
	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 1 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE”

RELAZIONE DI CALCOLO

UFFICIO PESA E PESA A PONTE





					
					
00	Emissione per FEED	GOLDER	IMPRO/TEBO	IMPRO	11/12/2020
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
Questo documento è di proprietà Eni Rewind che se ne riserva tutti i diritti.					

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 2 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



Memorandum delle revisioni

Ind. Di Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione
00	11/12/2020		Emissione per FEED

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 3 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI	14
4. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	20
5. MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI	21
6. MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	24
7. MODELLAZIONE DELLE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL	26
8. MODELLAZIONE DELLE STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO	32
9. MODELLAZIONE DELLE AZIONI	37
10. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	40
11. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	42
12. AZIONE SISMICA	49
13. RISULTATI ANALISI SISMICHE	51
14. RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE	58
15. RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL	61
16. CALCOLO FONDAZIONI	66

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 4 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda la realizzazione “dell’Ufficio Pesa e Pesa a Ponte” che dovrà essere realizzata per conto di Eni Rewind presso il complesso industriale di Ravenna (RA) – Area Ponticelle

L’Ufficio Pesa è un edificio di dimensioni limitate del tipo monopiano a copertura piana e composto da una struttura interamente realizzata in c.a.o. La struttura portante dell’edificio risulta essere a telaio tridimensionale con maglia di dimensioni 3.60m x 4.80m. Sono inoltre presenti tamponature esterne realizzate in muratura e pareti divisorie interne in parte della struttura. La fondazione è di tipo a platea in cemento armato di forma rettangolare in pianta con dimensioni 10.80m x 4.70m e spessore pari a 40 cm.

La Pesa a Ponte risulta realizzata interamente in c.a.o composta da 8 baggioli su cui sono stati considerati agenti 16000kg/cad ricavati da dati bilanciari per una struttura di tale entità. La fondazione è di tipo a platea in cemento armato di forma rettangolare in pianta con dimensioni 18.66m x 3.66m e spessore pari a 45 cm.

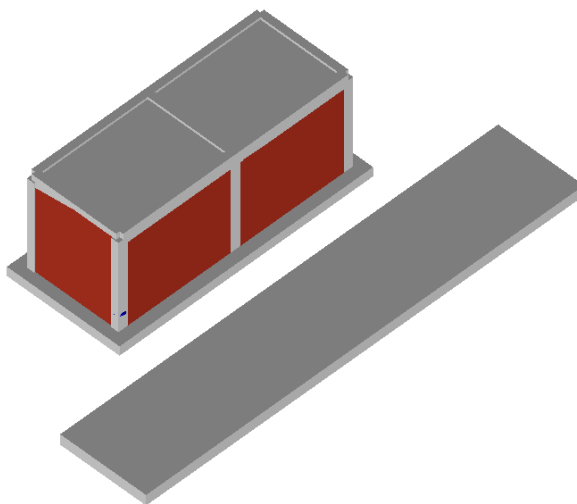




Figura 1 - Modello solido

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 5 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

1.1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La struttura dell'edificio in oggetto è interamente realizzata in c.a.o. di tipologia a telaio tridimensionale con maglia di dimensioni 3.60m x 4.80m. Sono inoltre presenti tamponature esterne realizzate in muratura e pareti divisorie interne in parte della struttura. La fondazione è di tipo a platea in cemento armato di forma rettangolare in pianta con dimensioni 10.80m x 4.70m e spessore pari a 40 cm.



La Pesa a Ponte risulta realizzata interamente in c.a.o composta da 8 baggioli su cui sono stati considerati agenti 16000kg/cad ricavati da dati bilanciari per una struttura di tale entità. La fondazione è di tipo a platea in cemento armato di forma rettangolare in pianta con dimensioni 18.66m x 3.66m e spessore pari a 45 cm.

1.3 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.*

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 6 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$ dove \mathbf{K} = matrice di rigidezza

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo **TRUSS**(biella-D2)

Elemento tipo **BEAM**(trave-D2)

Elemento tipo **MEMBRANE**(membrana-D3)



Elemento tipo **PLATE**(piastra-guscio-D3)

Elemento tipo **BOUNDARY**(molla)

Elemento tipo **STIFFNESS**(matrice di rigidezza)

Elemento tipo **BRICK**(elemento solido)

Elemento tipo **SOLAIO**(macro elemento composto da più membrane)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 7 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1.4 MODELLO NUMERICO

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 e relativi sottoparagrafi delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tabella 1 - Tipo di analisi strutturale

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:



Tabella 2 - Informazioni codice di calcolo

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2018-04-181)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

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

Tabella 3 - Affidabilità del codice di calcolo

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.
E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 8 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

Tabella 4 - Modellazione geometria e proprietà meccaniche

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche	
nodi	241
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	13
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	187
elementi solaio	8
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	-453.00
Xmax =	1413.00
Ymin =	-566.00
Ymax =	420.00
Zmin =	0.00
Zmax =	400.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	SI
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	SI
Fondazioni con elementi solidi	NO

1.5 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Si veda il capitolo "Schematizzazione dei casi di carico" per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte "2.6. Azioni di progetto sulla costruzione".

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 9 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1.6 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO



Si veda il capitolo “Definizione delle combinazioni” in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Tabella 5 - Combinazione dei casi di carico

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	NO
SLA (accidentale quale incendio)	NO

Tabella 6 - Principali risultati

Principali risultati
<p>I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.</p> <p>2.8.1. Risultati dell'analisi modale</p> <p>Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.</p> <p>2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico</p> <p>Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.</p> <p>2.8.3. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative. L'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.</p> <p>2.8.4. Reazioni vincolari</p> <p>Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.</p> <p>2.8.5. Altri risultati significativi</p> <p>Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.</p> <p>La presente relazione, oltre ad illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:</p>

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 10 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura):

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi:



- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

Tabella 7 - Informazioni generali e giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.
<p>Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità.</p> <p>Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .</p>

1.7 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti

 rewind <small>remediation & waste into development</small>	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 11 di 84	
 GOLDER	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

1.8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO



Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- SDGR D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 12 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 13 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.

UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 17.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 14 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

In attesa della pubblicazione della circolare di istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del 17 gennaio 2018 viene utilizzata la CIRCOLARE esplicativa n. 617 del 2 febbraio 2009, “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”. I riferimenti alla succitata circolare sono riportati con carattere di colore rosso.

3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

3.1 LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

- 1 materiale tipo cemento armato
- 2 materiale tipo acciaio
- 3 materiale tipo muratura
- 4 materiale tipo legno
- 5 materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 15 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Tabella 8 - Parametri materiali

1	cemento armato		
		Rck	resistenza caratteristica cubica
		Fctm	resistenza media a trazione semplice
2	acciaio		
		Ft	tensione di rottura a trazione
		Fy	tensione di snervamento
		Fd	resistenza di calcolo
		Fdt	resistenza di calcolo per spess. t>40 mm
		Sadm	tensione ammissibile
		Sadmt	tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	muratura		
		Resist. Fk	resistenza caratteristica a compressione
		Resist. Fvko	resistenza caratteristica a taglio
4	legno		
		Resist. fc0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
		Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
		Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
		Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
		Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
		Lamellare	lamellare o massiccio



Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Tabella 9 - criteri di progetto materiale

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
1	Calcestruzzo Classe C25/30		3.145e+05	0.20	1.310e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	300.0					
	fctm	25.6					
34	Muratura in blocchi laterizi forati (perc. foratura < 45%) E = 4.500e+04		4.500e+04	0.0	1.350e+04	1.20e-03	1.00e-05
	Resist. fk	40.0					
	Resist. fvk	3.0					

Tabella 10 - criteri di progetto pareti in c.a.



Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..
Generalità		
Progetto armatura	Parete sismica	Singolo elemento FONDAZIONE
Armatura		
Inclinazione Av [gradi]	90.00	90.00
Angolo Av-Ao [gradi]	90.00	90.00
Minima tesa	0.20	0.20
Massima tesa	4.00	4.00

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 16 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..
Maglia unica centrale	No	No
Unico strato verticale	No	No
Unico strato orizzontale	No	No
Copriferro [cm]	2.00	3.00
Maglia V		
diametro	10	12
passo	25	25
diametro aggiuntivi	12	12
Maglia O		
diametro	8	8
passo	25	25
diametro aggiuntivi	8	8
Stati limite ultimi		
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00
Tipo acciaio	tipo C	tipo C
Coefficiente gamma s	1.15	1.15
Coefficiente gamma c	1.50	1.50
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0
Verifiche con N costante	Si	Si
Tensioni ammissibili		
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00
Parete estesa debolmente armata		
Fattore amplificazione taglio V	1.50	1.50
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [cm]	0.0	0.0
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [cm]	0.0	0.0
Diagramma involuppo taglio	Si	No
Vincolo lati	nessun lato	nessun lato
Verifica come fascia	No	No
Diametro di estremità	0	0
Zona confinata		
Minima tesa	1.00	1.00
Massima tesa	4.00	4.00
Distanza barre [cm]	2.00	2.00
Interferro	2	2
Armatura inclinata		
Area barre [cm2]	0.0	0.0
Angolo orizzontale [gradi]	0.0	0.0
Distanza di base [cm]	0.0	0.0
Resistenza al fuoco		
3- intradosso	No	No
3+ estradosso	No	No
Tempo di esposizione R	15	15

Tabella 11 - criteri di progetto gusci in c.a.



Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..
Armatura		
Inclinazione Ax [gradi]	0.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 17 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..
Angolo Ax-Ay [gradi]	90.00	90.00
Minima tesa	0.31	0.10
Massima tesa	0.78	0.78
Maglia unica centrale	No	No
Copriferro [cm]	2.00	3.00
Maglia x		
diametro	10	12
passo	20	20
diametro aggiuntivi	12	12
Maglia y		
diametro	10	12
passo	20	20
diametro aggiuntivi	12	12
Stati limite ultimi		
Tensione fy [daN/cm ²]	4500.00	4500.00
Tipo acciaio	tipo C	tipo C
Coefficiente gamma s	1.15	1.15
Coefficiente gamma c	1.50	1.50
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0
Verifiche con N costante	Si	Si
Applica SLU da DIN	No	No
Tensioni ammissibili		
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	97.50	97.50
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00	2600.00
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00
Resistenza al fuoco		
3- intradosso	No	No
3+ estradosso	No	No
Tempo di esposizione R	15	15

Tabella 12 - criteri di progetto travi in c.a.



Travi c.a.	1/7/..	2/8/..
Generalità		
Progetta a filo	No	No
Af inf: da q*L*L /	0.0	0.0
Armatura		
Minima tesa	0.31	0.20
Minima compressa	0.31	0.20
Massima tesa	0.78	0.78
Da sezione	Si	Si
Usa armatura teorica	No	No
Stati limite ultimi		
Tensione fy [daN/cm ²]	4500.00	4500.00
Tensione fy staffe [daN/cm ²]	4500.00	4500.00
Tipo acciaio	tipo C	tipo C
Coefficiente gamma s	1.15	1.15
Coefficiente gamma c	1.50	1.50
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0
Verifiche con N costante	Si	Si
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0
Modello per il confinamento		
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 18 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03
Fattore lambda	1.00	1.00
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03
epsilon c2	0.0	0.0
epsilon cy	0.0	0.0
Tensioni ammissibili		
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00
Staffe		
Diametro staffe	0.0	0.0
Passo minimo [cm]	4.00	4.00
Passo massimo [cm]	30.00	30.00
Passo raffittito [cm]	15.00	15.00
Lunghezza zona raffittita [cm]	50.00	50.00
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50
Percentuale sagomati	0.0	0.0
Luce di taglio per GR [cm]	1.00	1.00
Adotta scorrimento medio	No	No
Torsione non essenziale inclusa	Si	Si

Tabella 13 - criteri di progetto pilastri in c.a.



Pilastri c.a.	1/7/..	2/8/..
Generalità		
Progetto armatura	Privilegia lati	Privilegia lati
Progetta a filo	No	No
Effetti del 2 ordine	Si	Si
Beta per 2-2	1.00	1.00
Beta per 3-3	1.00	1.00
Armatura		
Massima tesa	4.00	4.00
Minima tesa	1.00	1.00
Stati limite ultimi		
Tensione fy [daN/cm2]	4500.00	4500.00
Tensione fy staffe [daN/cm2]	4500.00	4500.00
Tipo acciaio	tipo C	tipo C
Coefficiente gamma s	1.15	1.15
Coefficiente gamma c	1.50	1.50
Fattore di confidenza FC	0.0	0.0
Verifiche con N costante	Si	Si
Modello per il confinamento		
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03
Fattore lambda	1.00	1.00
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03
epsilon c2	0.0	0.0
epsilon cy	0.0	0.0
Tensioni ammissibili		

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 19 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Pilastrini c.a.	1/7/..	2/8/..
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	97.50	97.50
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00	2600.00
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00
Staffe		
Diametro staffe	0.0	0.0
Passo minimo [cm]	5.00	5.00
Passo massimo [cm]	25.00	25.00
Passo raffittito [cm]	15.00	15.00
Lunghezza zona raffittita [cm]	45.00	45.00
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50
Luce di taglio per GR [cm]	1.00	1.00
Massimizza gerarchia	Si	Si

Tabella 14 - criteri di progetto solai e pannelli

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..
Generalità		
Usa tensioni ammissibili	No	No
Af inf: da traliccio	Si	Si
Consenti armatura a taglio	No	No
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si	Si
Af inf: da q*L*L /	20.00	20.00
Incremento fascia piena [cm]	5.00	5.00
Armatura		
Minima tesa	0.15	0.15
Massima tesa	3.00	3.00
Minima compressa	0.0	0.0
Af/h [cm]	7.000e-02	7.000e-02
Stati limite ultimi		
Tensione fy [daN/cm ²]	4500.00	4500.00
Tipo acciaio	tipo C	tipo C
Coefficiente gamma s	1.15	1.15
Coefficiente gamma c	1.50	1.50
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0
Tensioni ammissibili		
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	85.00	85.00
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00	2600.00
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00
Verifica freccia		
Infinita	250.00	250.00
Istantanea	500.00	500.00
Fattore viscosità	3.00	3.00
Usa J non fessurato	No	No
Elementi non strutturali		
Tamponatura antiespulsione	No	No
Tamponatura con armatura	No	No
Fattore di struttura	2.00	2.00
Coefficiente gamma m	0.0	0.0
Periodo Ta	0.0	0.0
Altezza pannello	0.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 20 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

4. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

4.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

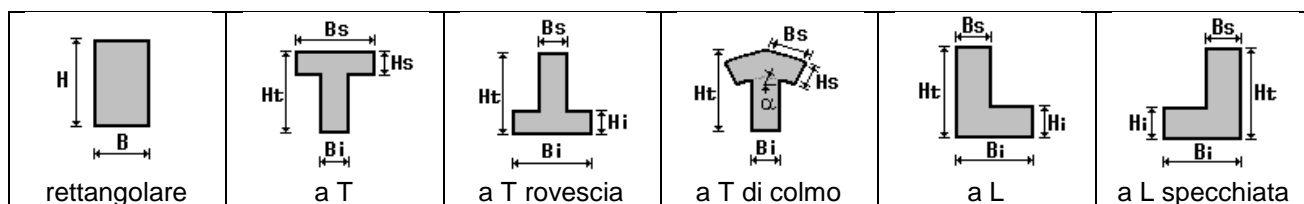
1. sezione di tipo generico
2. profilati semplici
3. profilati accoppiati e speciali



Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

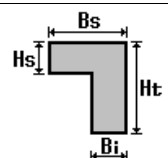
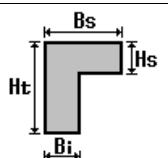
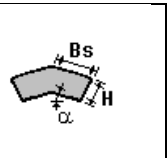
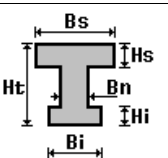
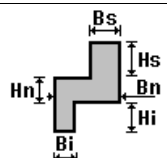
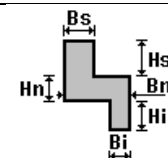
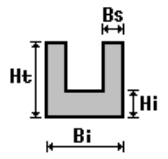
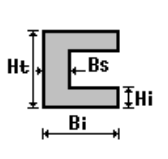
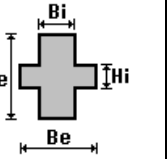
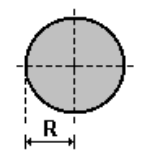
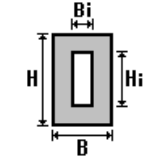
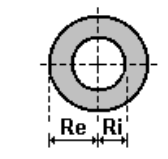
Tabella 15 - riferimenti assi

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 21 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Tabella 16 – proprietà sezioni



Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
11	pilastrini 30X40-Rettangolare: b=30 h=40	1200.00	1000.00	1000.00	1.946e+05	9.000e+04	1.600e+05	6000.00	8000.00	9000.00	1.200e+04
12	travi-Rettangolare: b=30 h=50	1500.00	1250.00	1250.00	2.799e+05	1.125e+05	3.125e+05	7500.00	1.250e+04	1.125e+04	1.875e+04

5. MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

5.1 LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 22 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z



Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidità dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).



Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

Tabella 17 - Nodi

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	0.0	360.0	0.0	3	480.0	0.0	0.0
4	480.0	360.0	0.0	5	960.0	0.0	0.0	6	960.0	360.0	0.0
7	0.0	0.0	400.0	8	0.0	360.0	400.0	9	480.0	0.0	400.0
10	480.0	360.0	400.0	11	960.0	0.0	400.0	12	960.0	360.0	400.0
13	-60.0	0.0	0.0	14	-60.0	360.0	0.0	15	0.0	270.0	0.0
16	-60.0	270.0	0.0	17	0.0	180.0	0.0	18	-60.0	180.0	0.0
19	0.0	90.0	0.0	20	-60.0	90.0	0.0	21	0.0	-60.0	0.0
22	480.0	-60.0	0.0	23	960.0	-60.0	0.0	24	384.0	-60.0	0.0
25	384.0	0.0	0.0	26	288.0	-60.0	0.0	27	288.0	0.0	0.0
28	192.0	-60.0	0.0	29	192.0	0.0	0.0	30	96.0	-60.0	0.0
31	96.0	0.0	0.0	32	864.0	-60.0	0.0	33	864.0	0.0	0.0
34	768.0	-60.0	0.0	35	768.0	0.0	0.0	36	672.0	-60.0	0.0
37	672.0	0.0	0.0	38	576.0	-60.0	0.0	39	576.0	0.0	0.0
40	480.0	270.0	0.0	41	384.0	270.0	0.0	42	384.0	360.0	0.0
43	480.0	180.0	0.0	44	384.0	180.0	0.0	45	480.0	90.0	0.0
46	384.0	90.0	0.0	47	288.0	270.0	0.0	48	288.0	360.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 23 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

49	288.0	180.0	0.0	50	288.0	90.0	0.0	51	192.0	270.0	0.0
52	192.0	360.0	0.0	53	192.0	180.0	0.0	54	192.0	90.0	0.0
55	96.0	270.0	0.0	56	96.0	360.0	0.0	57	96.0	180.0	0.0
58	96.0	90.0	0.0	59	960.0	270.0	0.0	60	864.0	270.0	0.0
61	864.0	360.0	0.0	62	960.0	180.0	0.0	63	864.0	180.0	0.0
64	960.0	90.0	0.0	65	864.0	90.0	0.0	66	768.0	270.0	0.0
67	768.0	360.0	0.0	68	768.0	180.0	0.0	69	768.0	90.0	0.0
70	672.0	270.0	0.0	71	672.0	360.0	0.0	72	672.0	180.0	0.0
73	672.0	90.0	0.0	74	576.0	270.0	0.0	75	576.0	360.0	0.0
76	576.0	180.0	0.0	77	576.0	90.0	0.0	78	-60.0	-60.0	0.0
79	0.0	420.0	0.0	80	480.0	420.0	0.0	81	960.0	420.0	0.0
82	-60.0	420.0	0.0	83	384.0	420.0	0.0	84	288.0	420.0	0.0
85	192.0	420.0	0.0	86	96.0	420.0	0.0	87	864.0	420.0	0.0
88	768.0	420.0	0.0	89	672.0	420.0	0.0	90	576.0	420.0	0.0
91	1020.0	0.0	0.0	92	1020.0	360.0	0.0	93	1020.0	-60.0	0.0
94	1020.0	270.0	0.0	95	1020.0	180.0	0.0	96	1020.0	90.0	0.0
97	1020.0	420.0	0.0	98	-453.0	-200.0	0.0	99	-453.0	-566.0	0.0
100	1413.0	-200.0	0.0	101	1413.0	-566.0	0.0	102	-405.0	-494.0	0.0
103	-405.0	-272.0	0.0	104	185.0	-494.0	0.0	105	185.0	-272.0	0.0
106	775.0	-494.0	0.0	107	775.0	-272.0	0.0	108	1365.0	-494.0	0.0
109	1365.0	-272.0	0.0	110	-320.7	-272.0	0.0	111	-320.7	-346.0	0.0
112	-405.0	-346.0	0.0	113	-236.4	-272.0	0.0	114	-236.4	-346.0	0.0
115	-152.1	-272.0	0.0	116	-152.1	-346.0	0.0	117	-67.9	-272.0	0.0
118	-67.9	-346.0	0.0	119	16.4	-272.0	0.0	120	16.4	-346.0	0.0
121	100.7	-272.0	0.0	122	100.7	-346.0	0.0	123	185.0	-346.0	0.0
124	-320.7	-420.0	0.0	125	-405.0	-420.0	0.0	126	-236.4	-420.0	0.0
127	-152.1	-420.0	0.0	128	-67.9	-420.0	0.0	129	16.4	-420.0	0.0
130	100.7	-420.0	0.0	131	185.0	-420.0	0.0	132	-320.7	-494.0	0.0
133	-236.4	-494.0	0.0	134	-152.1	-494.0	0.0	135	-67.9	-494.0	0.0
136	16.4	-494.0	0.0	137	100.7	-494.0	0.0	138	269.3	-272.0	0.0
139	269.3	-346.0	0.0	140	353.6	-272.0	0.0	141	353.6	-346.0	0.0
142	437.9	-272.0	0.0	143	437.9	-346.0	0.0	144	522.1	-272.0	0.0
145	522.1	-346.0	0.0	146	606.4	-272.0	0.0	147	606.4	-346.0	0.0
148	690.7	-272.0	0.0	149	690.7	-346.0	0.0	150	775.0	-346.0	0.0
151	269.3	-420.0	0.0	152	353.6	-420.0	0.0	153	437.9	-420.0	0.0
154	522.1	-420.0	0.0	155	606.4	-420.0	0.0	156	690.7	-420.0	0.0
157	775.0	-420.0	0.0	158	269.3	-494.0	0.0	159	353.6	-494.0	0.0
160	437.9	-494.0	0.0	161	522.1	-494.0	0.0	162	606.4	-494.0	0.0
163	690.7	-494.0	0.0	164	859.3	-272.0	0.0	165	859.3	-346.0	0.0
166	943.6	-272.0	0.0	167	943.6	-346.0	0.0	168	1027.9	-272.0	0.0
169	1027.9	-346.0	0.0	170	1112.1	-272.0	0.0	171	1112.1	-346.0	0.0
172	1196.4	-272.0	0.0	173	1196.4	-346.0	0.0	174	1280.7	-272.0	0.0
175	1280.7	-346.0	0.0	176	1365.0	-346.0	0.0	177	859.3	-420.0	0.0
178	943.6	-420.0	0.0	179	1027.9	-420.0	0.0	180	1112.1	-420.0	0.0
181	1196.4	-420.0	0.0	182	1280.7	-420.0	0.0	183	1365.0	-420.0	0.0
184	859.3	-494.0	0.0	185	943.6	-494.0	0.0	186	1027.9	-494.0	0.0
187	1112.1	-494.0	0.0	188	1196.4	-494.0	0.0	189	1280.7	-494.0	0.0
190	-453.0	-272.0	0.0	191	1413.0	-272.0	0.0	192	-453.0	-346.0	0.0
193	1413.0	-346.0	0.0	194	-453.0	-420.0	0.0	195	1413.0	-420.0	0.0
196	-453.0	-494.0	0.0	197	1413.0	-494.0	0.0	198	-405.0	-200.0	0.0
199	-405.0	-566.0	0.0	200	-320.7	-200.0	0.0	201	-320.7	-566.0	0.0
202	1365.0	-200.0	0.0	203	1365.0	-566.0	0.0	204	-236.4	-200.0	0.0
205	-236.4	-566.0	0.0	206	-152.1	-200.0	0.0	207	-152.1	-566.0	0.0
208	-67.9	-200.0	0.0	209	-67.9	-566.0	0.0	210	16.4	-200.0	0.0
211	16.4	-566.0	0.0	212	100.7	-200.0	0.0	213	100.7	-566.0	0.0
214	185.0	-200.0	0.0	215	185.0	-566.0	0.0	216	269.3	-200.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 24 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

217	269.3	-566.0	0.0	218	353.6	-200.0	0.0	219	353.6	-566.0	0.0
220	437.9	-200.0	0.0	221	437.9	-566.0	0.0	222	522.1	-200.0	0.0
223	522.1	-566.0	0.0	224	606.4	-200.0	0.0	225	606.4	-566.0	0.0
226	690.7	-200.0	0.0	227	690.7	-566.0	0.0	228	775.0	-200.0	0.0
229	775.0	-566.0	0.0	230	859.3	-200.0	0.0	231	859.3	-566.0	0.0
232	943.6	-200.0	0.0	233	943.6	-566.0	0.0	234	1027.9	-200.0	0.0
235	1027.9	-566.0	0.0	236	1112.1	-200.0	0.0	237	1112.1	-566.0	0.0
238	1196.4	-200.0	0.0	239	1196.4	-566.0	0.0	240	1280.7	-200.0	0.0
241	1280.7	-566.0	0.0								

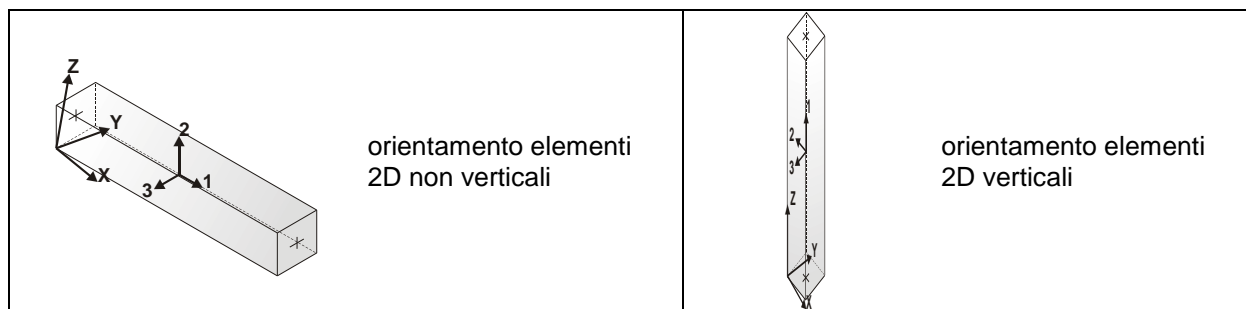
6. MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

6.1 LEGENDA TABELLA DATI TRAVE

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem. numero dell'elemento



Note codice di comportamento:

Guscio (elemento guscio in elevazione non verticale)

Guscio fond. (elemento guscio su suolo elastico)

Setto (elemento guscio in elevazione verticale)

Membrana (elemento guscio con comportamento



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 25 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

membranale)

Nodo I (J, K, L)	numero del nodo I (J, K, L)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 26 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM



Tabella 18 – Elementi pilastro, trave

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	2	8	1	11					
2	Pilas.	4	10	1	11					
3	Pilas.	6	12	1	11					
4	Pilas.	5	11	1	11					
5	Pilas.	3	9	1	11					
6	Pilas.	1	7	1	11					
7	Trave	8	10	1	12					
8	Trave	10	12	1	12					
9	Trave	11	12	1	12					
10	Trave	9	11	1	12					
11	Trave	7	9	1	12					
12	Trave	7	8	1	12					
13	Trave	9	10	1	12					

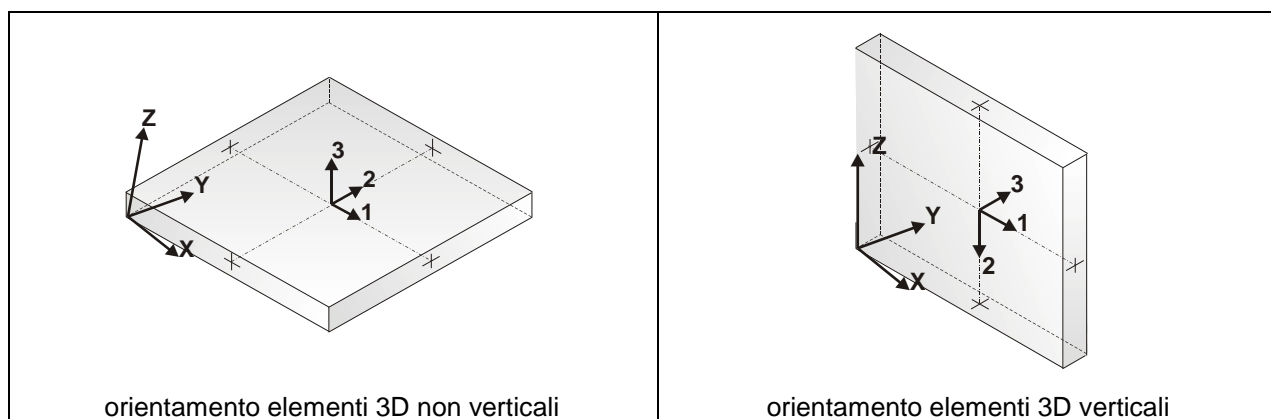
7. MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE: ELEMENTI SHELL

7.1 LEGENDA TABELLA DATI SHELL

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell. Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi).



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 27 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: <i>Guscio</i> (elemento guscio in elevazione non verticale) <i>Guscio fond.</i> (elemento guscio su suolo elastico) <i>Setto</i> (elemento guscio in elevazione verticale) <i>Membrana</i> (elemento guscio con comportamento membranale)
Nodo I (J, K, L)	numero del nodo I (J, K, L)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 28 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:



Test N°	Titolo
8	MENSOLE CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO
10	PIASTRA CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO
21	DRILLING
25	TENSIONI DI ELEMENTI PLATE
31	REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON PUNTI FISSI IMPORTATA DA FILE .DXF
32	REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON SEGMENTI E FORI INTERNI IMPORTATA DA FILE .DXF
33	REALIZZAZIONE DI MESH PIANE SU GEOMETRIE COSTRUITE IN PRO_SAP
34	ANALISI DI BUCKLING DI PIASTRA ISOTROPA
35	ANALISI DI BUCKLING DI UN CILINDRO COMPRESSO INCASTRATO ALLA BASE
36	ANALISI DI PARETI FORATE
37	BIMETALLIC STRIP (NAFEMS EXERCISE 6)
38	ANALISI ELASTICA DI PIASTRA CON INTAGLIO CIRCOLARE (FLAT BAR WITH EDGE NOTCHES-NAFEMS EXERCISE 9)
39	PLATEA NERVATA
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI

Tabella 19 - geometrie elementi guscio fondazione



Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
							cm	daN/cm3	daN/cm3
1	Guscio fond.	16	15	2	14	1	40.0	0.03	0.01
2	Guscio fond.	18	17	15	16	1	40.0	0.03	0.01
3	Guscio fond.	20	19	17	18	1	40.0	0.03	0.01
4	Guscio fond.	13	1	19	20	1	40.0	0.03	0.01
5	Guscio fond.	24	22	3	25	1	40.0	0.03	0.01
6	Guscio fond.	26	24	25	27	1	40.0	0.03	0.01
7	Guscio fond.	28	26	27	29	1	40.0	0.03	0.01
8	Guscio fond.	30	28	29	31	1	40.0	0.03	0.01
9	Guscio fond.	21	30	31	1	1	40.0	0.03	0.01
10	Guscio fond.	32	23	5	33	1	40.0	0.03	0.01
11	Guscio fond.	34	32	33	35	1	40.0	0.03	0.01
12	Guscio fond.	36	34	35	37	1	40.0	0.03	0.01
13	Guscio fond.	38	36	37	39	1	40.0	0.03	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 29 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00



14	Guscio fond.	22	38	39	3	1	40.0	0.03	0.01
15	Guscio fond.	41	40	4	42	1	40.0	0.03	0.01
16	Guscio fond.	44	43	40	41	1	40.0	0.03	0.01
17	Guscio fond.	46	45	43	44	1	40.0	0.03	0.01
18	Guscio fond.	25	3	45	46	1	40.0	0.03	0.01
19	Guscio fond.	47	41	42	48	1	40.0	0.03	0.01
20	Guscio fond.	49	44	41	47	1	40.0	0.03	0.01
21	Guscio fond.	50	46	44	49	1	40.0	0.03	0.01
22	Guscio fond.	27	25	46	50	1	40.0	0.03	0.01
23	Guscio fond.	51	47	48	52	1	40.0	0.03	0.01
24	Guscio fond.	53	49	47	51	1	40.0	0.03	0.01
25	Guscio fond.	54	50	49	53	1	40.0	0.03	0.01
26	Guscio fond.	29	27	50	54	1	40.0	0.03	0.01
27	Guscio fond.	55	51	52	56	1	40.0	0.03	0.01
28	Guscio fond.	57	53	51	55	1	40.0	0.03	0.01
29	Guscio fond.	58	54	53	57	1	40.0	0.03	0.01
30	Guscio fond.	31	29	54	58	1	40.0	0.03	0.01
31	Guscio fond.	15	55	56	2	1	40.0	0.03	0.01
32	Guscio fond.	17	57	55	15	1	40.0	0.03	0.01
33	Guscio fond.	19	58	57	17	1	40.0	0.03	0.01
34	Guscio fond.	1	31	58	19	1	40.0	0.03	0.01
35	Guscio fond.	60	59	6	61	1	40.0	0.03	0.01
36	Guscio fond.	63	62	59	60	1	40.0	0.03	0.01
37	Guscio fond.	65	64	62	63	1	40.0	0.03	0.01
38	Guscio fond.	33	5	64	65	1	40.0	0.03	0.01
39	Guscio fond.	66	60	61	67	1	40.0	0.03	0.01
40	Guscio fond.	68	63	60	66	1	40.0	0.03	0.01
41	Guscio fond.	69	65	63	68	1	40.0	0.03	0.01
42	Guscio fond.	35	33	65	69	1	40.0	0.03	0.01
43	Guscio fond.	70	66	67	71	1	40.0	0.03	0.01
44	Guscio fond.	72	68	66	70	1	40.0	0.03	0.01
45	Guscio fond.	73	69	68	72	1	40.0	0.03	0.01
46	Guscio fond.	37	35	69	73	1	40.0	0.03	0.01
47	Guscio fond.	74	70	71	75	1	40.0	0.03	0.01
48	Guscio fond.	76	72	70	74	1	40.0	0.03	0.01
49	Guscio fond.	77	73	72	76	1	40.0	0.03	0.01
50	Guscio fond.	39	37	73	77	1	40.0	0.03	0.01
51	Guscio fond.	40	74	75	4	1	40.0	0.03	0.01
52	Guscio fond.	43	76	74	40	1	40.0	0.03	0.01
53	Guscio fond.	45	77	76	43	1	40.0	0.03	0.01
54	Guscio fond.	3	39	77	45	1	40.0	0.03	0.01
55	Guscio fond.	78	21	1	13	1	40.0	0.03	0.01
56	Guscio fond.	14	2	79	82	1	40.0	0.03	0.01
57	Guscio fond.	42	4	80	83	1	40.0	0.03	0.01
58	Guscio fond.	48	42	83	84	1	40.0	0.03	0.01
59	Guscio fond.	52	48	84	85	1	40.0	0.03	0.01
60	Guscio fond.	56	52	85	86	1	40.0	0.03	0.01
61	Guscio fond.	2	56	86	79	1	40.0	0.03	0.01
62	Guscio fond.	61	6	81	87	1	40.0	0.03	0.01
63	Guscio fond.	67	61	87	88	1	40.0	0.03	0.01
64	Guscio fond.	71	67	88	89	1	40.0	0.03	0.01
65	Guscio fond.	75	71	89	90	1	40.0	0.03	0.01
66	Guscio fond.	4	75	90	80	1	40.0	0.03	0.01
67	Guscio fond.	23	93	91	5	1	40.0	0.03	0.01
68	Guscio fond.	59	94	92	6	1	40.0	0.03	0.01
69	Guscio fond.	62	95	94	59	1	40.0	0.03	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 30 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

70	Guscio fond.	64	96	95	62	1	40.0	0.03	0.01
71	Guscio fond.	5	91	96	64	1	40.0	0.03	0.01
72	Guscio fond.	6	92	97	81	1	40.0	0.03	0.01
73	Guscio fond.	112	111	110	103	1	45.0	0.03	0.01
74	Guscio fond.	111	114	113	110	1	45.0	0.03	0.01
75	Guscio fond.	114	116	115	113	1	45.0	0.03	0.01
76	Guscio fond.	116	118	117	115	1	45.0	0.03	0.01
77	Guscio fond.	118	120	119	117	1	45.0	0.03	0.01
78	Guscio fond.	120	122	121	119	1	45.0	0.03	0.01
79	Guscio fond.	122	123	105	121	1	45.0	0.03	0.01
80	Guscio fond.	125	124	111	112	1	45.0	0.03	0.01
81	Guscio fond.	124	126	114	111	1	45.0	0.03	0.01
82	Guscio fond.	126	127	116	114	1	45.0	0.03	0.01
83	Guscio fond.	127	128	118	116	1	45.0	0.03	0.01
84	Guscio fond.	128	129	120	118	1	45.0	0.03	0.01
85	Guscio fond.	129	130	122	120	1	45.0	0.03	0.01
86	Guscio fond.	130	131	123	122	1	45.0	0.03	0.01
87	Guscio fond.	102	132	124	125	1	45.0	0.03	0.01
88	Guscio fond.	132	133	126	124	1	45.0	0.03	0.01
89	Guscio fond.	133	134	127	126	1	45.0	0.03	0.01
90	Guscio fond.	134	135	128	127	1	45.0	0.03	0.01
91	Guscio fond.	135	136	129	128	1	45.0	0.03	0.01
92	Guscio fond.	136	137	130	129	1	45.0	0.03	0.01
93	Guscio fond.	137	104	131	130	1	45.0	0.03	0.01
94	Guscio fond.	123	139	138	105	1	45.0	0.03	0.01
95	Guscio fond.	139	141	140	138	1	45.0	0.03	0.01
96	Guscio fond.	141	143	142	140	1	45.0	0.03	0.01
97	Guscio fond.	143	145	144	142	1	45.0	0.03	0.01
98	Guscio fond.	145	147	146	144	1	45.0	0.03	0.01
99	Guscio fond.	147	149	148	146	1	45.0	0.03	0.01
100	Guscio fond.	149	150	107	148	1	45.0	0.03	0.01
101	Guscio fond.	131	151	139	123	1	45.0	0.03	0.01
102	Guscio fond.	151	152	141	139	1	45.0	0.03	0.01
103	Guscio fond.	152	153	143	141	1	45.0	0.03	0.01
104	Guscio fond.	153	154	145	143	1	45.0	0.03	0.01
105	Guscio fond.	154	155	147	145	1	45.0	0.03	0.01
106	Guscio fond.	155	156	149	147	1	45.0	0.03	0.01
107	Guscio fond.	156	157	150	149	1	45.0	0.03	0.01
108	Guscio fond.	104	158	151	131	1	45.0	0.03	0.01
109	Guscio fond.	158	159	152	151	1	45.0	0.03	0.01
110	Guscio fond.	159	160	153	152	1	45.0	0.03	0.01
111	Guscio fond.	160	161	154	153	1	45.0	0.03	0.01
112	Guscio fond.	161	162	155	154	1	45.0	0.03	0.01
113	Guscio fond.	162	163	156	155	1	45.0	0.03	0.01
114	Guscio fond.	163	106	157	156	1	45.0	0.03	0.01
115	Guscio fond.	150	165	164	107	1	45.0	0.03	0.01
116	Guscio fond.	165	167	166	164	1	45.0	0.03	0.01
117	Guscio fond.	167	169	168	166	1	45.0	0.03	0.01
118	Guscio fond.	169	171	170	168	1	45.0	0.03	0.01
119	Guscio fond.	171	173	172	170	1	45.0	0.03	0.01
120	Guscio fond.	173	175	174	172	1	45.0	0.03	0.01
121	Guscio fond.	175	176	109	174	1	45.0	0.03	0.01
122	Guscio fond.	157	177	165	150	1	45.0	0.03	0.01
123	Guscio fond.	177	178	167	165	1	45.0	0.03	0.01
124	Guscio fond.	178	179	169	167	1	45.0	0.03	0.01
125	Guscio fond.	179	180	171	169	1	45.0	0.03	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 31 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

126	Guscio fond.	180	181	173	171	1	45.0	0.03	0.01
127	Guscio fond.	181	182	175	173	1	45.0	0.03	0.01
128	Guscio fond.	182	183	176	175	1	45.0	0.03	0.01
129	Guscio fond.	106	184	177	157	1	45.0	0.03	0.01
130	Guscio fond.	184	185	178	177	1	45.0	0.03	0.01
131	Guscio fond.	185	186	179	178	1	45.0	0.03	0.01
132	Guscio fond.	186	187	180	179	1	45.0	0.03	0.01
133	Guscio fond.	187	188	181	180	1	45.0	0.03	0.01
134	Guscio fond.	188	189	182	181	1	45.0	0.03	0.01
135	Guscio fond.	189	108	183	182	1	45.0	0.03	0.01
136	Guscio fond.	190	103	198	98	1	45.0	0.03	0.01
137	Guscio fond.	103	110	200	198	1	45.0	0.03	0.01
138	Guscio fond.	192	112	103	190	1	45.0	0.03	0.01
139	Guscio fond.	194	125	112	192	1	45.0	0.03	0.01
140	Guscio fond.	196	102	125	194	1	45.0	0.03	0.01
141	Guscio fond.	99	199	102	196	1	45.0	0.03	0.01
142	Guscio fond.	199	201	132	102	1	45.0	0.03	0.01
143	Guscio fond.	176	193	191	109	1	45.0	0.03	0.01
144	Guscio fond.	183	195	193	176	1	45.0	0.03	0.01
145	Guscio fond.	108	197	195	183	1	45.0	0.03	0.01
146	Guscio fond.	109	191	100	202	1	45.0	0.03	0.01
147	Guscio fond.	203	101	197	108	1	45.0	0.03	0.01
148	Guscio fond.	110	113	204	200	1	45.0	0.03	0.01
149	Guscio fond.	201	205	133	132	1	45.0	0.03	0.01
150	Guscio fond.	113	115	206	204	1	45.0	0.03	0.01
151	Guscio fond.	205	207	134	133	1	45.0	0.03	0.01
152	Guscio fond.	115	117	208	206	1	45.0	0.03	0.01
153	Guscio fond.	207	209	135	134	1	45.0	0.03	0.01
154	Guscio fond.	117	119	210	208	1	45.0	0.03	0.01
155	Guscio fond.	209	211	136	135	1	45.0	0.03	0.01
156	Guscio fond.	119	121	212	210	1	45.0	0.03	0.01
157	Guscio fond.	211	213	137	136	1	45.0	0.03	0.01
158	Guscio fond.	121	105	214	212	1	45.0	0.03	0.01
159	Guscio fond.	213	215	104	137	1	45.0	0.03	0.01
160	Guscio fond.	105	138	216	214	1	45.0	0.03	0.01
161	Guscio fond.	215	217	158	104	1	45.0	0.03	0.01
162	Guscio fond.	138	140	218	216	1	45.0	0.03	0.01
163	Guscio fond.	217	219	159	158	1	45.0	0.03	0.01
164	Guscio fond.	140	142	220	218	1	45.0	0.03	0.01
165	Guscio fond.	219	221	160	159	1	45.0	0.03	0.01
166	Guscio fond.	142	144	222	220	1	45.0	0.03	0.01
167	Guscio fond.	221	223	161	160	1	45.0	0.03	0.01
168	Guscio fond.	144	146	224	222	1	45.0	0.03	0.01
169	Guscio fond.	223	225	162	161	1	45.0	0.03	0.01
170	Guscio fond.	146	148	226	224	1	45.0	0.03	0.01
171	Guscio fond.	225	227	163	162	1	45.0	0.03	0.01
172	Guscio fond.	148	107	228	226	1	45.0	0.03	0.01
173	Guscio fond.	227	229	106	163	1	45.0	0.03	0.01
174	Guscio fond.	107	164	230	228	1	45.0	0.03	0.01
175	Guscio fond.	229	231	184	106	1	45.0	0.03	0.01
176	Guscio fond.	164	166	232	230	1	45.0	0.03	0.01
177	Guscio fond.	231	233	185	184	1	45.0	0.03	0.01
178	Guscio fond.	166	168	234	232	1	45.0	0.03	0.01
179	Guscio fond.	233	235	186	185	1	45.0	0.03	0.01
180	Guscio fond.	168	170	236	234	1	45.0	0.03	0.01
181	Guscio fond.	235	237	187	186	1	45.0	0.03	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 32 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

182	Guscio fond.	170	172	238	236	1	45.0	0.03	0.01
183	Guscio fond.	237	239	188	187	1	45.0	0.03	0.01
184	Guscio fond.	172	174	240	238	1	45.0	0.03	0.01
185	Guscio fond.	239	241	189	188	1	45.0	0.03	0.01
186	Guscio fond.	174	109	202	240	1	45.0	0.03	0.01
187	Guscio fond.	241	203	108	189	1	45.0	0.03	0.01

8. MODELLAZIONE DELLE STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO

8.1 LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.



Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell' archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Tipo	Tipo di carico
	Variab. Carico variabile generico
	Var. rid. Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...)
	Neve Carico di neve
G1k	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
G2k	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
Qk	carico variabile
Fatt. A	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
S sis.	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
Psi 0	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore raro
Psi 1	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore frequente
Psi 2	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: per valore quasi

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 33 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

	<i>permanente</i>
Psi S 2	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <i>per la definizione delle masse sismiche</i>
Fatt. Fi	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici



Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem	numero dell'elemento
Tipo	codice di comportamento S elemento utilizzato solo per scarico C elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido P elemento utilizzato come pannello M scarico monodirezionale B scarico bidirezionale
Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Mat	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Orditura	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
Gk	carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)
Qk	carico variabile solaio
Nodi	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)



Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	numero identificativo dell'elemento
--------------	-------------------------------------

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 34 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
Pos.	Ascissa del punto di verifica
F ist, F infi	Frecce istantanee e a tempo infinito
Momento	Momento flettente
Taglio	Sollecitazione di taglio
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup.	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
AfV	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
Beff	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
	<i>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</i>
sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
sf max	Massima tensione nell'acciaio
tau max	Massima tensione tangenziale nel cls
	<i>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</i>
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.	rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Verif.V	rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rFfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 35 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti[normalizzato a 1]
rFyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti[normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 17.01.2018 - §7.2.3 viene riportata una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinematisimo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).

Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.

Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

- **Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.
Utilizzabile per il materiale [52].
- **Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 36 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Utilizzabile per il materiale [53].



La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture.

(rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	Numero identificativo dell'elemento
Stato	Codice di verifica
Ver. c.c.	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzzeria
Ver. c.d.	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito
Ver. c.cin.	Verifica nell'ipotesi di cinematismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzzeria
Ver. CIS	Rapporto pa/pr (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva)
Z	Quota del baricentro dell'elemento
T1	Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello)
Ta	Periodo proprio della parete
Sa	Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV
pa	Pressione sulla parete causata dall'azione sismica
pr	Pressione resistente del meccanismo ad arco
Drift	Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 14.01.2018 - § 7.3.3.3
Beta a	Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 37 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Test N°	Titolo
14	ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA
15	EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI
16	SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
28	FRECCIA DI SOLAI IN C.A.
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Tabella 20 - carichi e coefficienti

ID Arch.	Tipo	G1k	G2k	Qk	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
		daN/ m2	daN/ m2	daN/ m2							
3	Neve	250.00	80.00	120.00		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Tabella 21 - carichi agenti su elementi solaio

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k	G2k	Qk	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..
						daN/ m2	daN/ m2	daN/ m2				
1	SM	3	m=1	30.0	90.0	250.00	80.00	120.00	10	8	7	9
2	SM	3	m=1	30.0	90.0	250.00	80.00	120.00	12	10	9	11
3	PM		m=34	30.0	90.0				7	1	2	8
4	PM		m=34	30.0	90.0				4	2	8	10
5	PM		m=34	30.0	90.0				12	6	4	10
6	PM		m=34	30.0	90.0				11	5	6	12
7	PM		m=34	30.0	90.0				9	11	5	3
8	PM		m=34	30.0	90.0				3	1	7	9

9. MODELLAZIONE DELLE AZIONI

9.1 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:



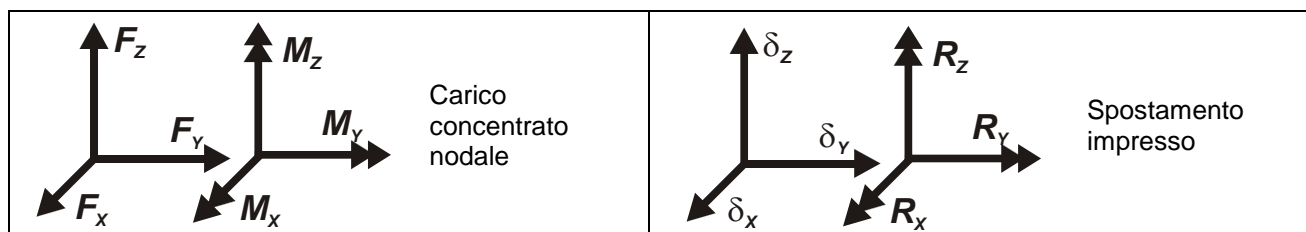


	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 38 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Tabella 22 – schemi reazioni

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x , F_y , F_z , momento M_x , M_y , M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x , T_y , T_z , rotazione R_x , R_y , R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z , ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F_1 , F_2 , F_3 , M_1 , M_2 , M_3 , ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell' impronta, interasse tra i carichi)



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 39 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

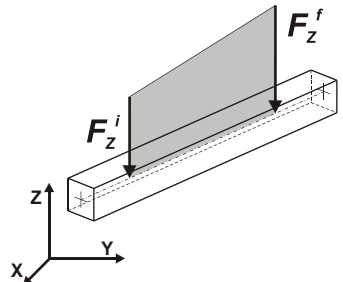
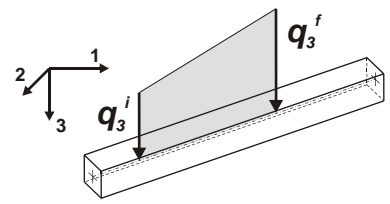
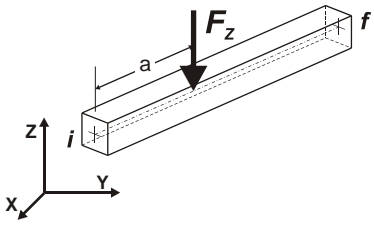
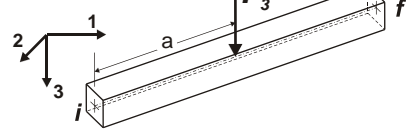
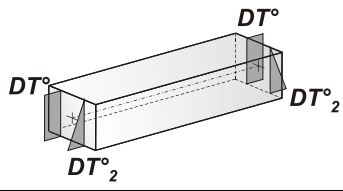
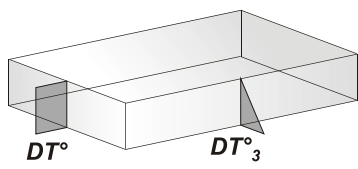
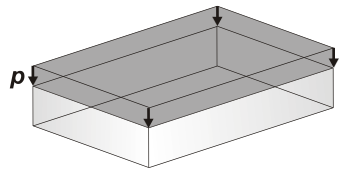
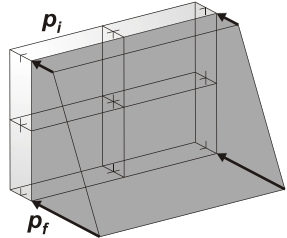


	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

Tabella 23 - azioni nodali agenti

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN m	daN m	daN m
1	carico a baggiolo-CN:Fz=-1.600e+04	0.0	0.0	-1.600e+04	0.0	0.0	0.0

Tabella 24 - pressioni sui pannelli

Id	Tipo	pressione
		daN/ m2
7	QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03	67.00
8	QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03	67.00

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 40 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

10. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

10.1 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

Tabella 25 - Tipologie di casi di carico

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni



Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 41 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:



Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

Tabella 26 - Casi di carico inseriti

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Gsk	CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)	
5	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 5 CDC=Qnk (carico da neve)
			partecipazione:0.80 per 18 CDC=Qk (variabile generico) esercizio pesa
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
14	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X +	Pannello: 3 Azione : QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03
			Pannello: 3 Azione : QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03
			Pannello: 6 Azione : QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03
15	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X -	Pannello: 3 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03
			Pannello: 6 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03
			Pannello: 6 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p=6.700e-03

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 42 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

CDC	Tipo	Sigla	Id	Note
				6.700e-03
16	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +		Pannello:da 4 a 5 Azione : QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
				Pannello:da 7 a 8 Azione : QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
17	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -		Pannello:da 4 a 5 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
				Pannello:da 4 a 5 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
				Pannello:da 7 a 8 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
				Pannello:da 7 a 8 Azione : QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 6.700e-03
18	Qk	CDC=Qk (variabile generico) esercizio pesa		Nodo:da 102 a 109 Azione : carico a baggiolo-CN:Fz=-1.600e+04

11. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

11.1 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE



$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 43 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + A_d + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I



Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
<i>Categoria A residenziali</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria B uffici</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria C ambienti suscettibili di affollamento</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria D ambienti ad uso commerciale</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...</i>	1,00	0,90	0,80
<i>Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria H Coperture</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Vento</i>	0,60	0,20	0,00
<i>Neve a quota ≤ 1000 m</i>	0,50	0,20	0,00
<i>Neve a quota > 1000 m</i>	0,70	0,50	0,20
<i>Variazioni Termiche</i>	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I



		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 44 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
	<i>Sfavorevoli</i>		<i>1,5</i>	<i>1,5</i>	<i>1,3</i>

Tabella 27 - Combinazioni di carico

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	Comb. SLU A1 1
2	SLU	Comb. SLU A1 2
3	SLU	Comb. SLU A1 3
4	SLU	Comb. SLU A1 4
5	SLU	Comb. SLU A1 5
6	SLU	Comb. SLU A1 6
7	SLU	Comb. SLU A1 7
8	SLU	Comb. SLU A1 8
9	SLU	Comb. SLU A1 9
10	SLU	Comb. SLU A1 10
11	SLU	Comb. SLU A1 11
12	SLU	Comb. SLU A1 12
13	SLU	Comb. SLU A1 13
14	SLU	Comb. SLU A1 14
15	SLU	Comb. SLU A1 15
16	SLU	Comb. SLU A1 16
17	SLU	Comb. SLU A1 17
18	SLU	Comb. SLU A1 18
19	SLU	Comb. SLU A1 19
20	SLU	Comb. SLU A1 20
21	SLU	Comb. SLU A1 21
22	SLU	Comb. SLU A1 22
23	SLU	Comb. SLU A1 23
24	SLU	Comb. SLU A1 24
25	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 25
26	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 26
27	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 27
28	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 28
29	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 29
30	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 30
31	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 31
32	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 32
33	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 33
34	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 34
35	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 35
36	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 36
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42
43	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43
44	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44
45	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 45
46	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46
47	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 47
48	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 48

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 45 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Cmb	Tipo	Sigla Id
49	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 49
50	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 50
51	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 51
52	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 52
53	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 53
54	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 54
55	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 55
56	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 56
57	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 57
58	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 58
59	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 59
60	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 60
61	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 61
62	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 62
63	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 63
64	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 64
65	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 65
66	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 66
67	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 67
68	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 68
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 77
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 79
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 80
81	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 81
82	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 82
83	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 83
84	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 84
85	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 85
86	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 86
87	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 87
88	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 88
89	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 89
90	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 90
91	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 91
92	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 92
93	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 93
94	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 94
95	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 95
96	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 96
97	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 97
98	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 98
99	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 99
100	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 100







	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 46 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Tabella 28 - Coefficienti di combinazione dei carichi



Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.00	1.00	0.80	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
6	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
7	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
8	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
9	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 47 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
	0.0	0.0	0.0	0.0										
28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0										
29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	0.0	0.0	0.0										
30	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	0.0	0.0	0.0										
31	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	1.00	0.0	0.0										
32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	1.00	0.0	0.0										
33	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.00	0.0										
34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.00	0.0										
35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00										
36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00										
37	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
38	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
39	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
41	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
43	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
47	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
51	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
52	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
53	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 48 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
55	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
56	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
57	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
59	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
60	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
61	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
63	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
65	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
66	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
68	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
69	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
71	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
72	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
73	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
74	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
76	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
77	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
78	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
79	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
81	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
82	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 49 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00



Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
	0.0	0.0	0.0	0.0										
83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
84	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
88	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
93	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										
100	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0										

12. AZIONE SISMICA

12.1 VALUTAZIONE DELL’AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 50 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

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

T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tabella 29 - parametri della struttura

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.3)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Tabella 30 - paramentri di localizzazione

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	12.198	44.417	
17408	12.161	44.377	5.314
17409	12.231	44.378	5.051
17187	12.230	44.428	2.811
17186	12.160	44.427	3.206



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 51 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Tabella 31 - parametri azione sismica

SL	P _{ver}	T _r	a _g	F _o	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.057	2.480	0.280
SLD	63.0	75.0	0.072	2.470	0.280
SLV	10.0	712.0	0.191	2.520	0.280
SLC	5.0	1462.0	0.249	2.470	0.290

Tabella 32 - parametri degli spettri di risposta

SL	a _g	S	F _o	F _v	T _b	T _c	T _d
	g				sec	sec	sec
SLO	0.057	1.500	2.480	0.800	0.149	0.447	1.828
SLD	0.072	1.500	2.470	0.895	0.149	0.447	1.888
SLV	0.191	1.412	2.520	1.485	0.149	0.447	2.362
SLC	0.249	1.331	2.470	1.665	0.153	0.458	2.597

13. RISULTATI ANALISI SISMICHE

13.1 LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente



10. Edk caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale



Fattore di importanza Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 52 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
 - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del

 rewind remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 53 di 84
 GOLDER	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2

- azione sismica complessiva



b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**

- quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo) , indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
- frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
- massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione ϵ_{dT} (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \epsilon_{dT}/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione ϵ_{dT} , ϵ_{dP} e ϵ_{dD} degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità $1000 \cdot \epsilon_{dT}/h$ da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l' allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 17-01-2018) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE , area ridotta e dimensione $A2$, azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 54 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



Nodo	Nodo di appoggio dell' isolatore
Cmb	Combinazione oggetto della verifica
Verif.	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
dE	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
Ang fi	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta Ar (per dispositivi circolari)
V	Azione verticale agente
Ar	Area ridotta efficace
Dim A2	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
Sig s	Tensione nell' inserto in acciaio
Gam c(a,s,t)	Deformazioni di taglio dell' elestomero
Vcr	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1) $V > 0$
- 2) $Sig s < f_{yk}$
- 3) $Gam t < 5$
- 4) $Gam s < Gam * (caratteristica dell' elastomero)$
- 5) $Gam s < 2$
- 6) $V < 0.5 V_{cr}$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 55 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

Tabella 33 – parametri caso SLU dir.X

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.412
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.452 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.655 sec.
			fattore di struttura q: 1.500
			fattore per spost. mu d: 1.500
			classe di duttilità CD: DCH
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Tabella 34 - masse e baricentri SLU dir. X

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
4.00	4.526e+04	4.80	1.80	0.0	-0.18	4.80	1.80	1.356	0.0	0.0
0.0	1.060e+05	4.80	-3.64	0.0	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.513e+05									

Tabella 35 - modi di vibrare, frequenze e percentuali di attivazione della massa SLU dir. X

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X	%	M efficace Y	%	M efficace Z	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	x g		x g		x g			
				daN		daN		daN			
1	0.829	1.207	0.167	0.0	0.0	4.112e+04	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.292	0.774	0.261	3.838e+04	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.526	0.655	0.308	1.052e+05	69.3	1.72e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.549	0.646	0.313	1.50e-06	0.0	1.024e+05	67.7	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2.160	0.463	0.436	0.0	0.0	0.0	0.0	9.787e+04	64.7	0.0	0.0
6	2.743	0.365	0.452	0.0	0.0	0.0	0.0	4.886e+04	32.3	0.0	0.0
7	3.227	0.310	0.452	8240.84	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.766	0.265	0.452	0.0	0.0	0.0	0.0	4530.19	3.0	0.0	0.0
9	4.026	0.248	0.452	0.0	0.0	7680.29	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.518e+05		1.512e+05		1.513e+05			
In percentuale				99.99		99.96		100.00			



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 56 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Tabella 36 - parametri caso SLU dir. Y

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.412
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.452 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.586 sec.
			fattore di struttura q: 1.500
			fattore per spost. mu d: 1.500
			classe di duttilità CD: DCH
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Tabella 37 - masse e baricentri SLU dir. Y



Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
4.00	4.526e+04	4.80	1.80	0.48	0.0	4.80	1.80	1.356	0.0	0.0
0.0	1.060e+05	4.80	-3.64	0.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.513e+05									

Tabella 38 - modi di vibrare, frequenze e percentuali di attivazione della massa SLU dir. Y

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.826	1.210	0.167	0.0	0.0	4.116e+04	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.289	0.776	0.260	3.964e+04	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.363	0.734	0.275	0.0	0.0	3.995e+04	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.550	0.645	0.313	1.024e+05	67.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.707	0.586	0.345	0.0	0.0	6.618e+04	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.160	0.463	0.436	0.0	0.0	0.0	0.0	9.787e+04	64.7	0.0	0.0
7	2.743	0.365	0.452	0.0	0.0	0.0	0.0	4.886e+04	32.3	0.0	0.0
8	3.095	0.323	0.452	9165.66	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.766	0.265	0.452	0.0	0.0	0.0	0.0	4530.19	3.0	0.0	0.0
Risulta				1.512e+05		1.473e+05		1.513e+05			
In percentuale				99.97		97.38		100.00			

Tabella 39 - paramentri caso SLD dir.X

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.267 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 57 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			periodo proprio T1: 0.655 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Tabella 40 - masse e baricentri SLD dir. X

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
4.00	4.526e+04	4.80	1.80	0.0	-0.18	4.80	1.80	1.356	0.0	0.0
0.0	1.060e+05	4.80	-3.64	0.0	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.513e+05									

Tabella 41 - modi di vibrare, frequenze e percentuali di attivazione della massa SLD dir. X

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X	%	M efficace Y	%	M efficace Z	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.829	1.207	0.099	0.0	0.0	4.112e+04	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.292	0.774	0.154	3.838e+04	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.526	0.655	0.182	1.052e+05	69.3	1.72e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.549	0.646	0.185	1.50e-06	0.0	1.024e+05	67.7	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2.160	0.463	0.258	0.0	0.0	0.0	0.0	9.787e+04	64.7	0.0	0.0
6	2.743	0.365	0.267	0.0	0.0	0.0	0.0	4.886e+04	32.3	0.0	0.0
7	3.227	0.310	0.267	8240.84	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.766	0.265	0.267	0.0	0.0	0.0	0.0	4530.19	3.0	0.0	0.0
9	4.026	0.248	0.267	0.0	0.0	7680.29	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.518e+05		1.512e+05		1.513e+05			
In percentuale				99.99		99.96		100.00			

Tabella 42 - paramentri caso SLD dir. Y

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.267 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.586 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Tabella 43 - masse e baricentri SLD dir. Y

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
4.00	4.526e+04	4.80	1.80	0.48	0.0	4.80	1.80	1.356	0.0	0.0
0.0	1.060e+05	4.80	-3.64	0.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1.513e+05									



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 58 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Tabella 44 - modi di vibrare, frequenze e percentuali di attivazione della massa SLD dir. Y

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x	%	M efficace Y x	%	M efficace Z x	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	0.826	1.210	0.099	0.0	0.0	4.116e+04	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.289	0.776	0.154	3.964e+04	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.363	0.734	0.163	0.0	0.0	3.995e+04	26.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.550	0.645	0.185	1.024e+05	67.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.707	0.586	0.204	0.0	0.0	6.618e+04	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.160	0.463	0.258	0.0	0.0	0.0	0.0	9.787e+04	64.7	0.0	0.0
7	2.743	0.365	0.267	0.0	0.0	0.0	0.0	4.886e+04	32.3	0.0	0.0
8	3.095	0.323	0.267	9165.66	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.766	0.265	0.267	0.0	0.0	0.0	0.0	4530.19	3.0	0.0	0.0
Risulta				1.512e+05		1.473e+05		1.513e+05			
In percentuale				99.97		97.38		100.00			

14. RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

14.1 LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:



Pilas. numero dell'elemento pilastro

Cmb combinazione in cui si verificano i valori riportati

M3 mx/mn momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)

M2 mx/mn momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)

D2/D3 freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 59 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Q2/Q3 carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)

Pos. ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento

N, V2, ecc.. sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

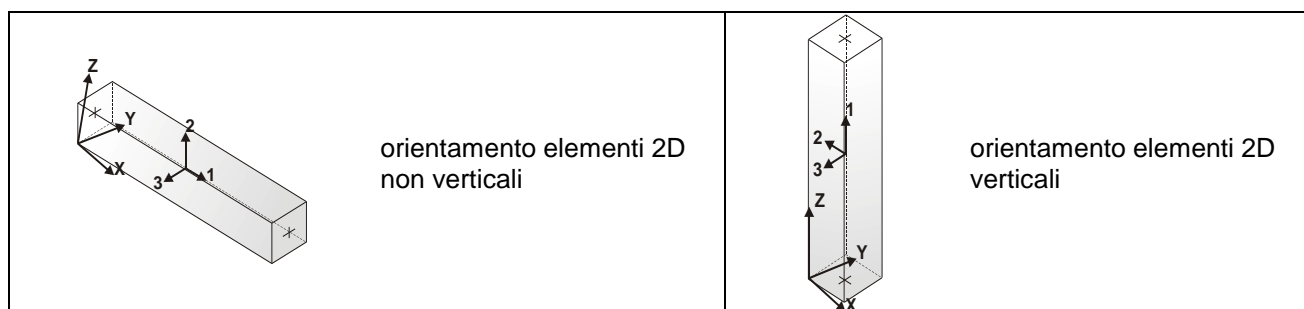




Tabella 45 - Azioni agenti pilastri



Pilas.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	5	6,91E+07	1,10E+07	-0.29	0.0	0.0	-4346.02	602.47	0.71	5384.15	1,07E+07	-1,72E+08
		-1,72E+08	1,07E+07	-7.66e-03	0.0	400.0	-2786.02	602.47	0.71	5384.15	1,10E+07	6,91E+07
1	14	-1756.61	1,22E+08	0.02	0.0	0.0	-5512.78	263.50	565.42	5424.12	-1,04E+08	-1,07E+08
		-1,07E+08	-1,04E+08	-2.17	0.0	400.0	-3952.78	263.50	565.42	5424.12	1,22E+08	-1756.61
1	18	-1,16E+07	2,45E+08	0.02	0.0	0.0	-3683.05	194.09	-1145.40	-1,08E+07	2,45E+08	-8,92E+07
		-8,92E+07	-2,13E+08	4.34	0.0	400.0	-2123.05	194.09	-1145.40	-1,08E+07	-2,13E+08	-1,16E+07
1	19	-1,24E+07	2,40E+08	0.01	0.0	0.0	-2267.14	97.30	-1136.82	-1,08E+07	2,40E+08	-5,13E+07
		-5,13E+07	-2,15E+08	4.34	0.0	400.0	-1067.14	97.30	-1136.82	-1,08E+07	-2,15E+08	-1,24E+07
1	20	-2,51E+07	2,41E+08	0.01	0.0	0.0	-2604.15	55.48	-1140.44	-1,08E+07	2,41E+08	-4,73E+07
		-4,73E+07	-2,15E+08	4.34	0.0	400.0	-1404.15	55.48	-1140.44	-1,08E+07	-2,15E+08	-2,51E+07
1	27	4,18E+07	8647.70	-0.20	0.0	0.0	-3354.66	398.63	2.38	3589.45	7696.19	-1,18E+08
		-1,18E+08	7696.19	-5.76e-03	0.0	400.0	-2154.66	398.63	2.38	3589.45	8647.70	4,18E+07
1	32	-5491.58	8,28E+07	0.02	0.0	0.0	-4132.51	172.65	378.85	3616.10	-6,88E+07	-7,46E+07
		-7,46E+07	-6,88E+07	-1.45	0.0	400.0	-2932.51	172.65	378.85	3616.10	8,28E+07	-5491.58
1	33	-3561.62	1,63E+08	0.01	0.0	0.0	-2688.02	154.26	-759.28	-7217.64	1,63E+08	-6,53E+07
		-6,53E+07	-1,41E+08	2.89	0.0	400.0	-1488.02	154.26	-759.28	-7217.64	-1,41E+08	-3561.62
1	34	-1,21E+07	1,64E+08	0.01	0.0	0.0	-2912.69	126.38	-761.69	-7218.26	1,64E+08	-6,26E+07
		-6,26E+07	-1,41E+08	2.89	0.0	400.0	-1712.69	126.38	-761.69	-7218.26	-1,41E+08	-1,21E+07
1	42	2,53E+08	1,43E+08	-1.64	0.0	0.0	-737.53	1514.24	-660.89	9209.81	1,43E+08	-3,53E+08
		-3,53E+08	-1,22E+08	1.26	0.0	400.0	462.47	1514.24	-660.89	9209.81	-1,22E+08	2,53E+08

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 60 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1	43	2,06E+08	1,39E+08	1.64	0.0	0.0	-6264.93	-1144.02	663.07	-9199.29	-1,27E+08	2,06E+08
		-2,51E+08	-1,27E+08	-1.26	0.0	400.0	-5064.93	-1144.02	663.07	-9199.29	1,39E+08	-2,51E+08
1	49	3,25E+08	1,44E+08	-1.72	0.0	0.0	-2018.56	1900.83	701.09	-9553.67	-1,37E+08	-4,35E+08
		-4,35E+08	-1,37E+08	-1.26	0.0	400.0	-818.56	1900.83	701.09	-9553.67	1,44E+08	3,25E+08
1	65	1,23E+08	3,12E+08	-0.53	0.0	0.0	-4941.73	846.64	1558.89	-6828.21	-3,12E+08	-2,16E+08
		-2,16E+08	-3,12E+08	-3.99	0.0	400.0	-3741.73	846.64	1558.89	-6828.21	3,12E+08	1,23E+08
1	68	6,91E+07	3,28E+08	0.53	0.0	0.0	-2060.73	-476.42	-1556.71	6838.72	3,28E+08	6,91E+07
		-1,22E+08	-2,95E+08	3.99	0.0	400.0	-860.73	-476.42	-1556.71	6838.72	-2,95E+08	-1,22E+08
1	74	1,50E+08	8,77E+07	-0.97	0.0	0.0	-1867.99	970.45	-390.16	5443.05	8,77E+07	-2,38E+08
		-2,38E+08	-6,84E+07	0.74	0.0	400.0	-667.99	970.45	-390.16	5443.05	-6,84E+07	1,50E+08
1	75	9,19E+07	8,54E+07	0.97	0.0	0.0	-5134.47	-600.23	392.33	-5432.53	-7,16E+07	9,19E+07
		-1,48E+08	-7,16E+07	-0.74	0.0	400.0	-3934.47	-600.23	392.33	-5432.53	8,54E+07	-1,48E+08
1	81	1,93E+08	8,85E+07	-1.02	0.0	0.0	-2624.50	1199.61	414.87	-5644.43	-7,75E+07	-2,87E+08
		-2,87E+08	-7,75E+07	-0.74	0.0	400.0	-1424.50	1199.61	414.87	-5644.43	8,85E+07	1,93E+08
1	97	7,32E+07	1,88E+08	-0.31	0.0	0.0	-4352.58	576.26	922.04	-4032.95	-1,81E+08	-1,57E+08
		-1,57E+08	-1,81E+08	-2.36	0.0	400.0	-3152.58	576.26	922.04	-4032.95	1,88E+08	7,32E+07
1	100	1,09E+07	1,97E+08	0.31	0.0	0.0	-2649.88	-206.05	-919.87	4043.47	1,97E+08	1,09E+07
		-7,15E+07	-1,71E+08	2.36	0.0	400.0	-1449.88	-206.05	-919.87	4043.47	-1,71E+08	-7,15E+07
2	2	2,33E-06	2,66E+07	0.0	0.0	0.0	-1,23E+07	0.0	-54.26	0.0	2,66E+07	-2,89E-06
		-2,89E-06	4937.68	-0.01	0.0	400.0	-1,08E+07	0.0	-54.26	0.0	4937.68	2,33E-06
2	6	8,83E+07	2,49E+07	-0.29	0.0	0.0	-1,14E+07	445.90	-48.22	-1409.89	2,49E+07	-9,01E+07
		-9,01E+07	5585.16	-0.01	0.0	400.0	-9871.91	445.90	-48.22	-1409.89	5585.16	8,83E+07
2	11	9,01E+07	1,42E+07	0.29	0.0	0.0	-7677.36	-445.90	-20.12	1409.89	1,42E+07	9,01E+07
		-8,83E+07	6121.32	-7.18E-03	0.0	400.0	-6477.36	-445.90	-20.12	1409.89	6121.32	-8,83E+07
2	18	1,65E-06	3,48E+08	0.0	0.0	0.0	-9675.78	0.0	-1626.36	0.0	3,48E+08	-2,08E-06
		-2,08E-06	-3,03E+08	4.43	0.0	400.0	-8115.78	0.0	-1626.36	0.0	-3,03E+08	1,65E-06
2	19	0.0	3,37E+08	0.0	0.0	0.0	-5921.23	0.0	-1598.25	0.0	3,37E+08	-1,14E-06
		-1,14E-06	-3,02E+08	4.43	0.0	400.0	-4721.23	0.0	-1598.25	0.0	-3,02E+08	0.0
...												
6	95	-7,08E+07	-1,97E+08	-2.36	0.0	400.0	-1433.77	-202.74	917.65	-3972.21	1,70E+08	-7,08E+07
Pilas.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T			
		-4,91E+08	-3,42E+08	-3.99	0.0		-1,32E+07	-2387.79	-1626.36	-1,08E+07		
		4,91E+08	3,48E+08	4.43	0.0		553.98	2387.79	1610.08	1,08E+07		

Tabella 46 - Azioni agenti sulle travi

Trave	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Q 2 / Q 3 daN	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
7	6	2,30E+08	2,14E+07	-0.22	-6962.40	0.0	-162.95	2245.53	-56.54	501.90	2,14E+07	5,64E+07
		-5,37E+08	-5707.46	-6.87E-03	0.0	480.0	-162.95	-4716.87	-56.54	501.90	-5707.46	-5,37E+08
7	13	1,84E+08	2,75E+07	0.07	-6184.80	0.0	572.10	2111.62	570.32	-607.48	-5,35E+07	1,14E+07
		-4,59E+08	-5,35E+07	-0.04	-964.80	480.0	572.10	-4073.18	-394.48	-607.48	-1,13E+07	-4,59E+08
7	19	1,30E+08	1,07E+08	0.03	-4512.96	0.0	-436.27	1645.45	-1140.52	2380.77	1,07E+08	-1,31E+07
		-3,06E+08	-5,49E+07	0.09	1929.60	480.0	-436.27	-2867.51	789.08	2380.77	2,25E+07	-3,06E+08
7	20	1,52E+08	1,07E+08	0.03	-5290.56	0.0	-478.09	1982.46	-1140.52	2407.00	1,07E+08	-2,59E+07
		-3,44E+08	-5,49E+07	0.09	1929.60	480.0	-478.09	-3308.10	789.08	2407.00	2,25E+07	-3,44E+08
7	28	1,68E+08	1,43E+07	-0.15	-5169.60	0.0	-111.64	1704.34	-37.69	344.19	1,43E+07	3,33E+07
		-3,89E+08	-3804.75	-4.58E-03	0.0	480.0	-111.64	-3465.26	-37.69	344.19	-3804.75	-3,89E+08
7	31	1,38E+08	1,83E+07	0.05	-4651.20	0.0	378.39	1615.07	380.21	-395.40	-3,56E+07	3250.63
		-3,38E+08	-3,56E+07	-0.03	-643.20	480.0	378.39	-3036.13	-262.99	-395.40	-7497.50	-3,38E+08
7	33	1,36E+08	7,12E+07	0.04	-4651.20	0.0	-201.45	1648.56	-760.33	1722.53	7,12E+07	-4050.74
		-3,29E+08	-3,66E+07	0.06	1286.40	480.0	-201.45	-3002.64	526.07	1722.53	1,50E+07	-3,29E+08
7	34	1,49E+08	7,12E+07	0.04	-5169.60	0.0	-229.33	1873.23	-760.33	1740.02	7,12E+07	-1,26E+07
		-3,54E+08	-3,66E+07	0.06	1286.40	480.0	-229.33	-3296.37	526.07	1740.02	1,50E+07	-3,54E+08
7	49	3,32E+08	1,49E+07	-1.94	-4651.20	0.0	260.72	468.37	62.56	6708.88	-1,53E+07	3,21E+08
		-5,71E+08	-1,53E+07	0.62	0.0	480.0	260.72	-4182.83	62.56	6708.88	1,49E+07	-5,71E+08
7	57	1,71E+08	3,84E+07	-0.55	-4651.20	0.0	338.25	1257.01	155.64	-1327.36	-3,63E+07	8,55E+07
		-4,11E+08	-3,63E+07	-0.18	0.0	480.0	338.25	-3394.19	155.64	-1327.36	3,84E+07	-4,11E+08
7	60	1,15E+08	3,63E+07	0.64	-4651.20	0.0	31.97	1995.45	-155.57	1948.51	3,63E+07	-8,39E+07
		-2,59E+08	-3,84E+07	0.18	0.0	480.0	31.97	-2655.75	-155.57	1948.51	-3,84E+07	-2,59E+08
7	61	1,85E+08	1,43E+07	-0.51	-4651.20	0.0	357.27	1232.66	47.49	3848.46	-8927.65	1,07E+08
		-4,17E+08	-8927.65	0.15	0.0	480.0	357.27	-3418.54	47.49	3848.46	1,43E+07	-4,17E+08

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 61 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

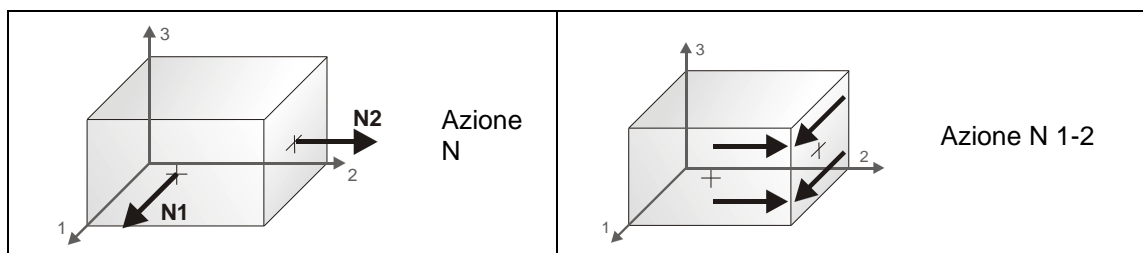
7	64	1,05E+08	8913.51	0.60	-4651.20	0.0	12.95	2019.80	-47.43	-3227.30	8913.51	-1,06E+08
		-2,52E+08	-1,42E+07	-0.15	0.0	480.0	12.95	-2631.40	-47.43	-3227.30	-1,42E+07	-2,52E+08
7	81	2,36E+08	8789.38	-1.13	-4651.20	0.0	229.81	941.59	36.96	4091.81	-9017.98	1,90E+08
		-4,74E+08	-9017.98	0.36	0.0	480.0	229.81	-3709.61	36.96	4091.81	8789.38	-4,74E+08
7	89	1,55E+08	2,27E+07	-0.31	-4651.20	0.0	275.66	1407.93	92.03	-658.76	-2,15E+07	5,09E+07
		-3,80E+08	-2,15E+07	-0.11	0.0	480.0	275.66	-3243.27	92.03	-658.76	2,27E+07	-3,80E+08
7	92	1,22E+08	2,15E+07	0.40	-4651.20	0.0	94.56	1844.53	-91.96	1279.91	2,15E+07	-4,93E+07
		-2,90E+08	-2,27E+07	0.11	0.0	480.0	94.56	-2806.67	-91.96	1279.91	-2,27E+07	-2,90E+08
7	93	1,63E+08	8419.85	-0.28	-4651.20	0.0	286.91	1393.63	28.07	2403.43	-5276.03	6,37E+07
		-3,84E+08	-5276.03	0.09	0.0	480.0	286.91	-3257.57	28.07	2403.43	8419.85	-3,84E+08
7	96	1,16E+08	5261.88	0.38	-4651.20	0.0	83.31	1858.83	-28.00	-1782.28	5261.88	-6,21E+07
		-2,86E+08	-8402.97	-0.09	0.0	480.0	83.31	-2792.37	-28.00	-1782.28	-8402.97	-2,86E+08
8	10	2,30E+08	2,14E+07	0.22	-6962.40	0.0	-162.95	4716.87	56.54	-501.90	-5707.46	-5,37E+08
		-5,37E+08	-5707.46	-6,82E-03	0.0	480.0	-162.95	-2245.53	56.54	-501.90	2,14E+07	5,64E+07
8	13	1,84E+08	2,75E+07	-0.08	-6184.80	0.0	572.10	4073.18	394.48	607.48	-1,13E+07	-4,59E+08
		-4,59E+08	-5,35E+07	0.04	-964.80	480.0	572.10	-2111.62	-570.32	607.48	-5,35E+07	1,14E+07
8	19	1,30E+08	1,07E+08	-0.04	-4512.96	0.0	-436.27	2867.51	-789.08	-2380.77	2,25E+07	-3,06E+08
		-3,06E+08	-5,49E+07	-0.09	1929.60	480.0	-436.27	-1645.45	1140.52	-2380.77	1,07E+08	-1,31E+07
8	20	1,52E+08	1,07E+08	-0.05	-5290.56	0.0	-478.09	3308.10	-789.08	-2407.00	2,25E+07	-3,44E+08
		-3,44E+08	-5,49E+07	-0.09	1929.60	480.0	-478.09	-1982.46	1140.52	-2407.00	1,07E+08	-2,59E+07
8	30	1,68E+08	1,43E+07	0.15	-5169.60	0.0	-111.64	3465.26	37.69	-344.19	-3804.75	-3,89E+08
		-3,89E+08	-3804.75	-4,54E-03	0.0	480.0	-111.64	-1704.34	37.69	-344.19	1,43E+07	3,33E+07
8	31	1,38E+08	1,83E+07	-0.05	-4651.20	0.0	378.39	3036.13	262.99	395.40	-7497.50	-3,38E+08
		-3,38E+08	-3,56E+07	0.03	-643.20	480.0	378.39	-1615.07	-380.21	395.40	-3,56E+07	3250.63
...												
13	99	-1,88E+08	-1,42E+07	0.09	0.0	360.0	27.06	-1685.74	79.13	-794.11	1,42E+07	-1,88E+08
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-5,71E+08	-9,61E+07	-3.92	-6962.40		-478.09	-4716.87	-1140.59	-6708.88		
		3,32E+08	1,07E+08	3.92	1929.60		862.02	4716.87	1140.59	6708.88		



15. RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

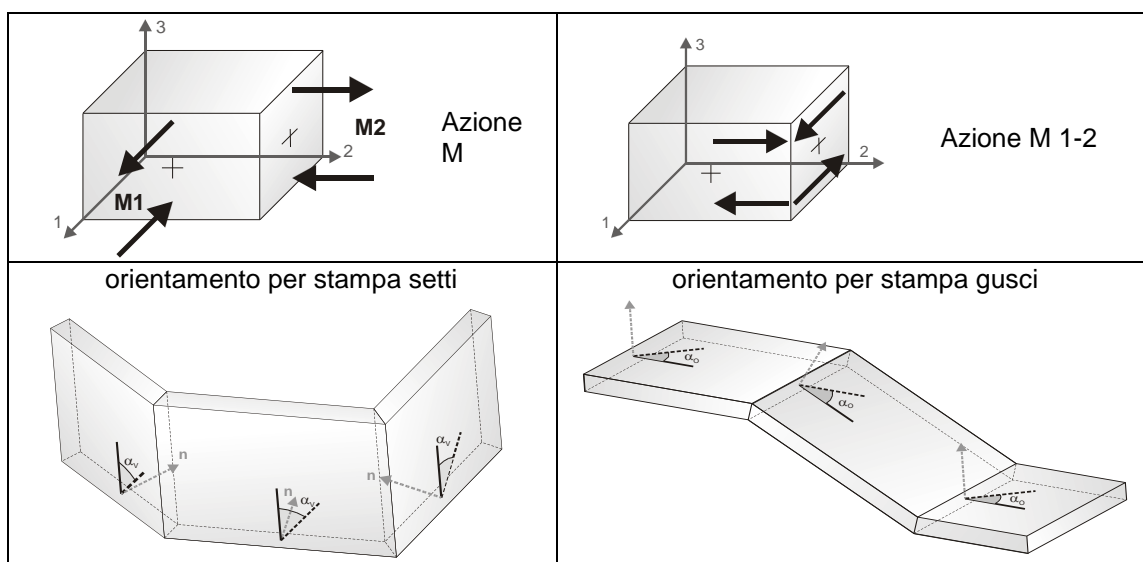
15.1 LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo shell, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Per ogni elemento, e per ogni combinazione(o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 62 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	





In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

tensione di Von Mises	(valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)
N max	sforzo membranale principale massimo
N min	sforzo membranale principale minimo
M max	sforzo flessionale principale massimo
M min	sforzo flessionale principale minimo
N1 N2	sforzi membranali e flessionali in direzione locale 1 e 2
N1-2 M1	dell'elemento (lo sforzo 2-1 è uguale allo sforzo 1-2 per la
M2 M1-2	reciprocità delle tensioni tangenziali)

I suddetti risultati possono a scelta del progettista essere preceduti o sostituiti da valori di sollecitazione non più riferiti al sistema locale dell'elemento ma al sistema globale.

In questo caso gli elementi vengono raggruppati in gruppi (M_S: macro gusci o macro setti, raggruppati per materiale, spessore, e posizione fisica) per la valutazione dei valori mediati ai nodi appartenenti agli elementi dei gruppi stessi.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 63 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

I valori di sollecitazione sono, in questo caso, riferiti ad una terna specifica del gruppo ruotata di α_O attorno all'asse Z per i gusci e ruotata di α_V attorno alla normale (che per definizione è orizzontale) al piano del setto.

Per i setti, in particolare, se α_V è zero, l'asse '1-1 rappresenta la verticale e l'asse '2-2 l'orizzontale contenuta nel setto.



Le azioni sui setti possono essere espresse anche con formato macro, cioè riferite all'intero macroelemento.

In particolare vengono riportati per ogni quota Z dei nodi e per ogni combinazione i seguenti valori:



N memb.	Azione membranale complessiva agente sulla parete in direzione Z
V memb.	Azione complessiva di taglio agente nel piano del macroelemento
V orto	Azione complessiva di taglio agente in direzione perpendicolare al macroelemento
M memb.	Azione flessionale complessiva agente nel piano del macroelemento
M orto	Azione flessionale complessiva agente in direzione perpendicolare al macroelemento
T	Azione torsionale complessiva agente nel piano orizzontale

Tabella 47 – azioni agenti

M_G	Cmb	Nodo	N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
			daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN	daN	daN
1	2	1	0.15	-0.56	-0.56	0.15	-1.87e-02	-971.71	-1164.01	-1133.36	-1002.36	70.38
1	2	2	0.15	-0.56	-0.56	0.15	1.87e-02	-971.71	-1164.01	-1133.36	-1002.36	-70.38
1	2	3	-9.18e-02	-0.81	-0.81	-9.18e-02		-2180.98	-2460.01	-2460.01	-2180.98	
1	2	4	-9.18e-02	-0.81	-0.81	-9.18e-02		-2180.98	-2460.01	-2460.01	-2180.98	
1	2	5	0.15	-0.56	-0.56	0.15	1.87e-02	-971.71	-1164.01	-1133.36	-1002.36	-70.38
1	2	6	0.15	-0.56	-0.56	0.15	-1.87e-02	-971.71	-1164.01	-1133.36	-1002.36	70.38
1	2	13	0.10	-2.42e-02	2.66e-02	5.29e-02	-6.25e-02	122.02	-258.06	112.01	-248.04	-60.88
1	2	14	0.10	-2.42e-02	2.66e-02	5.29e-02	6.25e-02	122.02	-258.06	112.01	-248.04	60.88
1	2	15	0.23	-0.30	-0.30	0.23	4.94e-03	1161.35	-285.90	-284.58	1160.04	-43.65
1	2	16	0.71	-8.57e-02	-7.49e-02	0.70	9.21e-02	1003.60	-42.80	-40.69	1001.50	46.93
1	2	17	0.23	-9.21e-02	-9.21e-02	0.23		1651.18	-137.84	-137.84	1651.18	
1	2	18	1.06	0.13	0.13	1.06		1651.07	-32.00	-32.00	1651.07	
1	2	19	0.23	-0.30	-0.30	0.23	-4.94e-03	1161.35	-285.90	-284.58	1160.04	43.65
1	2	20	0.71	-8.57e-02	-7.49e-02	0.70	-9.21e-02	1003.60	-42.80	-40.69	1001.50	-46.93
1	2	21	0.46	-1.22	-0.77	1.26e-02	-0.74	300.67	-657.14	-618.89	262.42	-187.53
1	2	22	5.47e-02	-0.88	-0.88	5.47e-02		494.60	-1600.55	-1600.55	494.60	
1	2	23	0.46	-1.22	-0.77	1.26e-02	0.74	300.67	-657.14	-618.89	262.42	187.53

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 64 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



1	2	24	-0.16	-0.89	-0.88	-0.17	7.64e-02	976.54	-193.85	955.59	-172.89	-155.20
1	2	25	-0.14	-0.81	-0.81	-0.14	-2.21e-02	1467.62	-271.51	1312.68	-116.58	-495.42
1	2	26	6.20e-02	-0.79	-0.79	6.13e-02	-2.40e-02	2288.00	-73.48	2277.61	-63.09	-156.30
1	2	27	-3.75e-02	-0.91	-0.91	-3.94e-02	-4.00e-02	2268.76	10.22	2217.59	61.39	-336.10
1	2	28	8.77e-02	-0.96	-0.96	8.43e-02	5.94e-02	2260.72	-60.95	2260.59	-60.82	-17.71
1	2	29	-2.16e-02	-1.05	-1.01	-5.50e-02	-0.18	2193.79	39.95	2190.51	43.24	-84.04
1	2	30	-0.31	-1.61	-1.61	-0.31	4.77e-03	966.26	-98.98	962.33	-95.05	64.56
1	2	31	-8.77e-02	-1.03	-0.96	-0.15	-0.24	1283.86	-131.90	1281.80	-129.84	53.91
1	2	32	-0.31	-1.61	-1.61	-0.31	-4.77e-03	966.26	-98.98	962.33	-95.05	-64.56
1	2	33	-8.77e-02	-1.03	-0.96	-0.15	0.24	1283.86	-131.90	1281.80	-129.84	-53.91
1	2	34	8.77e-02	-0.96	-0.96	8.43e-02	-5.94e-02	2260.72	-60.95	2260.59	-60.82	17.71
1	2	35	-2.16e-02	-1.05	-1.01	-5.50e-02	0.18	2193.79	39.95	2190.51	43.24	84.04
1	2	36	6.20e-02	-0.79	-0.79	6.13e-02	2.40e-02	2288.00	-73.48	2277.61	-63.09	156.30
1	2	37	-3.75e-02	-0.91	-0.91	-3.94e-02	4.00e-02	2268.76	10.22	2217.59	61.39	336.10
1	2	38	-0.16	-0.89	-0.88	-0.17	-7.64e-02	976.54	-193.85	955.59	-172.89	155.20
1	2	39	-0.14	-0.81	-0.81	-0.14	2.21e-02	1467.62	-271.51	1312.68	-116.58	495.42
1	2	40	-0.22	-0.77	-0.77	-0.22		2270.21	266.92	266.92	2270.21	
1	2	41	-0.18	-0.80	-0.80	-0.18	-1.26e-02	2002.53	918.14	1238.20	1682.48	494.60
1	2	42	-0.14	-0.81	-0.81	-0.14	2.21e-02	1467.62	-271.51	1312.68	-116.58	495.42
1	2	43	-0.20	-0.76	-0.76	-0.20		2889.22	843.61	843.61	2889.22	
1	2	44	-0.18	-0.78	-0.78	-0.18		2611.21	1412.09	1412.09	2611.21	
1	2	45	-0.22	-0.77	-0.77	-0.22		2270.21	266.92	266.92	2270.21	
1	2	46	-0.18	-0.80	-0.80	-0.18	1.26e-02	2002.53	918.14	1238.20	1682.48	-494.60
1	2	47	-0.13	-0.82	-0.81	-0.14	4.89e-02	2327.46	1549.70	2248.40	1628.76	235.03
1	2	48	-3.75e-02	-0.91	-0.91	-3.94e-02	4.00e-02	2268.76	10.22	2217.59	61.39	336.10
1	2	49	-0.18	-0.75	-0.75	-0.18		2251.75	2242.37	2242.37	2251.75	
1	2	50	-0.13	-0.82	-0.81	-0.14	-4.89e-02	2327.46	1549.70	2248.40	1628.76	-235.03
1	2	51	-0.13	-0.79	-0.74	-0.18	0.17	2253.91	1494.26	2249.09	1499.08	60.29
1	2	52	-2.16e-02	-1.05	-1.01	-5.50e-02	0.18	2193.79	39.95	2190.51	43.24	84.04
1	2	53	-0.23	-0.62	-0.62	-0.23		2259.51	2041.76	2259.51	2041.76	
1	2	54	-0.13	-0.79	-0.74	-0.18	-0.17	2253.91	1494.26	2249.09	1499.08	-60.29
...												
1	100	97	-0.21	-1.15	-0.74	-0.62	0.47	-26.15	-536.50	-101.95	-460.70	-181.49
M_G			N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
				-13.44	-13.43	-6.69	-4.21		-2747.73	-2747.73	-2180.98	-683.38
			8.92		7.26	8.79	4.21	3006.34		2997.97	2889.22	790.48
2	21	98						-511.61	-800.53	-746.55	-565.58	-112.61
2	21	99						-511.61	-800.53	-746.55	-565.58	112.61
2	21	100						-511.61	-800.53	-746.55	-565.59	112.61
2	21	101						-511.61	-800.53	-746.55	-565.59	-112.61
2	21	102						-2413.51	-5397.03	-2640.68	-5169.86	791.30
2	21	103						-2413.51	-5397.03	-2640.68	-5169.86	-791.30
2	21	104						1,16E+07	-4294.26	1,16E+07	-4292.30	176.66
2	21	105						1,16E+07	-4294.26	1,16E+07	-4292.30	-176.66
2	21	106						1,16E+07	-4294.27	1,16E+07	-4292.30	-176.68
2	21	107						1,16E+07	-4294.27	1,16E+07	-4292.30	176.68
2	21	108						-2413.50	-5397.05	-2640.67	-5169.89	-791.31
2	21	109						-2413.50	-5397.05	-2640.67	-5169.89	791.31
2	21	110						8732.01	-507.30	8609.59	-384.88	-1056.45
2	21	111						7783.89	363.46	7706.52	440.83	-753.75
2	21	112						2094.39	799.43	1304.01	1589.81	-631.51
2	21	113						1,43E+07	226.25	1,43E+07	287.21	-924.69
2	21	114						1,40E+07	655.50	1,40E+07	662.54	-307.02
2	21	115						1,82E+07	420.56	1,82E+07	441.70	-612.22
2	21	116						1,80E+07	809.28	1,80E+07	811.29	-185.75

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 65 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

2	21	117						2,00E+07	441.49	2,00E+07	445.26	-271.34
2	21	118						1,98E+07	818.34	1,98E+07	818.69	-81.26
2	21	119						1,99E+07	312.83	1,99E+07	312.93	44.76
2	21	120						1,96E+07	705.31	1,96E+07	705.40	41.35
2	21	121						1,82E+07	-266.39	1,82E+07	-264.54	184.87
2	21	122						1,74E+07	557.69	1,74E+07	570.41	462.30
2	21	123						1,55E+07	1611.34	1,55E+07	1611.56	-55.06
2	21	124						7783.89	363.46	7706.52	440.83	753.75
2	21	125						2094.39	799.43	1304.01	1589.81	631.51
2	21	126						1,40E+07	655.50	1,40E+07	662.54	307.02
2	21	127						1,80E+07	809.28	1,80E+07	811.29	185.75
2	21	128						1,98E+07	818.34	1,98E+07	818.69	81.26
2	21	129						1,96E+07	705.31	1,96E+07	705.40	-41.35
2	21	130						1,74E+07	557.69	1,74E+07	570.41	-462.30
2	21	131						1,55E+07	1611.34	1,55E+07	1611.56	55.06
2	21	132						8732.01	-507.30	8609.59	-384.88	1056.45
2	21	133						1,43E+07	226.25	1,43E+07	287.21	924.69
2	21	134						1,82E+07	420.56	1,82E+07	441.70	612.22
2	21	135						2,00E+07	441.49	2,00E+07	445.26	271.34
2	21	136						1,99E+07	312.83	1,99E+07	312.93	-44.76
2	21	137						1,82E+07	-266.39	1,82E+07	-264.54	-184.87
2	21	138						1,95E+07	-302.35	1,95E+07	-287.23	-546.64
2	21	139						1,87E+07	511.52	1,87E+07	529.73	-574.78
2	21	140						2,25E+07	262.51	2,25E+07	270.85	-430.66
2	21	141						2,23E+07	628.97	2,23E+07	630.16	-160.48
2	21	142						2,42E+07	390.64	2,42E+07	391.59	-150.46
2	21	143						2,40E+07	723.16	2,40E+07	723.25	-47.36
2	21	144						2,42E+07	390.64	2,42E+07	391.59	150.46
2	21	145						2,40E+07	723.15	2,40E+07	723.25	47.36
...												
2	72	241	4.91	-10.55	-9.83	4.19	-3.26	8.68e-06	-1.86e-04	-1.83e-04	5.59e-06	2.43e-05
M_G			N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
				-34.67	-34.66	-24.66	-11.51		-5397.05	-2640.68	-5169.89	-1056.45
			34.67		34.66	24.66	11.51	2,43E+07		2,43E+07	1611.56	1056.45

Tabella 48 - azioni agenti

Elem.	Cmb	Nodo	Von Mises	N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
			daN/cm2	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN	daN	daN
1	18	16	1.54	0.81	-7.08	-1.68	-4.59	-3.66	-58.50	-394.26	-76.67	-376.10	-75.96
		15	7.92	2.62	-8.31	-0.60	-5.09	4.98	1381.85	-1028.22	-749.90	1103.52	770.27
		2	12.62	2.82	-10.37	0.27	-7.81	-5.21	-351.34	-3462.91	-400.46	-3413.79	-387.84
		14	3.67	2.45	-6.54	-0.46	-3.63	4.21	546.32	-526.57	6.13	13.63	536.43
1	34	16	0.82	0.54	-4.72	-1.12	-3.06	-2.44	-42.60	-207.23	-62.64	-187.18	-53.84
		15	5.45	1.76	-5.54	-0.39	-3.39	3.33	996.81	-659.19	-496.85	834.47	492.43
		2	8.61	1.88	-6.91	0.17	-5.20	-3.48	-279.19	-2379.14	-310.95	-2347.39	-256.26
		14	2.42	1.63	-4.35	-0.31	-2.41	2.80	354.05	-353.67	17.99	-17.61	353.41
1	63	16	5.26	8.48	0.86	0.86	8.48	0.01	1414.19	123.49	281.31	1256.37	-422.83
		15	11.56	8.97	0.28	0.32	8.93	-0.57	2940.29	-167.74	10.02	2762.53	-721.72
		2	6.06	9.06	0.59	0.69	8.96	0.91	1350.39	-364.88	-166.90	1152.41	548.08
		14	3.36	7.48	-0.28	-0.28	7.47	-0.23	456.11	-540.39	-431.52	347.24	310.86
1	97	16	3.98	6.45	0.10	0.19	6.36	0.73	994.42	-52.33	-34.62	976.71	-135.00
		15	8.50	6.41	-0.44	-0.44	6.41	0.14	1987.11	-415.60	-399.48	1971.00	-196.10
		2	5.34	7.24	1.20	1.67	6.76	1.62	1217.11	-301.69	320.79	594.62	746.96
		14	2.04	5.72	0.73	0.78	5.68	0.49	502.57	-44.07	201.25	257.25	271.88
2	2	18	6.29	1.06	0.13	0.13	1.06	0.04	1652.82	-33.75	-32.00	1651.07	-54.34

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 66 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

		17	6.55	0.22	-0.34	-0.32	0.21	-0.08	1664.91	-147.92	-147.29	1664.28	-33.90
		15	4.19	0.75	-0.11	0.26	0.37	0.43	1027.00	-158.35	-155.20	1023.84	61.07
		16	4.31	0.50	-0.22	-0.22	0.50	0.04	1118.94	-51.78	-50.85	1118.01	33.03
2	26	18	4.64	0.71	0.08	0.08	0.70	0.03	1218.03	-26.77	-25.57	1216.82	-38.76
		17	4.75	0.16	-0.22	-0.21	0.15	-0.06	1223.84	-78.02	-77.63	1223.45	-22.57
		15	3.03	0.50	-0.07	0.17	0.25	0.28	756.50	-92.22	-91.67	755.95	21.64
		16	3.19	0.35	-0.14	-0.14	0.35	0.03	828.06	-37.36	-37.06	827.76	16.16
2	63	18	7.80	6.67	-0.44	1.09	5.14	-2.92	2098.11	120.13	169.12	2049.12	-307.41
		17	5.62	4.29	-2.07	0.22	2.00	-3.05	1417.38	-109.39	-61.91	1369.90	-265.03
		15	4.47	3.65	-1.92	-0.21	1.94	-2.57	1106.03	-106.98	35.65	963.41	-390.72
		16	6.81	5.86	-1.72	-0.32	4.46	-2.95	1849.10	163.94	294.14	1718.89	-449.96
2	83	18	6.14	-0.08	-3.12	-0.31	-2.89	-0.79	1646.33	52.00	78.29	1620.04	-203.01
		17	5.52	0.49	-1.50	-0.14	-0.87	-0.92	1435.11	-62.16	-55.62	1428.57	-98.71
		15	3.65	1.06	-0.74	0.95	-0.63	-0.44	1082.72	292.07	308.61	1066.18	-113.14
		16	4.75	0.12	-3.47	-0.08	-3.28	-0.82	1393.02	368.96	428.40	1333.58	-239.44
3	18	20	6.55	6.12	0.47	0.66	5.92	1.02	1622.30	-161.19	-155.91	1617.02	96.93
		19	6.05	1.74	0.45	0.77	1.42	0.56	1601.67	-11.02	-9.96	1600.61	41.34
		17	6.59	4.50	-1.87	0.14	2.49	2.96	1591.02	-256.33	-228.68	1563.37	224.33
		18	5.79	2.93	-0.92	-0.10	2.11	-1.58	1556.38	51.01	53.96	1553.43	66.54
3	34	20	4.68	4.09	0.32	0.45	3.96	0.69	1164.34	-111.01	-107.10	1160.43	70.48
		19	4.30	1.17	0.30	0.51	0.95	0.38	1142.37	3.24	5.15	1140.46	46.64
		17	4.76	3.01	-1.24	0.10	1.67	1.97	1173.30	-149.02	-131.89	1156.17	149.52
		18	4.30	1.95	-0.62	-0.07	1.40	-1.05	1153.69	29.78	31.74	1151.73	46.90
3	52	20	6.79	0.48	-5.26	-0.15	-4.62	1.80	2004.95	554.31	682.83	1876.42	412.22
		19	4.68	1.73	-1.75	0.99	-1.01	1.42	1404.61	434.73	502.22	1337.12	246.77
		17	6.36	1.42	-2.60	0.05	-1.22	1.91	1679.51	-17.09	-13.35	1675.77	79.61
		18	7.94	0.37	-4.90	-0.32	-4.21	1.78	2163.73	146.65	174.92	2135.46	237.12
3	84	20	5.01	0.24	-2.91	-0.17	-2.50	1.06	1461.47	337.47	388.55	1410.39	234.11
		19	3.72	1.01	-0.75	0.69	-0.44	0.68	1085.55	236.05	254.40	1067.20	123.51
		17	5.53	0.84	-1.55	-0.09	-0.62	1.16	1442.69	-55.39	-53.18	1440.49	57.40
		18	6.35	0.31	-2.51	-0.14	-2.06	1.03	1722.47	81.31	95.91	1707.88	154.08
...													
187	73	189	0.66	28.72	-1.47	27.66	-0.41	5.57	-7.96e-05	-2.00e-04	-1.98e-04	-8.13e-05	1.38e-05
Elem.			Von Mises	N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
					-67.31	-67.30	-33.00	-20.57	-5979.63	-4124.28	-5354.02	-1772.73	
			72.24	67.31		67.30	31.47	19.89	2,43E+07		2,43E+07	3337.11	1772.73



16. CALCOLO FONDAZIONI

16.1 CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento".

Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento.

Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 67 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

osserva un abbassamento generalizzato.

Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente.

Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza " I_r " così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot tg(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \sin(\varphi).$$

L'indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico " $I_{r,crit}$ ":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cdot ctg \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se $I_r < I_{r,crit}$ si ha :



$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \cdot tg(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \sin(\varphi) \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot tg(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$.

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- E_{ed} modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k_0 coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 68 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' tensione litostatica effettiva a profondità $D+B/2$
- L luce delle singole travi di fondazione
- D profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- B larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma.$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:



- N_q, N_c, N_γ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_2 peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left(\frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto (A_f)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 69 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

tra fondazione e terreno (B , L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Hansen (1970)

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{\alpha_1} \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{\alpha_2} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Formulazione di Vesic (1975)



$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 70 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione di Brinch-Hansen

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$



- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione Eurocodice 7

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 71 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \sin(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^3 \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^3 \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \quad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$



Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ e $N_c = 2 + \pi$.

Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- α_1, α_2 esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

Nel caso in cui il cuneo di fondazione sia interessato da falda idrica il valore di γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot tg\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right)$$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 72 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{sat} peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa
- z profondità della falda dal piano di posa
- h_c altezza del cuneo di rottura della fondazione

Tutto ciò che è stato detto sopra è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti, o comunque riconducibili, a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni i parametri vengono determinati con la seguente procedura:



- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati; quindi si determina il numero degli strati interessati da esso
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione, fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori: il primo dato dall'applicazione della formula trinomia alla quota i -esima dello strato; il secondo dato dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame
- il minimo di questi due valori sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{P}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot tg(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q''_{ult} carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato
- p perimetro della fondazione
- P_V spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato
- K_s coefficiente di spinta laterale del terreno
- d distanza dal piano di posa allo strato interessato

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 73 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

16.2 VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot tg(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- T_{Sd} componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- N_{Sd} componente verticale del carico agente sulla fondazione
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- S_p spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- f_{Sp} percentuale di partecipazione della spinta passiva
- A_f superficie di contatto del piano di posa della fondazione



La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

16.3 DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo.

Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali.

Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo: quello di Boussinesq,

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 74 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

quello di Westergaard oppure quello di Mindlin; tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il metodo di Westergaard differisce da quello di Boussinesq per la presenza del coefficiente di Poisson "u", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde.

Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu}}}{\left(\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame



$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-\nu) \cdot D^2} \left(-\frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot \nu) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo
- D proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un'integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 75 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

variazione dello stato tensionale verticale " $\Delta\sigma_v$ ".

Bisogna sottolineare che, nel caso di pressione, "Q" va definito come "pressione netta", ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente che può essere sopportata con sicurezza alla profondità "D" del piano di posa delle fondazioni. Questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

16.4 CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio.

Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato.

Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico.

L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti.



In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi. Nel seguito vengono descritte le teorie implementate:

Metodo edometrico, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione dello stato tensionale verticale alla profondità " z_i " dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 76 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Si ricorda che questo metodo si basa sull'ipotesi edometrica quindi l'accuratezza del risultato è maggiore quando il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni è ridotto, tuttavia il metodo edometrico consente una buona approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{Imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{Imp.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera
- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità "z_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori del cedimento elastico per la fondazione in esame (valore minimo per $w_{Imp.}$ e valore massimo per $w_{Lib.}$).



16.5 SIMOBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

16.5.1 Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 77 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Lung. Travata nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale del macroelemento

per tipologia platea:



- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento
- Spessore spessore dell'elemento
- Superficie superficie dell'elemento
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento
- Macro nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta il numero del macroelemento

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

16.5.2 Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Ecc. B eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 78 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- Ecc. L eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Taglio B sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- S.Taglio L sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Normale carico normale agente sul piano di fondazione
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale

per tipologia platea:

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Press. N1 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento
- Press. N2 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento
- Press. N3 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento
- Press. N4 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento
- S.Taglio X sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale
- S.Taglio Y sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale



Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le macroazioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi che compongono la platea) agenti sul plinto equivalente alla macro/platea in esame.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 79 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

16.5.3 Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

- Cmb numero della combinazione di carico
- Qlim capacità portante totale data dalla somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres P (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
- Qlim q termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- Qlim g termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- Qlim c termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- Qres P termine relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Diverso da zero solo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- Qmax / Qlim rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale ed il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).
- TLim valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- TL / TLim rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 80 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

16.5.4 Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

- Cmb numero della combinazione di carico e tipologia
- Nodo vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento
- Car. Netto valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno
- Cedimento/i valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento $w_{Imp.}$, mentre il secondo al cedimento $w_{Lib.}$)

16.6 PARAMETRI DI CALCOLO

16.6.1 Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:



- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

16.6.2 Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20,0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20,0 %

16.6.3 Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):

- Coeff. sismico orizzontale $K_h = 0,06456$
- Angolo d'attrito alla quota di fond.= 20,0
- Fattore correttivo $Z_c = 0,979$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 81 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- Fattore correttivo $Z_q = 0,934$

16.6.4 Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza F_c (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza F_c (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (sismico): 3,00

16.6.5 Combinazioni di carico:

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)



Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per C_u (statico): 1
- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per C_u sismico): 1
- Coeff. R3 capacità portante: 2,30
- Coeff. R3 scorrimento: 1,10

16.6.6 Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ($6 < C_a < 10$): 8

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte		Pag. 82 di 84	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- Fattore per attrito terreno-fondazione ($5 < \Delta < 10$): 7
- Frazione di spinta passiva fSp: 30,00 %

16.6.7 Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Boussinesq
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti edometrici

16.7 ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Numero strati: 5

Profondità falda: 150,00 cm



Tabella 49 - Stratigrafia terreno

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -150,0 cm	150,0 cm	002 / RIPORTO	Assente
2	da -150,0 a -1450,0 cm	1300,0 cm	001 / Sabbia limosa	Assente
3	da -1450,0 a -2850,0 cm	1400,0 cm	003 / Argilla limosa	Assente
4	da -2850,0 a -3050,0 cm	200,0 cm	004 / Argilla limosa e limo argilloso	Assente
5	da -3050,0 a -3450,0 cm	400,0 cm	005 / Sabbia e sabbia limosa	Assente

16.8 ARCHIVIO TERRENI

Tabella 50 - parametri strati terreno

Indice / Descrizione terreno: 002 / RIPORTO								
Comportamento del terreno: condizione drenata								
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Poisson	C. Ades.	
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%		
1,900 E-3	2,100 E-3	32	0	62,894	90	0,32	1	
Indice / Descrizione terreno: 001 / Sabbia limosa								
Comportamento del terreno: condizione drenata								
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Poisson	C. Ades.	
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%		
1,850 E-3	2,000 E-3	31	0	133,035	195	0,327	1	
Indice / Descrizione terreno: 003 / Argilla limosa								
Comportamento del terreno: condizione non drenata								
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Poisson	C. Ades.		

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 83 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	%			
1,860 E-3	2,000 E-3	0,38	23	34,5	0,5	0,62		
Indice / Descrizione terreno: 004 / Argilla limosa e limo argilloso								
Comportamento del terreno: condizione non drenata								
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Poisson	C. Ades.		
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	%			
1,900 E-3	2,000 E-3	0,61	23	61	0,5	0,49		
Indice / Descrizione terreno: 005 / Sabbia e sabbia limosa								
Comportamento del terreno: condizione drenata								
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Poisson	C. Ades.	
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	%		
1,900 E-3	2,000 E-3	33	0	139,384	195	0,313	1	

Nota: A scopo cautelativo si è trascurato l'effetto della coesione negli strati drenati.

16.9 DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Tabella 51 - parametri macro elementi

Elemento	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.
n.			cm	cm	cm	cm	cm
Macro n. 1	Macro-Platea	1	40.000	384.000	40.000	864.000	864.000
Macro n. 2	Macro-Platea	1	40.000	292.800	45.000	1.492.800	1.492.800

16.10 VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Macro platea: 1

Risultati più gravosi:

$$S_{gm. Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -0.0760 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.0000 + 0.8542 + 2.5477 + 0.0000$$



$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.3945 / 3.4019 = 0,116 \text{ Ok (Cmb 18 SLU STR)}$$

$$TB / TB_{lim} = 15436.8 / 42965.2 = 0,359 \text{ Ok (Cmb 19 SLU STR)}$$

$$TL / TL_{lim} = 11843.7 / 45373.7 = 0,261 \text{ Ok (Cmb 48 SLV A1 sism.)}$$

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3055	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili – Ufficio pesa e pesa ponte			Pag. 84 di 84
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_006	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

18	SLU STR	No	-18.499	0.000	-15436.8	0.0	-166890.5	-0.2513	-0.3945
19	SLU STR	No	-27.676	0.000	-15436.8	0.0	-111554.6	-0.1447	-0.2870
48	SLV A1	Si	-8.222	50.660	-3380.1	11843.7	-119710.8	-0.1454	-0.3196

Macro platea: 2

Risultati più gravosi:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0760 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.8921 + 3.2281 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.4966 / 4.1202 = 0,121 Ok (Cmb 21 SLU STR)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
21	SLU STR	No	0.000	0.000	-291882.2	-0.3894	-0.4966
41	SLV A1	Si	0.000	0.000	-76832.7	-0.1125	-0.1125
65	SLV A1	Si	0.000	0.000	-76832.7	-0.1125	-0.1125