517.8	698.3	1212.3	698.3
	4	173.4	-90.8	173.4	412.4	54.6	54.6	100.0	94.0	125.0	36.0	8.3	12.57	8.80	0.00	7.54	510.9	374.4	1210.3	374.4
	5	172.0	-93.0	192.9	388.8	-58.6	-58.6	100.0	94.0	125.0	36.0	8.6	12.57	10.81	0.00	7.54	570.1	-374.4	-1207.3	-374.4

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	844.2	0.0	844.2	282.2	-13.4	268.8
4	446.7	89.5	353.8	-13.4	340.4	133.3	-57.4	76.0
5	139.2	74.2	292.7	-57.4	235.3	184.2	-66.5	117.6
6	83.9	59.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	59.1	34.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	24.4	68.6	-24.4	-56.3	-80.7	4.3	-66.1	-61.8
9	14.7	351.5	-81.2	-66.1	-147.3	-215.7	-93.4	-309.1
10	0.0	0.0	-237.4	-93.4	-330.9	-787.2	0.0	-787.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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						
11	0						
12	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	131.5	
4	124.1	
5	156.2	
6	147.6	
7	147.6	
8	156.2	
9	124.1	
10	131.5	
11	0.0	trave fittizia
12	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)	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)	479.81	479.81	479.81	479.81	479.81	
	M (kN.m)	-122.82	-122.81	-122.81	-122.80	-122.80	
	T (kN)	163.05	163.05	163.05	163.05	163.05	
TRAVE 3	N (kN)	479.81	415.48	359.09	310.65	270.16	
	M (kN.m)	-122.80	28.82	31.73	-84.94	-292.10	
	T (kN)	163.05	50.10	-42.71	-115.37	-167.90	
TRAVE 4	N (kN)	310.77	304.81	299.27	294.16	289.48	
	M (kN.m)	-315.72	-301.72	-296.38	-298.37	-306.38	
	T (kN)	40.17	20.24	3.12	-11.18	-22.66	
TRAVE 5	N (kN)	232.04	232.61	233.12	233.56	233.94	
	M (kN.m)	-298.56	-208.44	-127.31	-54.72	9.77	
	T (kN)	167.56	151.26	135.76	121.05	107.13	
TRAVE 6	N (kN)	221.64	225.37	229.66	233.81	237.82	
	M (kN.m)	10.78	190.85	311.26	373.68	379.82	
	T (kN)	128.29	92.28	56.08	20.92	-13.19	
TRAVE 7	N (kN)	237.78	241.46	245.02	248.46	252.19	
	M (kN.m)	379.85	331.39	230.04	77.48	-124.63	
	T (kN)	-13.19	-46.27	-78.30	-109.29	-137.91	
TRAVE 8	N (kN)	265.54	267.19	268.92	270.73	272.62	
	M (kN.m)	-125.27	-192.31	-265.52	-345.19	-431.61	
	T (kN)	-113.26	-123.90	-135.06	-146.74	-158.95	
TRAVE 9	N (kN)	312.11	314.71	318.10	322.30	327.30	
	M (kN.m)	-427.79	-403.14	-383.71	-370.55	-364.68	
	T (kN)	57.65	47.56	35.26	20.74	4.01	
TRAVE 10	N (kN)	247.66	247.91	240.39	225.08	202.01	
	M (kN.m)	-324.29	-57.14	116.25	172.79	89.39	
	T (kN)	211.94	155.05	82.20	-6.63	-111.43	
TRAVE 11	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 12	N (kN)	-111.43	-111.43	-111.43	-111.43	-111.43	
	M (kN.m)	89.39	67.04	44.69	22.35	0.00	
	T (kN)	-202.01	-202.01	-202.01	-202.01	-202.01	

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)= 0.14939	X(6)= -0.12	X(7)= 0.13
inizio trave 5	X(8)= 0.47016	X(9)= -0.64	X(10)= 0.65
inizio trave 6	X(11)= 0.57341	X(12)= -2.08	X(13)= 0.78
inizio trave 7	X(14)= -0.07460	X(15)= -4.05	X(16)= 0.71
inizio trave 8	X(17)= -0.55105	X(18)= -1.52	X(19)= 0.64
inizio trave 9	X(20)= -0.33212	X(21)= -0.29	X(22)= 0.74
inizio trave 10	X(23)= 0.08219	X(24)= -0.07	X(25)= 0.92
inizio trave 11	X(26)= 0.01208	X(27)= 0.01	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.01208	X(27)= 0.01	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.01202		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

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 = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 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: 5.50 m. a dx: 5.25 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00 (g3 = 1.0 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

Valore di ag/g = 0.099 Categoria del suolo di fondazione: D
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.55 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.30

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	44572	7284
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	1105	457
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.1262	0.0793
Coefficiente per le azioni sismiche		0.0993	-0.1072

 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 taglia	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	-122.8	-23.2	-122.8	479.8	163.0	163.0	100.0	94.0	125.0	36.0	9.4	12.57	10.81	0.00	7.54	-661.4	374.4	1218.9	374.4
	2	28.8	-55.7	46.7	415.5	50.1	50.1	100.0	94.0	125.0	36.0	8.3	12.57	8.80	0.00	7.54	512.4	374.4	1210.7	374.4
	3	31.7	-57.6	31.7	359.1	-42.7	-42.7	100.0	94.0	125.0	36.0	7.8	19.82	8.80	5.32	7.54	485.7	-698.3	-1203.6	-698.3
	4	-84.9	-21.4	-166.5	310.7	-115.4	-114.9	100.0	94.0	125.0	36.0	12.9	35.26	8.80	5.32	10.05	-1368.0	-823.1	-1197.5	-823.1
	5	-292.1	59.4	-324.0	270.2	-167.9	-146.9	100.0	94.0	125.0	36.0	14.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1606.5	-823.1	-1192.3	-823.1
4	1	-315.7	52.8	-324.1	310.8	40.2	3.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.5	43.45	8.16	0.00	5.03	-1645.0	249.6	1197.5	249.6
	2	-301.7	50.2	-323.1	304.8	20.2	0.9	100.0	94.0	125.0	36.0	14.2	43.45	10.30	0.00	5.03	-1643.3	249.6	1196.7	249.6
	3	-296.4	50.3	-305.7	299.3	3.1	-2.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	44.45	10.30	0.00	5.03	-1675.0	-249.6	-1196.0	-249.6
	4	-298.4	52.7	-310.5	294.2	-11.2	-4.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.1	42.91	10.30	0.00	5.03	-1620.9	-249.6	-1195.4	-249.6
	5	-306.4	57.1	-314.5	289.5	-22.7	-11.2	100.0	94.0	125.0	36.0	13.7	40.37	8.62	0.00	5.03	-1532.4	-249.6	-1194.8	-249.6
5	1	-298.6	71.5	-314.4	232.0	167.6	141.3	107.0	97.5	125.0	40.0	13.8	40.37	7.81	12.83	9.05	-1582.3	932.0	1361.6	932.0
	2	-208.4	32.5	-314.4	232.6	151.3	138.6	107.0	98.0	125.0	40.0	13.5	38.80	7.16	12.83	9.05	-1534.5	936.8	1368.7	936.8
	3	-127.3	-2.5	-223.6	233.1	135.8	131.8	107.0	98.5	125.0	40.0	12.0	30.28	7.16	12.83	9.05	-1237.2	941.6	1375.7	941.6
	4	-54.7	-33.7	-141.4	233.6	121.0	120.9	107.0	99.0	125.0	40.0	10.8	23.56	10.30	12.83	9.05	-999.2	946.4	1382.7	946.4
	5	9.8	-61.3	77.8	233.9	107.1	107.1	107.0	98.5	125.0	40.0	8.6	16.02	13.23	11.40	9.05	602.0	941.6	1375.8	941.6

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
6	1	10.8	-64.8	90.2	221.6	128.3	128.3	105.0	96.5	125.0	37.0	8.2	16.02	13.23	11.40	7.64	575.8	779.0	1246.8	779.0
	2	190.9	-144.6	246.7	225.4	92.3	92.3	105.0	97.5	125.0	37.0	12.2	8.73	32.34	5.93	7.64	1268.3	754.7	1260.2	754.7
	3	311.3	-195.4	343.4	229.7	56.1	56.1	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	41.85	2.12	7.64	1604.4	522.4	1260.7	522.4
	4	373.7	-219.7	382.9	233.8	20.9	20.9	105.0	97.5	125.0	37.0	14.7	8.73	46.92	0.85	5.03	1782.7	310.6	1261.1	310.6
	5	379.8	-219.6	384.0	237.8	-13.2	-13.2	105.0	97.5	125.0	37.0	14.9	8.73	48.19	0.00	5.03	1828.3	-258.9	-1261.6	-258.9
7	1	379.8	-219.6	384.0	237.8	-13.2	-13.2	105.0	97.5	125.0	37.0	14.9	8.73	48.19	0.00	5.03	1828.3	-258.9	-1261.6	-258.9
	2	331.4	-197.1	357.5	241.5	-46.3	-46.3	105.0	97.5	125.0	37.0	14.7	8.73	46.92	0.85	5.03	1785.5	-310.6	-1262.0	-310.6
	3	230.0	-153.8	277.4	245.0	-78.3	-78.3	105.0	97.5	125.0	37.0	13.9	8.73	41.85	2.12	7.64	1610.1	-522.4	-1262.4	-522.4
	4	77.5	-91.1	145.3	248.5	-109.3	-109.3	105.0	97.5	125.0	37.0	12.3	8.73	32.34	5.93	7.64	1277.1	-754.7	-1262.8	-754.7
	5	-124.6	-10.5	-204.2	252.2	-137.9	-137.9	105.0	99.0	125.0	37.0	9.6	16.02	13.23	11.40	7.64	-741.5	-799.1	-1282.7	-799.1
8	1	-125.3	-10.0	-205.6	265.5	-113.3	-113.3	107.0	99.5	125.0	40.0	9.6	16.02	13.23	11.40	9.05	-743.9	-951.1	-1393.5	-951.1
	2	-192.3	14.8	-279.5	267.2	-123.9	-123.8	107.0	99.0	125.0	40.0	10.9	23.56	10.30	12.83	9.05	-1016.3	-946.4	-1386.7	-946.4
	3	-265.5	41.6	-359.9	268.9	-135.1	-132.1	107.0	98.5	125.0	40.0	12.2	30.28	7.16	12.83	9.05	-1255.2	-941.6	-1379.9	-941.6
	4	-345.2	70.4	-446.6	270.7	-146.7	-137.3	107.0	98.0	125.0	40.0	13.7	38.80	7.16	12.83	9.05	-1553.5	-936.8	-1373.1	-936.8
	5	-431.6	101.2	-446.6	272.6	-159.0	-139.3	107.0	97.5	125.0	40.0	14.0	40.37	7.81	12.83	9.05	-1602.5	-932.0	-1366.3	-932.0
9	1	-427.8	88.3	-446.7	312.1	57.7	47.2	100.0	94.0	125.0	36.0	13.8	40.37	8.62	0.00	5.03	-1541.7	249.6	1197.6	249.6
	2	-403.1	79.3	-437.7	314.7	47.6	41.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.1	42.91	10.30	0.00	5.03	-1629.3	249.6	1198.0	249.6
	3	-383.7	71.9	-411.4	318.1	35.3	27.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.5	44.45	10.30	0.00	5.03	-1682.7	249.6	1198.4	249.6
	4	-370.5	66.2	-390.0	322.3	20.7	4.6	100.0	94.0	125.0	36.0	14.3	43.45	10.30	0.00	5.03	-1650.5	249.6	1198.9	249.6
	5	-364.7	62.7	-374.5	327.3	4.0	-26.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.5	43.45	8.16	0.00	5.03	-1651.7	-249.6	-1199.6	-249.6
10	1	-324.3	82.2	-364.5	247.7	211.9	187.2	100.0	94.0	125.0	36.0	14.2	42.82	6.55	5.32	10.05	-1597.3	823.1	1189.5	823.1
	2	-57.1	-25.7	-164.2	247.9	155.1	154.5	100.0	94.0	125.0	36.0	12.6	35.26	8.80	5.32	10.05	-1341.9	823.1	1189.5	823.1
	3	116.2	-97.1	116.2	240.4	82.2	82.2	100.0	94.0	125.0	36.0	7.2	19.82	8.80	5.32	7.54	430.2	698.3	1188.6	698.3
	4	172.8	-125.5	172.8	225.1	-6.6	-6.6	100.0	94.0	125.0	36.0	7.2	12.57	8.80	0.00	7.54	423.4	-374.4	-1186.6	-374.4
	5	89.4	-93.0	144.7	202.0	-111.4	-111.4	100.0	94.0	125.0	36.0	7.5	12.57	10.81	0.00	7.54	483.1	-374.4	-1183.7	-374.4

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	891.3	0.0	891.3	329.3	-136.3	192.9
4	630.4	218.1	541.0	-136.3	404.7	238.1	-246.8	-8.7
5	274.9	199.8	1042.9	-246.8	796.2	774.2	-264.3	510.0
6	210.9	182.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	182.3	153.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	142.1	193.1	343.2	-254.6	88.6	480.9	-276.2	204.7
9	130.1	520.1	-93.3	-276.2	-369.5	-148.2	-340.8	-489.0
10	0.0	0.0	-283.5	-340.8	-624.3	-833.2	0.0	-833.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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						
11	0						
12	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	141.2	
4	143.4	
5	180.6	
6	170.6	
7	170.6	
8	180.6	
9	143.4	
10	141.2	
11	0.0	trave fittizia
12	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)	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)	635.72	635.72	635.72	635.72	635.72	
	M	(kN.m)	-255.43	-255.43	-255.42	-255.42	-255.42	
	T	(kN)	155.76	155.76	155.76	155.76	155.76	
TRAVE 3	N	(kN)	635.72	567.24	506.71	454.12	409.48	
	M	(kN.m)	-255.42	-119.90	-140.05	-280.56	-506.07	
	T	(kN)	155.76	35.83	-59.65	-130.69	-177.28	
TRAVE 4	N	(kN)	418.42	409.63	400.84	392.04	383.24	
	M	(kN.m)	-515.50	-463.77	-423.42	-392.67	-369.75	
	T	(kN)	124.22	97.95	75.49	56.82	41.96	
TRAVE 5	N	(kN)	257.30	262.37	267.18	271.73	276.01	
	M	(kN.m)	-331.89	-184.55	-51.51	67.76	173.78	
	T	(kN)	273.46	247.70	222.89	199.01	176.06	
TRAVE 6	N	(kN)	256.78	273.66	293.42	312.78	331.73	
	M	(kN.m)	178.05	455.37	633.65	714.81	700.82	
	T	(kN)	199.57	140.00	79.63	20.47	-37.49	
TRAVE 7	N	(kN)	331.69	349.88	367.67	385.08	404.22	
	M	(kN.m)	700.93	593.73	395.30	107.58	-267.62	
	T	(kN)	-37.49	-94.24	-149.79	-204.13	-254.73	
TRAVE 8	N	(kN)	429.51	435.40	441.51	447.82	454.34	
	M	(kN.m)	-270.70	-397.77	-535.37	-683.84	-843.51	
	T	(kN)	-215.56	-233.88	-252.79	-272.30	-292.40	
TRAVE 9	N	(kN)	538.14	540.45	543.99	548.77	554.79	
	M	(kN.m)	-846.17	-815.11	-792.85	-780.42	-778.87	
	T	(kN)	75.18	57.45	37.50	15.34	-9.04	
TRAVE 10	N	(kN)	427.68	426.64	417.82	401.23	376.87	
	M	(kN.m)	-715.10	-277.71	22.11	173.79	166.76	
	T	(kN)	347.75	256.23	157.40	51.25	-62.21	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	-62.21	-62.21	-62.21	-62.21	-62.21	
	M	(kN.m)	166.76	125.07	83.38	41.69	0.00	
	T	(kN)	-376.87	-376.87	-376.87	-376.87	-376.87	

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)= 0.61134	X(6)= -0.17	X(7)= 1.39
inizio trave 5	X(8)= 1.06393	X(9)= -1.56	X(10)= 2.86
inizio trave 6	X(11)= 1.09965	X(12)= -4.52	X(13)= 3.14
inizio trave 7	X(14)= -0.24017	X(15)= -7.78	X(16)= 3.05
inizio trave 8	X(17)= -1.06118	X(18)= -2.61	X(19)= 2.95
inizio trave 9	X(20)= -0.61978	X(21)= -0.27	X(22)= 3.14
inizio trave 10	X(23)= 0.23058	X(24)= 0.08	X(25)= 3.42
inizio trave 11	X(26)= 0.49052	X(27)= 0.22	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.49052	X(27)= 0.22	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.49041		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

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: Xp = 0.00 m. Yp = 0.80 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.81 m. a dx: 5.55 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00 (g3 = 1.0 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

Valore di ag/g = 0.099 Categoria del suolo di fondazione: D
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.55 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.30

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	43933	7284
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	1093	457
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.126	0.0793
Coefficiente per le azioni sismiche		0.3307	0.0322

 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	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-255.4	-8.6	-255.4	635.7	155.8	155.8	100.0	94.0	125.0	36.0	10.2	12.57	10.81	0.00	7.54	-728.8	374.4	1238.6	374.4
	2	-119.9	-27.6	-119.9	567.2	35.8	35.8	100.0	94.0	125.0	36.0	10.0	12.57	8.80	0.00	7.54	-699.3	374.4	1229.9	374.4
	3	-140.1	-21.1	-189.0	506.7	-59.6	-59.6	100.0	94.0	125.0	36.0	11.0	19.82	8.80	5.32	7.54	-923.5	-698.3	-1222.3	-698.3
	4	-280.6	13.0	-371.2	454.1	-130.7	-130.3	100.0	94.0	125.0	36.0	13.5	35.26	8.80	5.32	10.05	-1427.5	-823.1	-1215.6	-823.1
	5	-506.1	74.8	-539.7	409.5	-177.3	-160.8	100.0	94.0	125.0	36.0	15.0	42.82	6.55	5.32	10.05	-1663.3	-823.1	-1210.0	-823.1
4	1	-515.5	74.5	-539.8	418.4	124.2	75.8	100.0	94.0	125.0	36.0	15.0	43.45	8.16	0.00	5.03	-1688.9	249.6	1211.1	249.6
	2	-463.8	64.5	-537.2	409.6	98.0	72.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.7	43.45	10.30	0.00	5.03	-1686.3	249.6	1210.0	249.6
	3	-423.4	56.9	-480.9	400.8	75.5	63.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.9	44.45	10.30	0.00	5.03	-1716.6	249.6	1208.9	249.6
	4	-392.7	51.4	-436.7	392.0	56.8	48.2	100.0	94.0	125.0	36.0	14.5	42.91	10.30	0.00	5.03	-1661.1	249.6	1207.8	249.6
	5	-369.8	47.7	-402.7	383.2	42.0	27.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.2	40.37	8.62	0.00	5.03	-1570.9	249.6	1206.6	249.6
5	1	-331.9	71.8	-357.8	257.3	273.5	232.3	107.0	97.5	125.0	40.0	13.9	40.37	7.81	12.83	9.05	-1594.9	932.0	1364.5	932.0
	2	-184.5	13.2	-357.8	262.4	247.7	227.8	107.0	98.0	125.0	40.0	13.7	38.80	7.16	12.83	9.05	-1549.3	936.8	1372.1	936.8
	3	-51.5	-37.9	-209.4	267.2	222.9	216.6	107.0	98.5	125.0	40.0	12.2	30.28	7.16	12.83	9.05	-1254.3	941.6	1379.7	941.6
	4	67.8	-82.1	192.2	271.7	199.0	198.7	107.0	99.5	125.0	40.0	8.3	23.56	10.30	12.83	9.05	516.4	951.1	1394.2	951.1
	5	173.8	-120.1	284.5	276.0	176.1	176.1	107.0	98.5	125.0	40.0	8.8	16.02	13.23	11.40	9.05	620.8	941.6	1380.7	941.6

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
6	1	178.1	-129.2	301.2	256.8	199.6	199.6	105.0	96.5	125.0	37.0	8.4	16.02	13.23	11.40	7.64	590.0	779.0	1250.8	779.0
	2	455.4	-226.3	539.4	273.7	140.0	140.0	105.0	97.5	125.0	37.0	12.4	8.73	32.34	5.93	7.64	1286.7	754.7	1265.7	754.7
	3	633.6	-275.8	678.1	293.4	79.6	79.6	105.0	97.5	125.0	37.0	14.1	8.73	41.85	2.12	7.64	1627.9	522.4	1267.9	522.4
	4	714.8	-288.4	720.5	312.8	20.5	20.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.0	8.73	46.92	0.85	5.03	1811.3	310.6	1270.1	310.6
	5	700.8	-271.1	717.8	331.7	-37.5	-37.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1862.1	-258.9	-1272.2	-258.9
7	1	700.9	-271.2	717.8	331.7	-37.5	-37.5	105.0	97.5	125.0	37.0	15.3	8.73	48.19	0.00	5.03	1862.1	-258.9	-1272.2	-258.9
	2	593.7	-229.6	648.2	349.9	-94.2	-94.2	105.0	97.5	125.0	37.0	15.1	8.73	46.92	0.85	5.03	1824.6	-310.6	-1274.3	-310.6
	3	395.3	-167.4	486.5	367.7	-149.8	-149.8	105.0	97.5	125.0	37.0	14.4	8.73	41.85	2.12	7.64	1655.2	-522.4	-1276.3	-522.4
	4	107.6	-87.8	234.7	385.1	-204.1	-204.1	105.0	97.5	125.0	37.0	12.9	8.73	32.34	5.93	7.64	1328.8	-754.7	-1278.3	-754.7
	5	-267.6	6.3	-418.6	404.2	-254.7	-254.7	105.0	99.0	125.0	37.0	10.4	16.02	13.23	11.40	7.64	-824.2	-799.1	-1300.2	-799.1
8	1	-270.7	5.9	-422.8	429.5	-215.6	-215.6	107.0	99.5	125.0	40.0	10.4	16.02	13.23	11.40	9.05	-827.8	-951.1	-1412.9	-951.1
	2	-397.8	34.2	-561.5	435.4	-233.9	-233.6	107.0	99.0	125.0	40.0	11.7	23.56	10.30	12.83	9.05	-1101.4	-946.4	-1406.5	-946.4
	3	-535.4	64.1	-711.0	441.5	-252.8	-247.9	107.0	98.5	125.0	40.0	13.0	30.28	7.16	12.83	9.05	-1341.6	-941.6	-1400.1	-941.6
	4	-683.8	95.6	-871.1	447.8	-272.3	-256.8	107.0	98.0	125.0	40.0	14.6	38.80	7.16	12.83	9.05	-1641.2	-936.8	-1393.7	-936.8
	5	-843.5	128.5	-871.1	454.3	-292.4	-260.4	107.0	97.5	125.0	40.0	14.9	40.37	7.81	12.83	9.05	-1692.2	-932.0	-1387.4	-932.0
9	1	-846.2	108.5	-871.4	538.1	75.2	54.0	100.0	94.0	125.0	36.0	15.0	40.37	8.62	0.00	5.03	-1634.3	249.6	1226.3	249.6
	2	-815.1	102.1	-859.2	540.4	57.4	45.7	100.0	94.0	125.0	36.0	15.3	42.91	10.30	0.00	5.03	-1721.6	249.6	1226.5	249.6
	3	-792.9	97.0	-825.3	544.0	37.5	25.4	100.0	94.0	125.0	36.0	15.6	44.45	10.30	0.00	5.03	-1774.7	249.6	1227.0	249.6
	4	-780.4	93.5	-799.8	548.8	15.3	-7.5	100.0	94.0	125.0	36.0	15.4	43.45	10.30	0.00	5.03	-1742.9	-249.6	-1227.6	-249.6
	5	-778.9	91.6	-783.7	554.8	-9.0	34.0	100.0	94.0	125.0	36.0	15.7	43.45	8.16	0.00	5.03	-1744.0	249.6	1228.4	249.6
10	1	-715.1	118.5	-781.2	427.7	347.7	301.9	100.0	94.0	125.0	36.0	15.1	42.82	6.55	5.32	10.05	-1670.7	823.1	1212.3	823.1
	2	-277.7	16.3	-453.4	426.6	256.2	255.3	100.0	94.0	125.0	36.0	13.4	35.26	8.80	5.32	10.05	-1416.1	823.1	1212.1	823.1
	3	22.1	-54.0	91.9	417.8	157.4	157.4	100.0	94.0	125.0	36.0	8.1	19.82	8.80	5.32	7.54	513.0	698.3	1211.0	698.3
	4	173.8	-92.1	173.8	401.2	51.3	51.3	100.0	94.0	125.0	36.0	8.2	12.57	8.80	0.00	7.54	505.7	374.4	1208.9	374.4
	5	166.8	-93.0	190.1	376.9	-62.2	-62.2	100.0	94.0	125.0	36.0	8.5	12.57	10.81	0.00	7.54	564.6	-374.4	-1205.8	-374.4

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	844.2	0.0	844.2	282.2	-141.5	140.7
4	483.6	96.8	466.0	-141.5	324.5	155.5	-203.3	-47.8
5	150.9	80.4	667.1	-203.3	463.8	383.5	-212.1	171.3
6	90.9	64.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	64.1	37.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	26.5	74.3	41.7	-205.5	-163.8	189.5	-217.9	-28.4
9	16.1	381.5	-77.0	-217.9	-294.9	-124.6	-245.5	-370.0
10	0.0	0.0	-237.4	-245.5	-482.9	-787.2	0.0	-787.2
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	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						
11	0						
12	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	136.7	
4	134.5	
5	169.4	
6	160.0	
7	160.0	
8	169.4	
9	134.5	
10	136.7	
11	0.0	trave fittizia
12	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)	174.18	174.18	174.18	174.18	174.18	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-51.15	-102.29	-153.44	-204.59	
	T	(kN)	-490.01	-490.01	-490.01	-490.01	-490.01	
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)	490.01	424.93	367.79	318.59	277.35	
	M	(kN.m)	-204.59	-37.63	-16.57	-105.82	-269.78	
	T	(kN)	174.18	60.93	-27.69	-91.69	-131.07	
TRAVE 4	N	(kN)	289.70	282.93	276.22	269.58	263.01	
	M	(kN.m)	-280.20	-251.09	-231.08	-218.55	-211.87	
	T	(kN)	73.24	52.00	34.25	19.99	9.21	
TRAVE 5	N	(kN)	189.36	193.48	197.32	200.88	204.17	
	M	(kN.m)	-193.35	-100.68	-17.96	55.31	119.62	
	T	(kN)	172.93	154.90	137.75	121.48	106.09	
TRAVE 6	N	(kN)	192.45	204.73	219.27	233.38	247.05	
	M	(kN.m)	121.27	291.83	397.73	440.77	422.80	
	T	(kN)	124.05	84.88	45.64	7.53	-29.46	
TRAVE 7	N	(kN)	247.03	260.07	272.71	284.94	298.51	
	M	(kN.m)	422.89	345.73	211.23	21.23	-222.58	
	T	(kN)	-29.46	-65.31	-100.04	-133.63	-164.50	
TRAVE 8	N	(kN)	314.64	318.53	322.66	327.01	331.60	
	M	(kN.m)	-223.42	-303.06	-389.26	-482.32	-582.56	
	T	(kN)	-135.20	-146.51	-158.37	-170.79	-183.76	
TRAVE 9	N	(kN)	372.22	373.50	376.11	380.04	385.31	
	M	(kN.m)	-574.70	-541.40	-514.45	-494.74	-483.14	
	T	(kN)	77.47	64.82	50.27	33.83	15.51	
TRAVE 10	N	(kN)	283.73	284.74	277.96	263.41	241.09	
	M	(kN.m)	-431.88	-112.10	94.52	172.58	106.68	
	T	(kN)	256.83	183.87	100.25	5.98	-98.94	
TRAVE 11	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 12	N	(kN)	-98.94	-98.94	-98.94	-98.94	-98.94	
	M	(kN.m)	106.68	80.01	53.34	26.67	0.00	
	T	(kN)	-241.09	-241.09	-241.09	-241.09	-241.09	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.13844		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.13857	X(3)= 0.06	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.39435	X(6)= -0.06	X(7)= 1.42
inizio trave 5	X(8)= 0.64426	X(9)= -0.92	X(10)= 2.32
inizio trave 6	X(11)= 0.65528	X(12)= -2.71	X(13)= 2.48
inizio trave 7	X(14)= -0.18188	X(15)= -4.52	X(16)= 2.42
inizio trave 8	X(17)= -0.61466	X(18)= -1.29	X(19)= 2.34
inizio trave 9	X(20)= -0.29241	X(21)= -0.01	X(22)= 2.44
inizio trave 10	X(23)= 0.26201	X(24)= 0.03	X(25)= 2.41
inizio trave 11	X(26)= 0.27735	X(27)= 0.12	X(28)= 0.00
inizio trave 12	X(26)= 0.27735	X(27)= 0.12	X(28)= 0.00
fine trave 12	X(29)= 0.27727		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: P56197e-1205 - Arco a 3 elementi 2 cerniere 7.17 x 20

CASALPUSTERLENGO-SS09

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: Xp = 0.00 m. Yp = 0.30 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 2% a dx = 2%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.80 t/m3 a destra: 1.80 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.45 x (g3) = 0.45
 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: 5.50 m. a dx: 5.25 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00 (g3 = 1.0 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

Valore di ag/g = 0.099 Categoria del suolo di fondazione: D
 Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.55 Fattore di struttura q = 1.0
 Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.30

		orizz.	vert.
Massa efficace di un arco	kg	44205	7284
Rigidezza complessiva di un arco	kN/cm	844	421
Periodo fondamentale della vibrazione	sec	0.1438	0.0826
Coefficiente per le azioni sismiche		0.3522	-0.0322
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	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN
3	1	-204.6	-7.0	-204.6	490.0	174.2	174.2	100.0	94.0	125.0	36.0	9.5	12.57	10.81	0.00	7.54	-665.9	374.4	1220.2	374.4
	2	-37.6	-39.9	-37.6	424.9	60.9	60.9	100.0	94.0	125.0	36.0	9.2	12.57	8.80	0.00	7.54	-637.7	374.4	1211.9	374.4
	3	-16.6	-44.2	-44.3	367.8	-27.7	-27.7	100.0	94.0	125.0	36.0	10.4	19.82	8.80	5.32	7.54	-864.2	-698.3	-1204.7	-698.3
	4	-105.8	-15.5	-170.7	318.6	-91.7	-91.4	100.0	94.0	125.0	36.0	12.9	35.26	8.80	5.32	10.05	-1371.3	-823.1	-1198.5	-823.1
	5	-269.8	48.5	-294.6	277.3	-131.1	-118.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.3	42.82	6.55	5.32	10.05	-1609.5	-823.1	-1193.2	-823.1
4	1	-280.2	48.0	-294.8	289.7	73.2	33.4	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	43.45	8.16	0.00	5.03	-1636.3	249.6	1194.8	249.6
	2	-251.1	40.0	-293.2	282.9	52.0	31.0	100.0	94.0	125.0	36.0	14.1	43.45	10.30	0.00	5.03	-1634.3	249.6	1193.9	249.6
	3	-231.1	34.9	-260.4	276.2	34.2	24.7	100.0	94.0	125.0	36.0	14.3	44.45	10.30	0.00	5.03	-1665.5	249.6	1193.1	249.6
	4	-218.6	32.3	-237.3	269.6	20.0	14.2	100.0	94.0	125.0	36.0	13.9	42.91	10.30	0.00	5.03	-1610.8	249.6	1192.3	249.6
	5	-211.9	31.8	-222.3	263.0	9.2	-0.1	100.0	94.0	125.0	36.0	13.6	40.37	8.62	0.00	5.03	-1521.4	-249.6	-1191.4	-249.6
5	1	-193.4	45.0	-209.7	189.4	172.9	143.9	107.0	97.5	125.0	40.0	13.5	40.37	7.81	12.83	9.05	-1561.1	932.0	1356.7	932.0
	2	-100.7	-5.1	-209.7	193.5	154.9	140.8	107.0	98.0	125.0	40.0	13.4	38.80	7.16	12.83	9.05	-1515.0	936.8	1364.1	936.8
	3	-18.0	-48.0	-116.2	197.3	137.7	133.3	107.0	98.5	125.0	40.0	11.9	30.28	7.16	12.83	9.05	-1219.2	941.6	1371.5	941.6
	4	55.3	-84.7	130.7	200.9	121.5	121.3	107.0	99.5	125.0	40.0	7.9	23.56	10.30	12.83	9.05	484.8	951.1	1385.9	951.1
	5	119.6	-115.7	186.2	204.2	106.1	106.1	107.0	98.5	125.0	40.0	8.4	16.02	13.23	11.40	9.05	588.7	941.6	1372.3	941.6

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
6	1	121.3	-122.9	197.5	192.5	124.1	124.1	105.0	96.5	125.0	37.0	8.0	16.02	13.23	11.40	7.64	564.0	779.0	1243.6	779.0
	2	291.8	-202.4	342.4	204.7	84.9	84.9	105.0	97.5	125.0	37.0	12.1	8.73	32.34	5.93	7.64	1260.4	754.7	1257.8	754.7
	3	397.7	-241.3	422.6	219.3	45.6	45.6	105.0	97.5	125.0	37.0	13.8	8.73	41.85	2.12	7.64	1600.6	522.4	1259.5	522.4
	4	440.8	-248.8	442.0	233.4	7.5	7.5	105.0	97.5	125.0	37.0	14.7	8.73	46.92	0.85	5.03	1782.6	310.6	1261.1	310.6
	5	422.8	-231.0	437.3	247.1	-29.5	-29.5	105.0	97.5	125.0	37.0	14.9	8.73	48.19	0.00	5.03	1831.6	-258.9	-1262.6	-258.9
7	1	422.9	-231.1	437.3	247.0	-29.5	-29.5	105.0	97.5	125.0	37.0	14.9	8.73	48.19	0.00	5.03	1831.6	-258.9	-1262.6	-258.9
	2	345.7	-192.8	384.0	260.1	-65.3	-65.3	105.0	97.5	125.0	37.0	14.8	8.73	46.92	0.85	5.03	1792.2	-310.6	-1264.1	-310.6
	3	211.2	-137.3	272.5	272.7	-100.0	-100.0	105.0	97.5	125.0	37.0	14.0	8.73	41.85	2.12	7.64	1620.3	-522.4	-1265.6	-522.4
	4	21.2	-67.3	104.8	284.9	-133.6	-133.6	105.0	97.5	125.0	37.0	12.4	8.73	32.34	5.93	7.64	1291.0	-754.7	-1266.9	-754.7
	5	-222.6	14.7	-317.2	298.5	-164.5	-164.5	105.0	99.0	125.0	37.0	9.8	16.02	13.23	11.40	7.64	-766.7	-799.1	-1288.0	-799.1
8	1	-223.4	13.9	-318.7	314.6	-135.2	-135.2	107.0	99.5	125.0	40.0	9.8	16.02	13.23	11.40	9.05	-769.1	-951.1	-1399.3	-951.1
	2	-303.1	38.0	-405.6	318.5	-146.5	-146.4	107.0	99.0	125.0	40.0	11.2	23.56	10.30	12.83	9.05	-1042.4	-946.4	-1392.7	-946.4
	3	-389.3	63.5	-499.4	322.7	-158.4	-155.2	107.0	98.5	125.0	40.0	12.5	30.28	7.16	12.83	9.05	-1282.2	-941.6	-1386.2	-941.6
	4	-482.3	90.4	-599.9	327.0	-170.8	-160.7	107.0	98.0	125.0	40.0	14.0	38.80	7.16	12.83	9.05	-1581.4	-936.8	-1379.6	-936.8
	5	-582.6	118.5	-599.9	331.6	-183.8	-162.9	107.0	97.5	125.0	40.0	14.2	40.37	7.81	12.83	9.05	-1631.7	-932.0	-1373.1	-932.0
9	1	-574.7	105.6	-600.1	372.2	77.5	62.9	100.0	94.0	125.0	36.0	14.1	40.37	8.62	0.00	5.03	-1566.4	249.6	1205.2	249.6
	2	-541.4	96.2	-588.0	373.5	64.8	56.6	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	42.91	10.30	0.00	5.03	-1653.5	249.6	1205.4	249.6
	3	-514.5	88.0	-552.7	376.1	50.3	41.3	100.0	94.0	125.0	36.0	14.7	44.45	10.30	0.00	5.03	-1706.5	249.6	1205.7	249.6
	4	-494.7	81.4	-523.3	380.0	33.8	16.5	100.0	94.0	125.0	36.0	14.6	43.45	10.30	0.00	5.03	-1674.2	249.6	1206.2	249.6
	5	-483.1	76.6	-500.9	385.3	15.5	-17.2	100.0	94.0	125.0	36.0	14.8	43.45	8.16	0.00	5.03	-1675.4	-249.6	-1206.9	-249.6
10	1	-431.9	103.5	-480.8	283.7	256.8	221.9	100.0	94.0	125.0	36.0	14.4	42.82	6.55	5.32	10.05	-1612.1	823.1	1194.0	823.1
	2	-112.1	-9.4	-239.4	284.7	183.9	183.1	100.0	94.0	125.0	36.0	12.7	35.26	8.80	5.32	10.05	-1357.3	823.1	1194.2	823.1
	3	94.5	-82.8	94.5	278.0	100.2	100.2	100.0	94.0	125.0	36.0	7.4	19.82	8.80	5.32	7.54	447.8	698.3	1193.3	698.3
	4	172.6	-114.3	172.6	263.4	6.0	6.0	100.0	94.0	125.0	36.0	7.4	12.57	8.80	0.00	7.54	441.4	374.4	1191.5	374.4
	5	106.7	-93.0	154.3	241.1	-98.9	-98.9	100.0	94.0	125.0	36.0	7.8	12.57	10.81	0.00	7.54	501.4	-374.4	-1188.7	-374.4

FONDAZIONI**Dati della struttura**

Luce netta della struttura	L = m	20.00
Altezza nominale interna della struttura	H = m	7.17
Interasse tra gli archi prefabbricati	I = m	1.25
Numero di archi prefabbricati	n°	19
Spessore del ritto	W = m	1.00
Cerniera Facc: distanza dalla facciata interna	m	0.07
Cerniera Terra: distanza dalla facciata interna	m	0.93

Dimensioni della fondazione in m.

C	Q	M	N	Hvasca	Peso
-	-	-	-	cm 15.0	-

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL RITTO (GEO)

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 $g_1=g_2=g_3=g_4=1$, per i carichi verticali variabili $q_1=1.15$ e per la frenata $q_3=1.3$)

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto			h terra contro ritto m
	Rorizz=V kN (1)	Rvert=N kN	Distanza da facciata m	
Ritto sinistro				
10	-93	650	0.669	9.47
20	-93	650	0.669	9.47
21	18	843	0.930	9.47
22	-26	787	0.881	9.47
25	3	890	0.820	9.47
26	-7	838	0.811	9.47
27	2	936	0.789	9.47
91	-92	690	0.565	9.47
92	-163	480	0.232	8.97
93	-156	636	0.086	9.47
94	-174	490	0.070	8.97
Ritto destro				
10	-77	334	0.930	9.05
20	-77	334	0.930	9.05
21	18	539	0.930	9.05
22	19	585	0.930	9.05
25	-18	481	0.930	9.05
26	-29	429	0.930	9.05
27	-24	461	0.930	9.05
91	-59	389	0.930	9.05
92	-111	202	0.930	8.55
93	-62	377	0.930	9.05
94	-99	241	0.930	8.55

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL RITTO (STR)

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 m
	Rorizz=V kN (1)	Rvert=N kN	Distanza da facciata m	
Ritto sinistro				
10	-133	874	0.599	9.47
20	-133	874	0.599	9.47
21	-1	1102	0.855	9.47
22	-53	1035	0.804	9.47
25	-20	1157	0.756	9.47
26	-31	1096	0.744	9.47
27	-21	1211	0.731	9.47
91	-92	690	0.565	9.47
92	-163	480	0.232	8.97
93	-156	636	0.086	9.47
94	-174	490	0.070	8.97
Ritto destro				
10	-28	501	0.930	9.05
20	-28	501	0.930	9.05
21	83	741	0.930	9.05
22	85	795	0.930	9.05
25	41	674	0.930	9.05
26	28	612	0.930	9.05
27	34	650	0.930	9.05
91	-59	389	0.930	9.05
92	-111	202	0.930	8.55
93	-62	377	0.930	9.05
94	-99	241	0.930	8.55

(1) positiva se diretta verso il terrapieno

**Relazione di calcolo dei muri di sostegno in c.a.
con elementi prefabbricati**

Rev. 00 del 27/06/08

NORME DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento assunte per la verifica delle strutture sono:

D.M. LL.PP del 11/3/1988 "Norme tecniche riguardanti ... l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre....."

D.M. LL.PP del 9/1/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato....."

Per quanto in esso non contenuto si è fatto riferimento a:

Spinta delle terre e portanza delle fondazioni: Manuali dell'American Society of Civil Engineers

Ampiezza ammessa per le fessure: D.M. LL.PP. del 4/5/90 "Aggiornamento delle norme ... dei ponti stradali"

Sisma: O.P.C.M. n° 2374 del 20/3/2003 e suo aggiornamento n° 3316 del 2/10/03

Sismicità del Comune in cui sorge l'opera: desunta dalla tabella annessa al D.M. 2/9/2005.

DATI GENERALI DI PROGETTO

Materiali

Calcestruzzo		Prefabbricati	Platea	Fondazione
Resistenza caratteristica cubica Rck	N/mm ²	40	25	15
Resistenza di calcolo a compress Fcd	N/mm ²	21.05	13.16	7.89
Resistenza di calcolo a trazione Fctd	N/mm ²	1.33	1.05	0.81
Acciaio	tipo	FeB44k	FeB44k	-
Tensione caratteristica di snervam. 0.2%	N/mm ²	430	430	-
Resistenza di calcolo Fyd	N/mm ²	373.9	373.9	-

Coefficienti moltiplicativi delle azioni

AZIONI	simboli	Verifica a s.l.u.	Verifica a fessuraz.	Verifica sismica
Angolo di resistenza al taglio	φ	30.00	30.00	30.00
Peso proprio struttura	g1	1.4	1.0	1.0
Peso della terra portata	g2	1.4	1.0	1.0
Spinta della terra	g3	1.4	1.0	1.0
Carichi mobili	q1	1.5	1.0	0.25

Di ciascuna sezione sono state eseguite tre verifiche, esposte in tre schede successive.

Scheda 1 Verifica allo stato limite ultimo, con i carichi di progetto

Scheda 2 Verifica alla fessurazione, con i carichi di progetto

Scheda 3 Verifica sismica, con i carichi accidentali ridotti

I dati geometrici e geotecnici di ciascuna sezione sono riportati nelle singole schede

Le verifiche sono svolte con l'ausilio del programma di calcolo : Muri 2006' vers.1.1.5

Verifica allo stato limite ultimo (scheda 1)

Verifica statica

Il calcolo di verifica delle strutture di sostegno prefabbricate inserite nell'opera è svolto con il metodo classico.

Anzitutto è verificata la stabilità del manufatto, cioè dell'insieme costituito dalla struttura prefabbricata, dalla sua fondazione diretta e dalla terra che sovrasta la platea, sotto l'azione della spinta del terrapieno e delle varie altre azioni eventualmente presenti.

Questo insieme è separato dal terrapieno da una sezione verticale ideale R-S, attraverso la quale si esercita la spinta della terra.

Il coefficiente di spinta attraverso questa sezione viene calcolato:

a) se il profilo del rilevato è rettilineo, con la formula di Rankine, che corrisponde a ipotizzare la formazione di un cuneo di terra spingente limitato da due piani di scorrimento, la cui giacitura è quella che genera la spinta massima, e quindi la più sfavorevole alla stabilità del muro.

b) se il profilo del rilevato è spezzato, con un procedimento che è l'estensione della formula di Rankine ai profili spezzati. Infatti la procedura, con un metodo iterativo, individua le giaciture dei due piani di scorrimento che generano simultaneamente la spinta massima e fornisce automaticamente il coefficiente di spinta. Il calcolo è svolto con elaboratore elettronico per approssimazioni successive.

La spinta sulla fondazione è calcolata con un coefficiente di spinta su parete verticale. Il calcolo tiene conto che nei muri tipo N, T e F la platea impedisce al peso del terrapieno che la sovrasta di agire per l'intera altezza.

I coefficienti di sicurezza della stabilità della struttura sono determinati tenendo conto delle spinte e dei pesi agenti, nonché dei loro momenti, tutti calcolati rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione.

La spinta passiva sulla parete esterna della fondazione è trascurata a favore della stabilità.

Verifica delle sezioni in c.a. allo s.l.u.

La spinta sulla parete interna della struttura prefabbricata è calcolata in base a un coefficiente di spinta determinato con la formula di Coulomb.

Essa corrisponde all'equilibrio di un cuneo di terra, aderente alla parete del muro, separato dal terrapieno da una superficie piana, con la giacitura che genera la massima spinta sulla parete, e quindi la più sfavorevole alla verifica delle sezioni.

L'angolo di attrito tra terreno e parete è stato assunto pari a $2/3$ dell'angolo di attrito interno del terreno spingente.

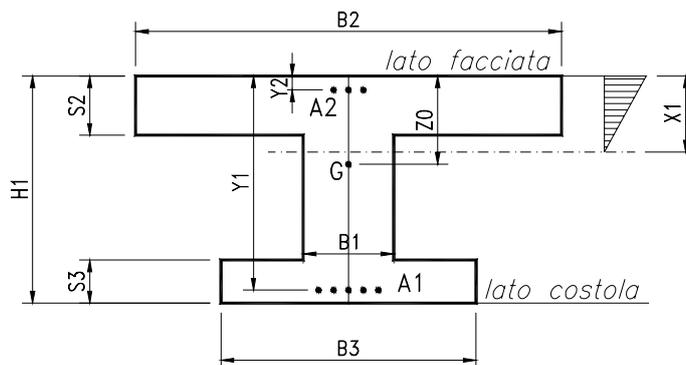
Il coefficiente di spinta che ne risulta differisce di poco da quello di Rankine.

Su ogni sezione le caratteristiche di sollecitazione sono calcolate in base alla spinta della terra agente dalla sezione in su e tengono conto anche della componente verticale della spinta e del peso della struttura sopra la sezione e di ogni altra azione esterna (urti, carichi sulla struttura, sbalzi, ecc.).

Nel calcolo della spinta è stato trascurato, per semplicità e a favore della stabilità, lo spessore della parete, considerando quindi che la spinta agisca direttamente sulla facciata del muro.

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo espresse al punto 4.2 del D.M. 9/1/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema della figura nel seguito allegata:



Per ogni sezione verificata, oltre alle principali dimensioni geometriche, sono esposti:

Md = momento flettente baricentrico della sezione dovuto alle azioni esterne

Md+décalage+eccentricità incerta =

momento flettente baricentrico incrementato in funzione dello sforzo di taglio, secondo quanto prescritto dal punto 4.2.2. del D.M. '96 e anche dall'eccentricità parassita.

Nd = sforzo normale dovuto alle azioni esterne

Vd = sforzo di taglio di calcolo, dovuto alle azioni esterne, modificato dal contributo della componente della trazione dell'acciaio perpendicolare al lembo compresso nelle sezioni di altezza variabile.

Mrd = momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale Nd.

Vrd = sforzo di taglio resistente della sezione. Esso è il valore minimo tra:

$V_{cls} = 0.30 * f_{cd} * B1 * Y$, sforzo di taglio resistente per la verifica del conglomerato

$V_{wd} + V_{cd}$ = somma del taglio resistente per l'armatura d'anima e per gli altri elementi del traliccio resistente

$V_{wd} * 2$ = doppio del taglio resistente per l'armatura d'anima

L'area delle staffe presa in conto nel calcolo della resistenza a taglio è stata ridotta della sezione destinata a reggere la spinta della terra sulle ali, che è un carico appeso.

Dal confronto tra le sollecitazioni esterne e quelle resistenti risulta che tutte le sezioni sono conformi alle norme.

Verifica alla fessurazione (scheda 2)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure

I criteri di verifica a fessurazione sono quelli fissati dal D.M. 09/01/96 e dalle relative istruzioni contenute nella Circ. Min. LL.PP. n° 252 AA.GG./S.T.C del 15/10/96

Nei tabulati di verifica le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate con i metodi del calcolo elastico lineare, senza ridistribuzioni.

I sovraccarichi sul rilevato sono gli stessi impiegati nelle verifiche allo s.l.u. Ovviamente tutti i coefficienti moltiplicativi delle azioni sono stati ridotti a 1.

I momenti flettenti sono calcolati rispetto alla facciata del pannello o alla facciata inferiore della platea.

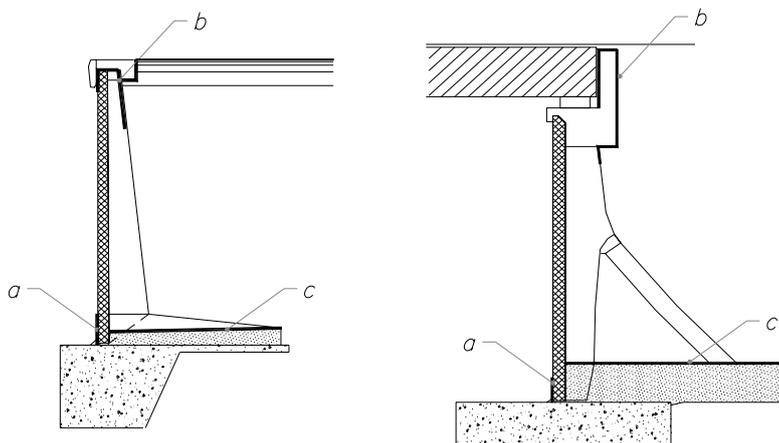
La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema già esposto nella verifica allo stato limite ultimo.

Le aperture delle fessure sono esposte nell'ultima colonna già divise per il rapporto tra il ricoprimento effettivo e il ricoprimento min di legge (=20mm), con il massimo di 1.5 in riferimento al paragrafo 4.2.4.2. della circolare citata, onde rendere immediato il confronto con i valori massimi ammessi.

In mancanza di una specifica normativa, l'apertura caratteristica ammessa per le fessure è stata desunta dal D.M. 4/5/90 relativo ai ponti stradali e in particolare dal punto 4.2 "Verifiche allo stato limite di fessurazione...". Essendo impiegate armature poco sensibili, interpretando la norma in modo molto cautelativo, la massima apertura ammessa risulta di:

1° caso: 0,1 mm. per le sezioni poste in condizioni ambientali molto aggressive e cioè:

- la parte inferiore della facciata esterna dei muri di controripa correnti lungo le strade, soggetta agli eventuali spruzzi dei sali di disgelo
- la parte superiore della facciata interna dei muri di sostegno correnti lungo le strade, soggetta al percolamento di acque che possono contenere dei sali di disgelo.
- la facciata superiore della platea delle spalle da ponte e dei muri tipo "C", soggetti al ristagno quasi permanente delle acque di infiltrazione del terreno. Per i muri di tipo "N" e "T" l'ambiente risulta aggressivo solo sul fondo delle gole corrugate della platea (ove non vi è armatura significativa) e non sulla cima delle costole dove è presente l'armatura principale.



— Zona moderatamente aggressiva
 — Zona molto aggressiva

2° caso: 0,2 mm. per le sezioni poste in condizioni ambientali moderatamente aggressive e cioè tutte le altre.

Calcolo delle tensioni di esercizio nei materiali

Sono inoltre esposte le tensioni di trazione nell'acciaio e di compressione nel calcestruzzo per confrontarne i valori con i massimi stabiliti per lo stato limite di tensione di esercizio (punto 4.3.2. del citato D.M. 96)

1° caso: Per la combinazione di carico quasi permanente in ambiente molto aggressivo, in base alle resistenze caratteristiche dei materiali impiegati, risultano i seguenti valori massimi:

Calcestruzzo dei prefabbricati (Rck 40 N/mm²): $0.83 * 40 * 0.4 = 13.28 \text{ N/mm}^2$
 Calcestruzzo delle platee (Rck 25 N/mm²): $0.83 * 25 * 0.4 = 8.3 \text{ N/mm}^2$

2° caso: Per la combinazione di carico quasi permanente in ambiente moderatamente aggressivo risultano i seguenti valori massimi:

Calcestruzzo dei prefabbricati (Rck 40 N/mm²): $0.83 * 40 * 0.45 = 14.94 \text{ N/mm}^2$
 Calcestruzzo delle platee (Rck 25 N/mm²): $0.83 * 25 * 0.45 = 9.34 \text{ N/mm}^2$

Tutti i risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

Verifica sismica (scheda 3)

a sensi delle ordinanze n° 3724 del 20/3/2003 e n° 3316 del 2/10/2003.

Dati di progetto dell'azione sismica

Il calcolo di verifica della stabilità globale dell'opera e di verifica delle sollecitazioni è effettuato con il metodo dell'analisi pseudo-statica, in base al valore dell'accelerazione orizzontale indicato nell'ordinanza n° 3724 del 20/3/2003 per il Comune in cui sorge l'opera:

Località in cui sorge l'opera: Comune di	Casalpusterlengo
Zona sismica	4
Accelerazione orizzontale	$a_g/g = 0.05$
Categoria del suolo di fondazione	C
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1.0$
(l'opera non sorge in prossimità di cigli scoscesi isolati, né in prossimità di creste strette e ripide)	
Fattore di importanza	$\gamma_1 = 1$
Fattore che tiene conto della flessibilità e spostabilità del mu	$r = 2$
Coefficiente di riduzione sismica dei sovraccarichi accidentali	0.25

Calcolo dell'azione sismica orizzontale

Fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione: $S = 1.25$
(dedotto dalla tabella 2 della normativa sismica ponti)

Coefficiente sismico orizzontale: $k_h = S a_g / r = 0.0313$

Coefficiente sismico verticale: $k_v = 0.5 k_h = 0.0156$
(trascurato come stabilito al paragrafo 4.4.2. della normativa)

Spinte di calcolo del terreno e dell'acqua

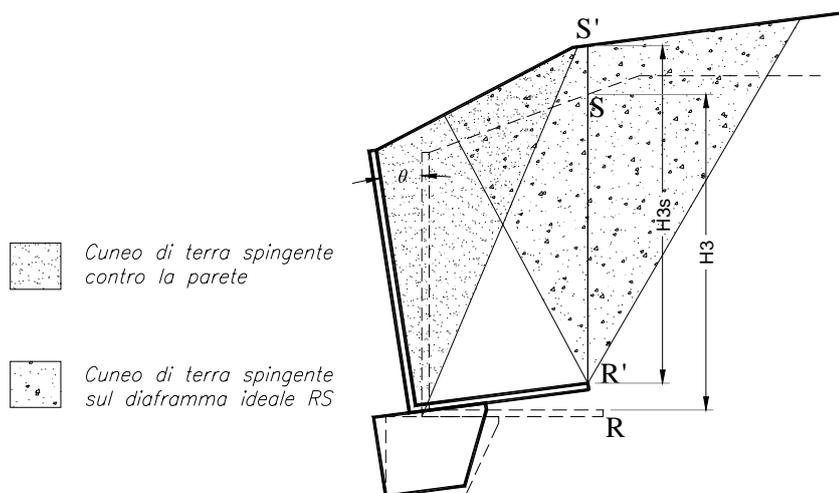
La spinta totale di progetto "Ed" esercitata dal terreno e dall'acqua sul muro è calcolata dopo aver fatto ruotare tutta la struttura (parete prefabbricata, superficie del terrapieno, platea e fondazione) dell'angolo Θ stabilita dalla formula (10) del paragrafo 4.4.3. della normativa:

$$\Theta = \arctan(k_h / (1 + k_v)) = 1.79^\circ$$

Per il calcolo della spinta sulla parete interna del prefabbricato la formula di Mononobe e Okabe fornisce direttamente il coefficiente di spinta K. Il modello di Mononobe e Okabe prevede che in aderenza alla parete del muro si formi un cuneo di terra spingente, limitato verso il terreno da una superficie piana (ipotesi di Coulomb), in una sezione in cui sia la parete, sia la superficie del terrapieno siano ruotati verso valle dell'angolo Θ . Noi la applicheremo per il calcolo della spinta della terra e del sisma sulla parete interna del prefabbricato.

Per il calcolo della stabilità globale dobbiamo calcolare la spinta della terra sul diaframma ideale R-S innalzato verticalmente dallo spigolo interno della platea. in questo caso non si può applicare la formula di Mononobe e Okabe in quanto il cuneo di terra spingente si sviluppa anche nel terreno a valle della sezione R-S su cui dobbiamo calcolare la spinta. Il modello non corrisponde.

Nei muri di sostegno prefabbricati la platea di ancoraggio è notevolmente estesa sotto al terra-pieno. Pertanto la spinta sulla parete e sul diaframma ideale R-S possono risultare alquanto diversi.



Come prescritto dal punto 4.4.1 della normativa e in perfetta analogia al modello di base che determina la formula di Mononobe e Okabe, calcoliamo la spinta Ed sulla sezione R-S assumendo un modello in cui si forma un cuneo spingente limitato da due piani, le cui giaciture sono state entrambe simultaneamente individuate come quelle che generano la massima spinta in stato di equilibrio limite attivo.

Il procedimento, svolto su elaboratore elettronico per approssimazioni successive, individua le due giaciture e fornisce i coefficienti di spinta. Essi risultano in genere leggermente più gravosi di quelli forniti dalla formula di Mononobe e Okabe per il maggior peso del cuneo di terra spingente.

Ovviamente il calcolo dei coefficienti di spinta è eseguito dopo aver fatto ruotare tutta la struttura (parete prefabbricata, superficie del terrapieno, platea, fondazione) dell'angolo Θ .

I coefficienti di spinta sono calcolati per tutte le sezioni trasversali oggetto della verifica e sono stati moltiplicati per il coefficiente di amplificazione topografica S_T e per il fattore di importanza γ_1 .

Nelle schede di verifica delle sezioni i coefficienti di spinta sono riportati già maggiorati del coefficiente topografico e del fattore di importanza.

Per effetto della rotazione sismica l'altezza della sezione ideale R - S su cui agisce la spinta del terrapieno aumenta, e in certi casi notevolmente. Pertanto la spinta della terra considerata nel calcolo è incrementata sia per il maggior coefficiente di spinta dovuto alla rotazione sismica, sia per la maggior altezza della sezione ideale.

Nella verifica della stabilità globale della struttura durante il sisma il calcolo tiene conto che tutte le masse della struttura e quella della terra che sovrasta la platea fino alla sezione R-S sono soggette a forze inerziali, aggiungendole alle spinte. Le loro componenti orizzontali sono riportate nella tabella delle azioni.

Codici di calcolo.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Tutte le schede allegate alla presente relazione sono state compilate automaticamente mediante il programma di calcolo Muri 2006' vers.1.1.5,

Tipo di analisi svolta

Trattandosi di strutture molto semplici, sostanzialmente isostatiche, il calcolo è effettuato con i metodi numerici della scienza delle costruzioni, determinando direttamente le reazioni sul terreno e le sollecitazioni delle varie membrature in base a semplici considerazioni sulla composizione delle varie azioni agenti sulla struttura e delle loro reazioni vincolari.

La verifica della resistenza delle sezioni in cemento armato normale è stata fatta con soluzioni esatte basate su distribuzioni tensionali a parabola-rettangolo per le verifiche a stato limite ultimo e sismiche, e su distribuzioni tensionali elastico-lineari parzializzate per le verifiche della fessurazione.

Affidabilità dei codici utilizzati

Il programma di calcolo "Muri 2006" è il risultato della completa revisione, aggiornamento e completamento del precedente programma "Muri 2000", già sviluppato con il codice Visual-basic della Microsoft. Questo programma a sua volta discendente, dopo un'infinità di perfezionamenti, revisioni e aggiornamenti, dal programma prodotto inizialmente in Basic dall'ing. Chiaves nel lontano anno 1974. Esso, già allora integralmente automatizzato, fu prodotto e utilizzato per la verifica delle strutture prefabbricate

In base ai risultati di questo programma o dei suoi precedenti sono state costruite almeno 15.000 opere di sostegno, in Italia e all'estero, in condizioni molto diversificate, comprendenti muri di sostegno del corpo stradale e muri di controripa fino a 15 m di altezza, muri spondali in alveo, muri per sistemazione di frane, spalle di ponti e anche condizioni di impiego anomale. Almeno 100.000 sezioni trasversali di muri di sostegno sono state verificate con questo programma.

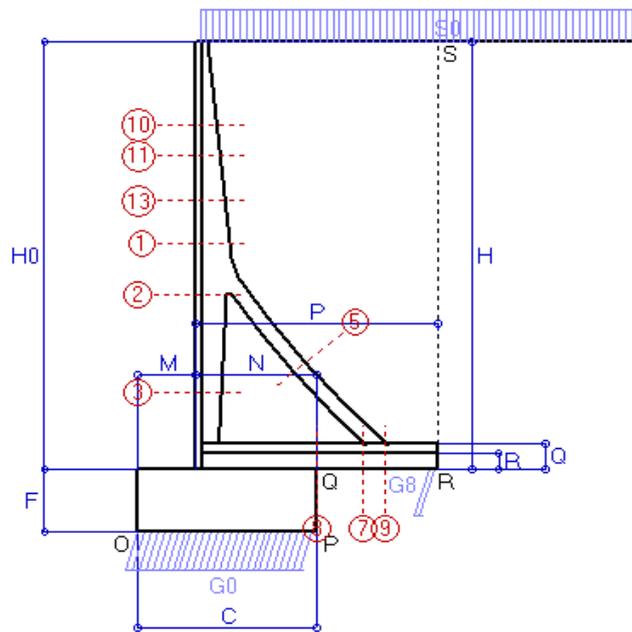
Riteniamo che la straordinaria affidabilità dimostrata dalle strutture nei più svariati impieghi (oltre 5.000.000 di m² di facciata, in 40 anni, senza alcun collasso) derivi in gran parte dall'affidabilità del codice di calcolo utilizzato per progettarle e verificarle.

Il codice è in grado di svolgere la verifica delle strutture in base alle varie normative via via succedutesi (DM 14/2/92 tensioni ammissibili, Eurocode 2, DM 9/1/96 s.l.u., Ordinanze 3274/03 e 3333/04, DM 14/9/2005) oltre ad alcune normative estere.

Il programma è dotato di autodiagnostica per quasi tutte le verifiche più importanti richieste dalle varie norme. Cioè il programma provvede a evidenziare automaticamente su fondino giallo i risultati insufficienti o contrastanti con la norma scelta, o giudicati inadatti del progettista delle strutture.

Pertanto l'esame di controllo dei principali risultati consiste sostanzialmente nell'accertare che non appaiano dei risultati evidenziati dal computer come insufficienti.

1. Verifica allo stato limite ultimo



Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo 90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 3.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 19.6$ kN/m ²
$M = 1.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$N = 2.45$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.6$ kN/m ³
$P = 4.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 23.5$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine Culman)	$K_1 = 0.333$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H = 9.00$ m
Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S	238.1	1 024.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccarico su R-S	58.8	341.0	0.0	0.0
Peso della struttura (prefabb+platea)	0.0	0.0	104.5	264.7
Peso della terra e del sovraccarico	0.0	0.0	795.6	2 947.8
Spinta della terra sulla fondazione	5.0	2.2	0.0	0.0
Peso della fondazione	0.0	0.0	110.1	198.1
TOTALI	$S_g = 301.9$	$M_g = 1 367.2$	$P_g = 1 010.2$	$M_g = 3 410.6$

RISULTATI DELLA STABILITA' GLOBALE:

GRADO di stabilità al ribaltamento rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione	$\eta_{rib} = M_g / M_g$	=	2.495 > 1.5
GRADO di stabilità al ribaltamento rispetto alla base della facciata del prefabbricato	$\eta_{rib} = 2177.3 / 979$	=	2.224 > 1.5
Carico sul terreno sotto la platea:	$G_8 = 59.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.19$ m
Carico sul terreno della fondazione	$G_0 = 950.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_8 = 3.60$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.264$ MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 16.6^\circ$
GRADO di stabilità allo scorrimento	$\eta_{scorr} = (\text{attriti e forze resistenti}) / (\text{spinte e forze motrici})$	=	1.941 > 1.3

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Coulomb)

$K_0 = 0.297$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	Md baricentrico	Md + décalage + ecc. incerta	Nd (2)	Vd	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	Mrd baricentrico	Vrd
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	216.8	254.6	75.4	85.5	71.9	64.6	124.0	25.0	7.2	20.01	4.52	12.72	30.16	480.2	854.8
2	116.0	146.6	465.6	-141.4	64.3	57.8	124.0	25.0	6.7	8.04	9.14	6.61	3.70	253.8	-196.6
3	-40.5	-67.4	547.1	40.8	50.6	43.6	25.0	25.0	16.5	8.04	9.14	0.00	3.70	-277.3	124.4
5	-44.7	-63.6	-482.7	80.8	32.0	26.0	25.0	25.0	5.7	13.13	17.06	0.00	7.45	-86.5	119.1
7	33.7	48.0	310.3	-36.2	55.0	50.0	125.0	50.0	8.3	14.20	4.52	5.69	6.27	311.7	-422.2
8	140.8	203.0	310.3	252.0	55.0	50.0	125.0	50.0	8.3	14.20	4.52	5.69	6.27	311.7	388.6
9	188.0	211.5	0.0	224.1	55.0	50.0	125.0	50.0	9.8	29.17	4.52	18.22	6.27	502.5	362.6
10	25.3	34.9	22.3	24.8	45.5	40.7	124.0	25.0	3.3	6.28	4.52	0.00	30.16	96.4	495.1
11	53.1	69.1	33.7	37.6	52.3	46.9	124.0	25.0	4.1	8.83	4.52	0.96	30.16	155.3	603.8
13	119.5	148.6	53.4	60.1	62.4	56.0	124.0	25.0	5.6	13.98	4.52	2.37	30.16	291.9	741.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

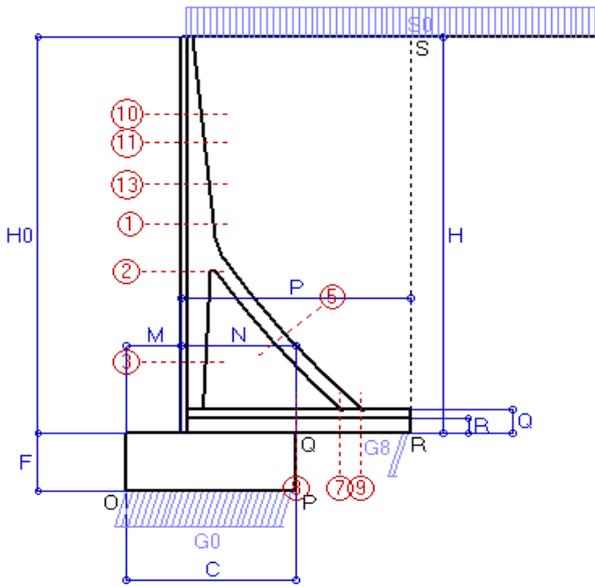
2. Verifica della fessurazione

COMUNE DI CASALPUSTERLENGO - SS9 VIA EMILIA - VARIANTE DI CASALPU

CASALPUSTERLENGO (LO)

Impresa:

Prog. P56197



Spinta della terra su sez. R-S
 Spinta del sovraccarico su R-S
 Peso della struttura (prefabb+platea)
 Peso della terra e del sovraccarico
 Spinta della terra sulla fondazione
 Peso della fondazione

Totali

Dati

$H_m = 9.00$ m	Prefabbricato tipo 90TM	$H_0 = 9.00$ m
$C = 3.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 9.00$ m
$F = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 30^\circ$
$M = 1.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 19.6$ kN/m ²
$N = 2.45$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.6$ kN/m ³
$P = 4.90$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 23.5$ kN/m ³
$Q = 0.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine Culman) $\lambda_1 = 0.333$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 9.00$ m
 Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine) $\lambda_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

FORZE ORIZZONTALI		FORZE VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
238.14	1 024.00	0.00	0.00
58.80	341.04	0.00	0.00
0.00	0.00	104.46	264.67
0.00	0.00	795.62	2 947.77
4.97	2.15	0.00	0.00
0.00	0.00	110.07	198.13
$S_9 = 301.91$	$M_9 = 1 367.20$	$P_9 = 1 010.15$	$M_8 = 3 410.57$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} = M_8 / M_9 = 2.495$

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} = (\text{attriti e forze resistenti}) / (\text{spinte e forze motrici}) = 1.941$

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 59.75$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.19$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 950.40$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 3.60$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.264$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 16.6^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Il manufatto è prodotto in serie dichiarata a sensi art. 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 (comunicaz. al Consiglio Sup. LL.PP. recepita col n. 54366)

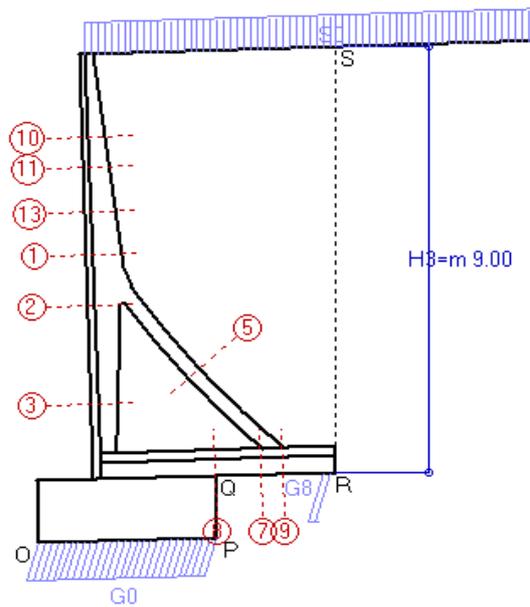
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Coulomb) $\lambda_0 = 0.297$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI			Fessurazioni
	Momento flettente	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. c	
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	137.3	53.1	84.7	124.0	71.9	64.6	20.01	4.52	117	2.83	35	0.039
2	8.4	336.0	-96.6	124.0	64.3	57.8	8.04	9.14	67	3.11	35	0.000
3	-100.8	384.4	0.0	25.0	50.6	43.7	8.04	9.14	-12	3.42	35	0.000
5	30.4	-338.2	42.9	0.0	32.0	20.0	13.13	17.06	169	0.00	35	0.084
7	-25.4	217.4	-20.4	125.0	55.0	50.0	14.20	4.52	4	0.90	45	0.000
8	56.6	217.4	185.8	125.0	55.0	50.0	14.20	4.52	108	3.48	45	0.000
9	134.5	0.0	128.6	125.0	55.0	50.0	29.17	4.52	103	3.00	45	0.048
10	15.1	15.6	21.4	124.0	45.5	40.7	6.28	4.52	65	1.06	35	0.000
11	32.5	23.6	34.2	124.0	52.3	46.9	8.83	4.52	87	1.53	35	0.000
13	74.7	37.5	57.5	124.0	62.4	56.0	13.98	4.52	105	2.17	35	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

3. Verifica sismica



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 1.79^\circ$
Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.031$

Dati

$H_m = 9.00$ m
 $C = 3.60$ m
 $F = 1.30$ m
 $M = 1.15$ m
 $N = 2.45$ m
 $P = 4.90$ m
 $Q = 0.55$ m

Zona sismica 4

Prefabbricato tipo 90TM
Altezza della terra contro il pannello
Sovraccarico sul rilevato (25%)
Categoria del suolo di fondazione
Fattore di flessibilità e spostabilità
Fattore di importanza
Coeff. di amplificazione topografica
Pendenza del rilevato a tergo del mui
Scarpa della facciata del pannello
Pendenza dell'appoggio della fondaz.

$a_g/g = 0.05$

$H_0 = 9.00$ m
 $H = 9.00$ m
 $S_0 = 4.9$ kN/m²
 $C (S=1.25)$
 $r = 2$
 $\gamma_I = 1$
 $ST = 1.0$
 $I_8 = 3.1\%$
 $I_6 = -3.1\%$
 $I_7 = -3.1\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Mononobe e Okabe) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.334$
 $H_3 = 9.00$ m
Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S	238.6	1 026.4	7.5	45.1
Spinta del sovraccarico su R-S	14.7	85.4	0.5	2.8
Peso della struttura (prefabb+platea)	3.3	10.9	104.5	264.7
Peso della terra e del sovraccarico	21.9	81.3	723.6	2 688.5
Spinta della terra sulla fondazione	5.0	2.2	0.0	0.0
Peso della fondazione	3.4	2.2	110.1	198.1
TOTALI	S₉ = 286.9	M₉ = 1 208.4	P₉ = 946.0	M₈ = 3 199.2

RISULTATI DELLA STABILITA' GLOBALE:

VERIFICA della stabilità al ribaltamento rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione $\eta_{rib} = M_8/M_9 = 2.647 > 1$
 VERIFICA della stabilità al ribaltamento rispetto alla base della facciata del prefabb. $\eta_{rib} = 2039.7 / 842 = 2.422 > 1$
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 77.1$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.24$ m
 Carico sul terreno della fondazione $G_0 = 868.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 3.60$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.241$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 16.9^\circ$
 VERIFICA della stabilità allo scorrimento: (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = = $1.912 > 1$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Mononobe e Okabe) $K_0 = 0.317$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	Md baricentrico	Md + décalage + ecc. incerta	Nd (2)	Vd	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	Mrd baricentrico	Vrd
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	139.5	165.3	46.2	58.4	71.9	64.6	124.0	25.0	7.0	20.01	4.52	12.72	30.16	474.3	854.8
2	68.8	91.3	323.7	-95.8	64.3	57.8	124.0	25.0	6.1	8.04	9.14	6.61	3.70	229.5	-228.3
3	-38.7	-56.8	380.8	26.7	50.6	43.6	25.0	25.0	12.8	8.04	9.14	0.00	3.70	-238.2	124.4
5	-28.2	-40.1	-332.7	50.9	32.0	26.0	25.0	25.0	6.6	13.13	17.06	0.00	7.45	-102.0	119.1
7	18.4	27.0	213.9	-19.6	55.0	50.0	125.0	50.0	7.8	14.20	4.52	5.69	6.27	293.7	-422.2
8	99.3	143.7	213.9	180.3	55.0	50.0	125.0	50.0	7.8	14.20	4.52	5.69	6.27	293.7	388.0
9	145.7	161.9	0.0	154.6	55.0	50.0	125.0	50.0	9.8	29.17	4.52	18.22	6.27	502.5	362.6
10	14.8	20.7	12.4	15.5	45.5	40.7	124.0	25.0	3.3	6.28	4.52	0.00	30.16	95.2	498.4
11	32.1	42.4	19.4	24.3	52.3	46.9	124.0	25.0	4.0	8.83	4.52	0.96	30.16	153.3	608.1
13	75.0	94.4	31.9	40.1	62.4	56.0	124.0	25.0	5.5	13.98	4.52	2.37	30.16	288.2	741.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

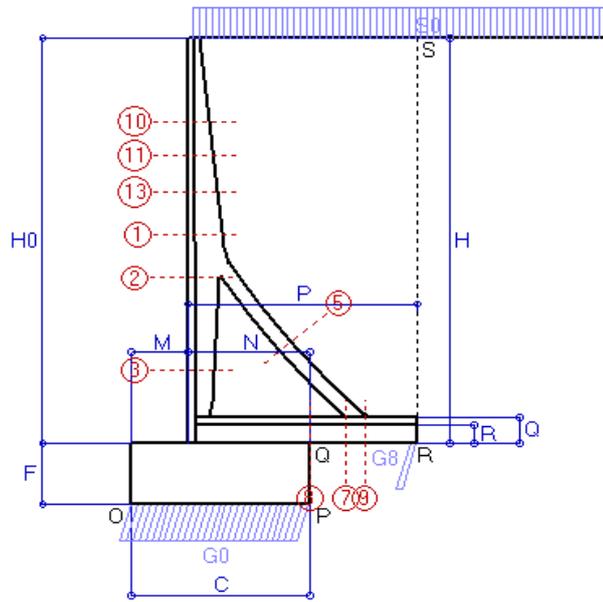
1. Verifica allo stato limite ultimo

COMUNE DI CASALPUSTERLENGO - SS9 VIA EMILIA - VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO

CASALPUSTERLENGO (LO)

Impresa:

Prog. P56197



Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo 100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 4.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 1.50$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 19.6$ kN/m ²
$M = 1.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 30^\circ$
$N = 2.85$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.6$ kN/m ³
$P = 5.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 23.5$ kN/m ³
$Q = 0.65$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine Culman) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.333$
Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine)	$K_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S	294.0	1 421.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccarico su R-S	65.3	424.7	0.0	0.0
Peso della struttura (prefabb+platea)	0.0	0.0	130.7	386.2
Peso della terra e del sovraccarico	0.0	0.0	960.4	3 996.9
Spinta della terra sulla fondazione	6.6	3.3	0.0	0.0
Peso della fondazione	0.0	0.0	148.2	311.2
TOTALI	$S_9 = 366.0$	$M_9 = 1 849.0$	$P_9 = 1 239.3$	$M_8 = 4 694.2$

RISULTATI DELLA STABILITA' GLOBALE:

GRADO di stabilità al ribaltamento rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione $\eta_{rib} = M_8 / M_9$	=	2.539 > 1.5
GRADO di stabilità al ribaltamento rispetto alla base della facciata del prefabbricato $\eta_{rib} = 2910.1 / 1306.7$	=	2.227 > 1.5
Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 58.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$Q_8 = 0.17$ m
Carico sul terreno della fondazione $G_0 = 1180.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio.	$C_8 = 4.20$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.281 MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale	$\beta =$	16.5°
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} = (\text{attriti e forze resistenti}) / (\text{spinte e forze motrici})$	=	1.964 > 1.3

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Coulomb)

$K_0 = 0.297$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	Md baricentrico kN.m	Md + décalage + ecc. incerta kN.m	Nd (2) kN	Vd kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 lato terrapieno cm ²	A2 lato facc. o inf. platea cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	Mrd baricentrico kN.m	Vrd kN
1	303.8	354.5	91.9	104.6	78.7	70.8	124.0	25.0	8.5	25.98	5.34	15.71	34.18	679.5	936.7
2	164.1	203.6	561.2	-174.2	71.1	64.2	124.0	25.0	7.9	10.78	10.68	8.16	3.83	363.0	-219.7
3	-52.9	-85.3	657.5	44.8	55.3	47.7	25.0	25.0	18.3	10.78	10.68	0.00	3.83	-358.4	133.9
5	-58.5	-81.3	-583.7	97.1	32.0	26.0	25.0	25.0	6.1	16.46	21.49	0.00	9.13	-110.0	133.9
7	91.8	102.4	375.2	-8.0	65.0	60.0	125.0	50.0	10.0	17.66	5.34	5.69	6.70	463.7	-522.2
8	217.0	310.1	375.2	283.3	65.0	60.0	125.0	50.0	10.0	17.66	5.34	5.69	6.70	463.7	481.9
9	278.2	314.3	0.0	281.2	65.0	60.0	125.0	50.0	11.6	34.98	5.34	22.75	6.70	725.1	452.3
10	36.6	49.1	27.3	30.4	48.8	43.8	124.0	25.0	3.7	7.60	5.34	0.00	34.18	124.9	579.2
11	83.8	106.6	43.6	48.8	57.9	52.0	124.0	25.0	4.8	11.40	5.34	1.32	34.18	221.4	687.7
13	163.5	200.9	64.0	72.2	67.5	60.7	124.0	25.0	6.5	17.75	5.34	3.43	34.18	399.5	802.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

27/06/08

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

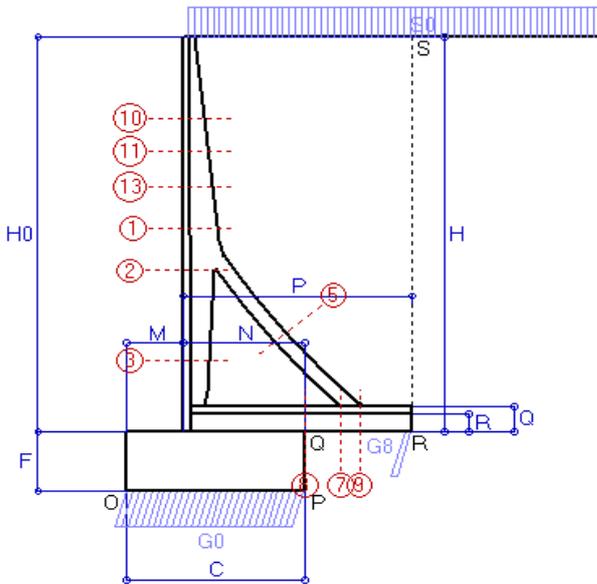
2. Verifica della fessurazione

COMUNE DI CASALPUSTERLENGO - SS9 VIA EMILIA - VARIANTE DI CASALPU

CASALPUSTERLENGO (LO)

Impresa:

Prog. P56197



Spinta della terra su sez. R-S
 Spinta del sovraccarico su R-S
 Peso della struttura (prefabb+platea)
 Peso della terra e del sovraccarico
 Spinta della terra sulla fondazione
 Peso della fondazione

Totali

Dati

$H_m = 10.00$ m	Prefabbricato tipo 100TM	$H_0 = 10.00$ m
$C = 4.20$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 10.00$ m
$F = 1.50$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 30^\circ$
$M = 1.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 19.6$ kN/m ²
$N = 2.85$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 17.6$ kN/m ³
$P = 5.40$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 23.5$ kN/m ³
$Q = 0.65$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.58$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine Culman) $\lambda_1 = 0.333$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 10.00$ m
 Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine) $\lambda_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

FORZE ORIZZONTALI		FORZE VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
294.00	1 421.00	0.00	0.00
65.33	424.67	0.00	0.00
0.00	0.00	130.71	386.21
0.00	0.00	960.37	3 996.86
6.62	3.31	0.00	0.00
0.00	0.00	148.18	311.17
$S_9 = 365.95$	$M_9 = 1 848.97$	$P_9 = 1 239.25$	$M_8 = 4 694.24$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} = M_8 / M_9 = 2.539$

GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} = (\text{attriti e forze resistenti}) / (\text{spinte e forze motrici}) = 1.964$

Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 58.89$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $Q_8 = 0.17$ m

Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 1180.36$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio $C_8 = 4.20$ m

TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.281$ MPa

OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 16.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Il manufatto è prodotto in serie dichiarata a sensi art. 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 (comunicaz. al Consiglio Sup. LL.PP. recepita col n. 54366)

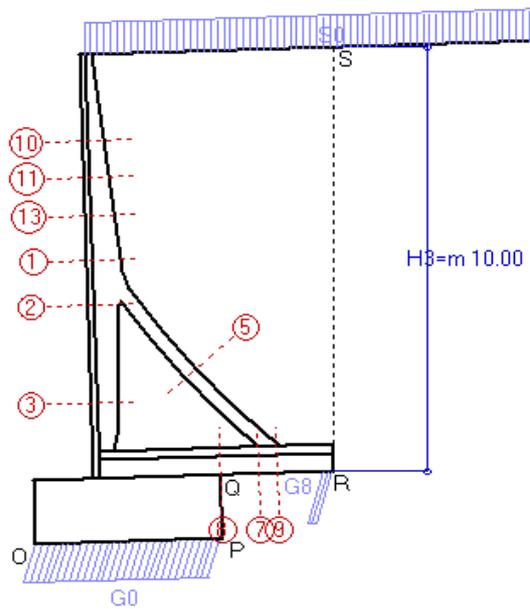
Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Coulomb) $\lambda_0 = 0.297$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI			Fessurazioni
	Momento flettente	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. c	
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	193.5	64.8	105.7	124.0	78.7	70.8	25.98	5.34	116	3.19	35	0.044
2	16.9	405.2	-117.8	124.0	71.1	64.2	10.78	10.68	69	3.46	35	0.000
3	-131.1	463.5	0.0	25.0	55.3	47.8	10.78	10.68	-14	3.53	35	0.000
5	34.5	-409.6	51.5	0.0	32.0	20.0	16.46	21.49	167	0.00	35	0.078
7	-7.3	263.3	0.4	125.0	65.0	60.0	17.66	5.34	22	1.52	45	0.000
8	87.8	263.3	208.8	125.0	65.0	60.0	17.66	5.34	111	3.58	45	0.000
9	199.0	0.0	159.3	125.0	65.0	60.0	34.98	5.34	105	3.07	45	0.049
10	22.1	19.2	27.0	124.0	48.8	43.8	7.60	5.34	73	1.25	35	0.000
11	52.0	30.6	45.8	124.0	57.9	52.0	11.40	5.34	97	1.84	35	0.000
13	103.0	45.1	70.5	124.0	67.5	60.7	17.75	5.34	106	2.40	35	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

3. Verifica sismica



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 1.79^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.031$

Dati

$H_m = 10.00$ m
 $C = 4.20$ m
 $F = 1.50$ m
 $M = 1.35$ m
 $N = 2.85$ m
 $P = 5.40$ m
 $Q = 0.65$ m

Zona sismica 4

Prefabbricato tipo 100TM
 Altezza della terra contro il pannello
 Sovraccarico sul rilevato (25%)
 Categoria del suolo di fondazione
 Fattore di flessibilità e spostabilità
 Fattore di importanza
 Coeff. di amplificazione topografica
 Pendenza del rilevato a tergo del muro
 Scarpa della facciata del pannello
 Pendenza dell'appoggio della fondaz.

$a_g/g = 0.05$
 $H_0 = 10.00$ m
 $H = 10.00$ m
 $S_0 = 4.9$ kN/m²
 $C (S=1.25)$
 $r = 2$
 $\gamma_I = 1$
 $ST = 1.0$
 $l_8 = 3.1\%$
 $l_6 = -3.1\%$
 $l_7 = -3.1\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva della terra (Mononobe e Okabe) agente su una sezione ideale R-S di altezza $K_1 = 0.334$
 $H_3 = 10.00$ m
 Coefficiente di spinta sulla fondazione P-Q (Rankine) $K_3 = 0.333$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S	294.6	1 424.3	9.2	62.1
Spinta del sovraccarico su R-S	16.4	106.4	0.5	3.5
Peso della struttura (prefabb+platea)	4.1	14.8	130.7	386.2
Peso della terra e del sovraccarico	26.7	111.5	881.0	3 675.4
Spinta della terra sulla fondazione	7.0	3.3	0.0	0.0
Peso della fondazione	4.6	3.5	148.2	311.2
TOTALI	S₉ = 353.3	M₉ = 1 663.8	P₉ = 1 169.6	M₈ = 4 438.3

RISULTATI DELLA STABILITA' GLOBALE:

VERIFICA della stabilità al ribaltamento rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione $\eta_{rib} = M_8/M_9 = 2.668 > 1$
 VERIFICA della stabilità al ribaltamento rispetto alla base della facciata del prefabb. $\eta_{rib} = 2748.3 / 1144.4 = 2.402 > 1$
 Carico sul terreno sotto la platea: $G_8 = 77.9$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $Q_8 = 0.22$ m
 Carico sul terreno della fondazione $G_0 = 1091.7$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . . $C_8 = 4.20$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.260$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 16.8^\circ$
 VERIFICA della stabilità allo scorrimento: (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = = $1.920 > 1$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (formula di Mononobe e Okabe) $K_0 = 0.317$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	Md baricentrico	Md + décalage + ecc. incerta	Nd (2)	Vd	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	Mrd baricentrico	Vrd
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	202.1	237.6	57.1	73.2	78.7	70.8	124.0	25.0	8.4	25.98	5.34	15.71	34.18	671.8	936.7
2	103.0	132.8	397.1	-120.6	71.1	64.2	124.0	25.0	7.2	10.78	10.68	8.16	3.83	331.9	-257.1
3	-47.4	-70.9	466.7	32.8	55.3	47.7	25.0	25.0	14.2	10.78	10.68	0.00	3.83	-309.6	133.9
5	-37.3	-51.8	-410.6	61.9	32.0	26.0	25.0	25.0	6.9	16.46	21.49	0.00	9.13	-127.5	133.9
7	60.7	67.4	263.9	1.7	65.0	60.0	125.0	50.0	9.4	17.66	5.34	0.00	6.70	438.5	270.6
8	156.2	223.7	263.9	206.1	65.0	60.0	125.0	50.0	9.4	17.66	5.34	5.69	6.70	438.5	481.3
9	217.3	242.3	0.0	194.2	65.0	60.0	125.0	50.0	11.6	34.98	5.34	22.75	6.70	725.1	452.3
10	22.5	30.6	15.5	19.9	48.8	43.8	124.0	25.0	3.7	7.60	5.34	0.00	34.18	123.3	579.2
11	53.2	68.5	25.6	32.8	57.9	52.0	124.0	25.0	4.7	11.40	5.34	1.32	34.18	218.6	687.7
13	106.5	132.1	38.7	49.7	67.5	60.7	124.0	25.0	6.4	17.75	5.34	3.43	34.18	394.8	802.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione