
	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche		Pag. 1 di 64	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE"



RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

AI SENSI DALL'ALLEGATO A ALLA D.G.R. N. 1373/2011

SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE





					
01	Revisione per richieste Enti	GOLDER	IMPRO/TEBO	IMPRO	22/04/2022
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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 2 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01



Memorandum delle revisioni

Ind. Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione
00	11/12/2020		Emissione per FEED
01	22/04/2022		Revisione per richieste Enti

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 3 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

INDICE

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
3. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	5
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
5. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI	15
6. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	20
7. MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI	21
8. MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL	25
9. MODELLAZIONE DELLE AZIONI	37
10. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	39
11. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	40
12. RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL	42
13. CALCOLO FONDAZIONI	47

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 4 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ed illustrativa è redatta in conformità al §10.1 del DM 17/01/18 e alla DGR1373/2011 della Regione Emilia – Romagna.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE



La presente relazione riguarda la struttura di fondazione delle vasche costituenti il sistema di gestione delle acque meteoriche, che dovrà essere realizzato per conto di Eni Rewind presso il complesso industriale di Ravenna (RA) – Area Ponticelle.

Le vasche di raccolta delle acque sono suddivise in:

- Vasca per la raccolta acque di prima pioggia avente superficie pari a 47 mq e volume massimo 240 mc.
- Vasca per la raccolta delle acque di seconda pioggia avente superficie pari a 480 mq e volume massimo 2450 mc.
- Vasca Overflow delle acque provenienti dai tetti e coperture avente superficie pari a 324 mq e volume massimo 1650 mc.
- Vasca Riuso delle acque provenienti dai tetti e coperture avente superficie pari a 47 mq e volume massimo 240 mc.

La fondazione è di tipo a platea in cemento armato di spessore 0.40m e forma rettangolare in pianta con dimensioni complessive 15.00m x 78.44m.

La fondazione è stata predimensionata avendo considerato una Vita Nominale delle sovrastrutture pari a 50 anni ed una Classe d'Uso III.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 5 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

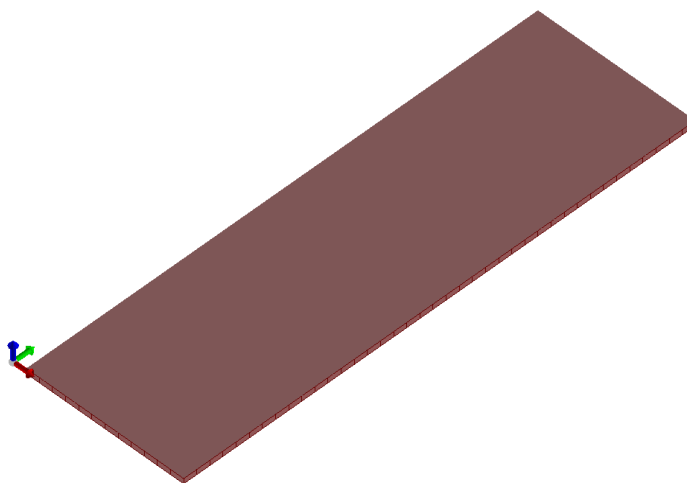


Figura 1 - Modello solido

3. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

3.1 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.

3.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Trattasi di fondazione a platea in cemento armato di spessore 0.40m e forma rettangolare in pianta con dimensioni complessive 15.00m x 78.44m.

I muri delle vasche verranno realizzati con componenti modulari prefabbricati in calcestruzzo armato tipo PAVER di altezza pari a 600cm, formati da contrafforti di appoggio inclinati e piastra verticale, prefabbricati in calcestruzzo di classe 300 (con R_{ck} maggiore uguale 30 N/mm²) rinforzati, se necessario, in corrispondenza degli attacchi, con ferri ad aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento,

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 6 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

montati mediante l'incastro perno, stabilizzati da idonea armatura, fuoriuscente dalla base interna dell'elemento, forniti e posti in opera.

3.3 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 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 rigidità

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 7 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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 rigidità)

Elemento tipo **BRICK**(elemento solido)



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

3.4 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	NO
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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 8 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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

Tabella 4 - Modellazione geometria e proprietà meccaniche

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	520
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	0
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	468
elementi solaio	0
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	100.00
Xmax =	1300.00
Ymin =	0.00
Ymax =	3900.00

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 9 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

Zmin =	0.00
Zmax =	0.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastrì	NO
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	NO
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
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

3.5 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 "Azioni di progetto sulla costruzione".

3.6 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 10 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	NO
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
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> <p>per i dati in ingresso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • modello solido della struttura • numerazione di nodi e di elementi • configurazioni di carico statiche • configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 11 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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 anormali. 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>

3.7 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 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.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 12 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

3.8 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.

4. 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".
- DGR 1373/2011 – REGIONE EMILIA ROMAGNA
- 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".
- 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".

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 13 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- 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.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 14 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- 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.

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,

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 15 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

“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.

5. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

5.1 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:

Tabella 8 - Parametri materiali

1	cemento armato		
		Rck	resistenza caratteristica cubica
		Fctm	resistenza media a trazione semplice

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 16 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

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

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					

Tabella 10 - criteri di progetto pareti c.a.



Pareti c.a.	1/71..	2/81..
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
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		

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 17 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..
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 c.a.



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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche		Pag. 18 di 64	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..
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
Applica SLU da DIN	No	No
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
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/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
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0
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		
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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche		Pag. 19 di 64	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..
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		
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
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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 20 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

6. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

6.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

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

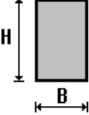
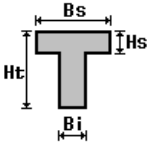
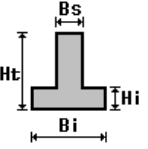
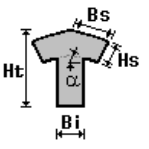
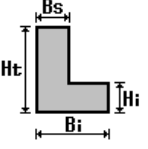
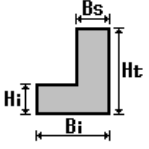
1. sezione di tipo generico
2. profilati semplici
3. profilati accoppiati e speciali


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:

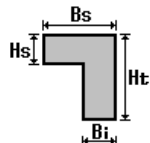
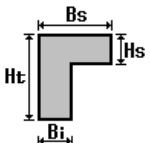

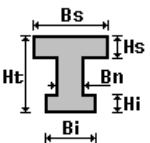
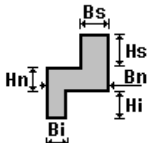
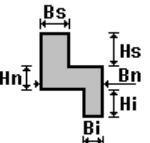
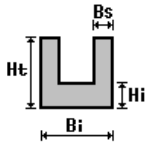
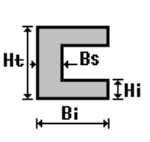
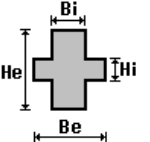
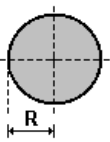
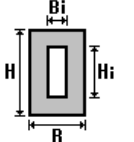
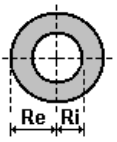
Tabella 14 - riferimenti assi

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.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
---	--	---	--	--	---

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 21 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

 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

Tabella 15 - unità di misura

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
		cm ²	cm ²	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³

7. MODELLAZIONE STRUTTURALE: NODI



7.1 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).

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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 22 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

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 16 - Nodi



Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	1200.0	3200.0	0.0	2	300.0	1000.0	0.0	3	400.0	1000.0	0.0
4	500.0	1000.0	0.0	5	100.0	3000.0	0.0	6	1300.0	3200.0	0.0
7	200.0	3000.0	0.0	8	300.0	3000.0	0.0	9	400.0	3000.0	0.0
10	500.0	3000.0	0.0	11	600.0	3000.0	0.0	12	700.0	3000.0	0.0
13	800.0	3000.0	0.0	14	900.0	3000.0	0.0	15	1000.0	3000.0	0.0
16	1100.0	3000.0	0.0	17	1200.0	3000.0	0.0	18	1300.0	3000.0	0.0
19	300.0	1100.0	0.0	20	600.0	1000.0	0.0	21	700.0	1000.0	0.0
22	800.0	1000.0	0.0	23	900.0	1000.0	0.0	24	1000.0	1000.0	0.0
25	1100.0	1000.0	0.0	26	1200.0	1000.0	0.0	27	1300.0	1000.0	0.0
28	100.0	300.0	0.0	29	700.0	3100.0	0.0	30	200.0	300.0	0.0
31	300.0	300.0	0.0	32	100.0	2900.0	0.0	33	400.0	1100.0	0.0
34	200.0	2900.0	0.0	35	300.0	2900.0	0.0	36	400.0	2900.0	0.0
37	500.0	2900.0	0.0	38	600.0	2900.0	0.0	39	700.0	2900.0	0.0
40	800.0	2900.0	0.0	41	900.0	2900.0	0.0	42	1000.0	2900.0	0.0
43	1100.0	2900.0	0.0	44	1200.0	2900.0	0.0	45	1300.0	2900.0	0.0
46	500.0	1100.0	0.0	47	400.0	300.0	0.0	48	500.0	300.0	0.0
49	600.0	300.0	0.0	50	700.0	300.0	0.0	51	800.0	300.0	0.0
52	900.0	300.0	0.0	53	1000.0	300.0	0.0	54	1100.0	300.0	0.0
55	1200.0	300.0	0.0	56	1300.0	300.0	0.0	57	600.0	1100.0	0.0
58	700.0	1100.0	0.0	59	100.0	2800.0	0.0	60	1000.0	3200.0	0.0
61	200.0	2800.0	0.0	62	300.0	2800.0	0.0	63	400.0	2800.0	0.0
64	500.0	2800.0	0.0	65	600.0	2800.0	0.0	66	700.0	2800.0	0.0
67	800.0	2800.0	0.0	68	900.0	2800.0	0.0	69	1000.0	2800.0	0.0
70	1100.0	2800.0	0.0	71	1200.0	2800.0	0.0	72	1300.0	2800.0	0.0
73	800.0	1100.0	0.0	74	100.0	3200.0	0.0	75	1100.0	3200.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 23 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

76	200.0	3200.0	0.0	77	300.0	3200.0	0.0	78	400.0	3200.0	0.0
79	500.0	3200.0	0.0	80	600.0	3200.0	0.0	81	700.0	3200.0	0.0
82	100.0	3500.0	0.0	83	100.0	3900.0	0.0	84	100.0	200.0	0.0
85	800.0	3100.0	0.0	86	100.0	2700.0	0.0	87	200.0	200.0	0.0
88	200.0	2700.0	0.0	89	300.0	2700.0	0.0	90	400.0	2700.0	0.0
91	500.0	2700.0	0.0	92	600.0	2700.0	0.0	93	700.0	2700.0	0.0
94	800.0	2700.0	0.0	95	900.0	2700.0	0.0	96	1000.0	2700.0	0.0
97	1100.0	2700.0	0.0	98	1200.0	2700.0	0.0	99	1300.0	2700.0	0.0
100	900.0	1100.0	0.0	101	300.0	200.0	0.0	102	400.0	200.0	0.0
103	500.0	200.0	0.0	104	600.0	200.0	0.0	105	700.0	200.0	0.0
106	800.0	200.0	0.0	107	900.0	200.0	0.0	108	1000.0	200.0	0.0
109	1100.0	200.0	0.0	110	1200.0	200.0	0.0	111	1300.0	200.0	0.0
112	1000.0	1100.0	0.0	113	100.0	2600.0	0.0	114	800.0	3200.0	0.0
115	200.0	2600.0	0.0	116	300.0	2600.0	0.0	117	400.0	2600.0	0.0
118	500.0	2600.0	0.0	119	600.0	2600.0	0.0	120	700.0	2600.0	0.0
121	800.0	2600.0	0.0	122	900.0	2600.0	0.0	123	1000.0	2600.0	0.0
124	1100.0	2600.0	0.0	125	1200.0	2600.0	0.0	126	1300.0	2600.0	0.0
127	1100.0	1100.0	0.0	128	200.0	3900.0	0.0	129	300.0	3900.0	0.0
130	400.0	3900.0	0.0	131	500.0	3900.0	0.0	132	600.0	3900.0	0.0
133	700.0	3900.0	0.0	134	800.0	3900.0	0.0	135	900.0	3900.0	0.0
136	1000.0	3900.0	0.0	137	1100.0	3900.0	0.0	138	1200.0	3900.0	0.0
139	100.0	100.0	0.0	140	100.0	2500.0	0.0	141	900.0	3100.0	0.0
142	200.0	2500.0	0.0	143	300.0	2500.0	0.0	144	400.0	2500.0	0.0
145	500.0	2500.0	0.0	146	600.0	2500.0	0.0	147	700.0	2500.0	0.0
148	800.0	2500.0	0.0	149	900.0	2500.0	0.0	150	1000.0	2500.0	0.0
151	1100.0	2500.0	0.0	152	1200.0	2500.0	0.0	153	1300.0	2500.0	0.0
154	1200.0	1100.0	0.0	155	200.0	100.0	0.0	156	300.0	100.0	0.0
157	400.0	100.0	0.0	158	500.0	100.0	0.0	159	600.0	100.0	0.0
160	700.0	100.0	0.0	161	800.0	100.0	0.0	162	900.0	100.0	0.0
163	1000.0	100.0	0.0	164	1100.0	100.0	0.0	165	1200.0	100.0	0.0
166	1300.0	100.0	0.0	167	100.0	2400.0	0.0	168	1300.0	1100.0	0.0
169	200.0	2400.0	0.0	170	300.0	2400.0	0.0	171	400.0	2400.0	0.0
172	500.0	2400.0	0.0	173	600.0	2400.0	0.0	174	700.0	2400.0	0.0
175	800.0	2400.0	0.0	176	900.0	2400.0	0.0	177	1000.0	2400.0	0.0
178	1100.0	2400.0	0.0	179	1200.0	2400.0	0.0	180	1300.0	2400.0	0.0
181	1100.0	400.0	0.0	182	1300.0	3900.0	0.0	183	700.0	3600.0	0.0
184	200.0	3500.0	0.0	185	300.0	3500.0	0.0	186	400.0	3500.0	0.0
187	500.0	3500.0	0.0	188	600.0	3500.0	0.0	189	700.0	3500.0	0.0
190	800.0	3500.0	0.0	191	900.0	3500.0	0.0	192	1000.0	3500.0	0.0
193	1100.0	3500.0	0.0	194	100.0	2300.0	0.0	195	100.0	0.0	0.0
196	200.0	2300.0	0.0	197	300.0	2300.0	0.0	198	400.0	2300.0	0.0
199	500.0	2300.0	0.0	200	600.0	2300.0	0.0	201	700.0	2300.0	0.0
202	800.0	2300.0	0.0	203	900.0	2300.0	0.0	204	1000.0	2300.0	0.0
205	1100.0	2300.0	0.0	206	1200.0	2300.0	0.0	207	1300.0	2300.0	0.0
208	800.0	3600.0	0.0	209	200.0	0.0	0.0	210	300.0	0.0	0.0
211	400.0	0.0	0.0	212	500.0	0.0	0.0	213	600.0	0.0	0.0
214	700.0	0.0	0.0	215	800.0	0.0	0.0	216	900.0	0.0	0.0
217	1000.0	0.0	0.0	218	1100.0	0.0	0.0	219	1200.0	0.0	0.0
220	1300.0	0.0	0.0	221	100.0	2200.0	0.0	222	900.0	3600.0	0.0
223	200.0	2200.0	0.0	224	300.0	2200.0	0.0	225	400.0	2200.0	0.0
226	500.0	2200.0	0.0	227	600.0	2200.0	0.0	228	700.0	2200.0	0.0
229	800.0	2200.0	0.0	230	900.0	2200.0	0.0	231	1000.0	2200.0	0.0
232	1100.0	2200.0	0.0	233	1200.0	2200.0	0.0	234	1300.0	2200.0	0.0
235	1000.0	3600.0	0.0	236	1200.0	3500.0	0.0	237	1300.0	3500.0	0.0
238	100.0	3800.0	0.0	239	1100.0	3600.0	0.0	240	200.0	3800.0	0.0
241	300.0	3800.0	0.0	242	400.0	3800.0	0.0	243	500.0	3800.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 24 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

244	600.0	3800.0	0.0	245	700.0	3800.0	0.0	246	800.0	3800.0	0.0
247	900.0	3800.0	0.0	248	100.0	2100.0	0.0	249	1000.0	3800.0	0.0
250	200.0	2100.0	0.0	251	300.0	2100.0	0.0	252	400.0	2100.0	0.0
253	500.0	2100.0	0.0	254	600.0	2100.0	0.0	255	700.0	2100.0	0.0
256	800.0	2100.0	0.0	257	900.0	2100.0	0.0	258	1000.0	2100.0	0.0
259	1100.0	2100.0	0.0	260	1200.0	2100.0	0.0	261	1300.0	2100.0	0.0
262	1200.0	3600.0	0.0	263	100.0	800.0	0.0	264	1000.0	3100.0	0.0
265	200.0	800.0	0.0	266	300.0	800.0	0.0	267	400.0	800.0	0.0
268	500.0	800.0	0.0	269	600.0	800.0	0.0	270	700.0	800.0	0.0
271	800.0	800.0	0.0	272	900.0	800.0	0.0	273	1000.0	800.0	0.0
274	1100.0	800.0	0.0	275	100.0	2000.0	0.0	276	1200.0	800.0	0.0
277	200.0	2000.0	0.0	278	300.0	2000.0	0.0	279	400.0	2000.0	0.0
280	500.0	2000.0	0.0	281	600.0	2000.0	0.0	282	700.0	2000.0	0.0
283	800.0	2000.0	0.0	284	900.0	2000.0	0.0	285	1000.0	2000.0	0.0
286	1100.0	2000.0	0.0	287	1200.0	2000.0	0.0	288	1300.0	2000.0	0.0
289	1300.0	3600.0	0.0	290	1300.0	800.0	0.0	291	1200.0	400.0	0.0
292	1100.0	3800.0	0.0	293	1200.0	3800.0	0.0	294	1300.0	3800.0	0.0
295	1300.0	400.0	0.0	296	100.0	3300.0	0.0	297	900.0	3200.0	0.0
298	200.0	3300.0	0.0	299	300.0	3300.0	0.0	300	400.0	3300.0	0.0
301	500.0	3300.0	0.0	302	100.0	1900.0	0.0	303	600.0	3300.0	0.0
304	200.0	1900.0	0.0	305	300.0	1900.0	0.0	306	400.0	1900.0	0.0
307	500.0	1900.0	0.0	308	600.0	1900.0	0.0	309	700.0	1900.0	0.0
310	800.0	1900.0	0.0	311	900.0	1900.0	0.0	312	1000.0	1900.0	0.0
313	1100.0	1900.0	0.0	314	1200.0	1900.0	0.0	315	1300.0	1900.0	0.0
316	1300.0	3300.0	0.0	317	700.0	3300.0	0.0	318	100.0	700.0	0.0
319	1100.0	3100.0	0.0	320	200.0	700.0	0.0	321	300.0	700.0	0.0
322	400.0	700.0	0.0	323	500.0	700.0	0.0	324	600.0	700.0	0.0
325	700.0	700.0	0.0	326	800.0	700.0	0.0	327	900.0	700.0	0.0
328	1000.0	700.0	0.0	329	100.0	1800.0	0.0	330	1100.0	700.0	0.0
331	200.0	1800.0	0.0	332	300.0	1800.0	0.0	333	400.0	1800.0	0.0
334	500.0	1800.0	0.0	335	600.0	1800.0	0.0	336	700.0	1800.0	0.0
337	800.0	1800.0	0.0	338	900.0	1800.0	0.0	339	1000.0	1800.0	0.0
340	1100.0	1800.0	0.0	341	1200.0	1800.0	0.0	342	1300.0	1800.0	0.0
343	100.0	1000.0	0.0	344	1200.0	700.0	0.0	345	1300.0	700.0	0.0
346	200.0	1000.0	0.0	347	800.0	3300.0	0.0	348	900.0	3300.0	0.0
349	1000.0	3300.0	0.0	350	1100.0	3300.0	0.0	351	100.0	3700.0	0.0
352	100.0	3400.0	0.0	353	200.0	3700.0	0.0	354	300.0	3700.0	0.0
355	400.0	3700.0	0.0	356	100.0	1700.0	0.0	357	500.0	3700.0	0.0
358	200.0	1700.0	0.0	359	300.0	1700.0	0.0	360	400.0	1700.0	0.0
361	500.0	1700.0	0.0	362	600.0	1700.0	0.0	363	700.0	1700.0	0.0
364	800.0	1700.0	0.0	365	900.0	1700.0	0.0	366	1000.0	1700.0	0.0
367	1100.0	1700.0	0.0	368	1200.0	1700.0	0.0	369	1300.0	1700.0	0.0
370	100.0	400.0	0.0	371	600.0	3700.0	0.0	372	700.0	3700.0	0.0
373	100.0	600.0	0.0	374	1200.0	3100.0	0.0	375	200.0	600.0	0.0
376	300.0	600.0	0.0	377	400.0	600.0	0.0	378	500.0	600.0	0.0
379	600.0	600.0	0.0	380	700.0	600.0	0.0	381	800.0	600.0	0.0
382	900.0	600.0	0.0	383	100.0	1600.0	0.0	384	100.0	3100.0	0.0
385	200.0	1600.0	0.0	386	300.0	1600.0	0.0	387	400.0	1600.0	0.0
388	500.0	1600.0	0.0	389	600.0	1600.0	0.0	390	700.0	1600.0	0.0
391	800.0	1600.0	0.0	392	900.0	1600.0	0.0	393	1000.0	1600.0	0.0
394	1100.0	1600.0	0.0	395	1200.0	1600.0	0.0	396	1300.0	1600.0	0.0
397	600.0	3100.0	0.0	398	1000.0	600.0	0.0	399	1100.0	600.0	0.0
400	1200.0	600.0	0.0	401	1300.0	600.0	0.0	402	200.0	400.0	0.0
403	800.0	3700.0	0.0	404	900.0	3700.0	0.0	405	1000.0	3700.0	0.0
406	1100.0	3700.0	0.0	407	1200.0	3700.0	0.0	408	1300.0	3700.0	0.0
409	300.0	400.0	0.0	410	100.0	1500.0	0.0	411	1200.0	3300.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 25 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

412	200.0	1500.0	0.0	413	300.0	1500.0	0.0	414	400.0	1500.0	0.0
415	500.0	1500.0	0.0	416	600.0	1500.0	0.0	417	700.0	1500.0	0.0
418	800.0	1500.0	0.0	419	900.0	1500.0	0.0	420	1000.0	1500.0	0.0
421	1100.0	1500.0	0.0	422	1200.0	1500.0	0.0	423	1300.0	1500.0	0.0
424	400.0	400.0	0.0	425	200.0	3400.0	0.0	426	300.0	3400.0	0.0
427	400.0	3400.0	0.0	428	500.0	3400.0	0.0	429	100.0	500.0	0.0
430	1300.0	3100.0	0.0	431	200.0	500.0	0.0	432	300.0	500.0	0.0
433	400.0	500.0	0.0	434	500.0	500.0	0.0	435	600.0	500.0	0.0
436	700.0	500.0	0.0	437	100.0	1400.0	0.0	438	200.0	3100.0	0.0
439	200.0	1400.0	0.0	440	300.0	1400.0	0.0	441	400.0	1400.0	0.0
442	500.0	1400.0	0.0	443	600.0	1400.0	0.0	444	700.0	1400.0	0.0
445	800.0	1400.0	0.0	446	900.0	1400.0	0.0	447	1000.0	1400.0	0.0
448	1100.0	1400.0	0.0	449	1200.0	1400.0	0.0	450	1300.0	1400.0	0.0
451	500.0	400.0	0.0	452	800.0	500.0	0.0	453	900.0	500.0	0.0
454	1000.0	500.0	0.0	455	1100.0	500.0	0.0	456	1200.0	500.0	0.0
457	1300.0	500.0	0.0	458	600.0	400.0	0.0	459	600.0	3400.0	0.0
460	700.0	3400.0	0.0	461	800.0	3400.0	0.0	462	900.0	3400.0	0.0
463	1000.0	3400.0	0.0	464	100.0	1300.0	0.0	465	300.0	3100.0	0.0
466	200.0	1300.0	0.0	467	300.0	1300.0	0.0	468	400.0	1300.0	0.0
469	500.0	1300.0	0.0	470	600.0	1300.0	0.0	471	700.0	1300.0	0.0
472	800.0	1300.0	0.0	473	900.0	1300.0	0.0	474	1000.0	1300.0	0.0
475	1100.0	1300.0	0.0	476	1200.0	1300.0	0.0	477	1300.0	1300.0	0.0
478	700.0	400.0	0.0	479	1100.0	3400.0	0.0	480	1200.0	3400.0	0.0
481	100.0	3600.0	0.0	482	1300.0	3400.0	0.0	483	200.0	3600.0	0.0
484	300.0	3600.0	0.0	485	400.0	3600.0	0.0	486	100.0	900.0	0.0
487	800.0	400.0	0.0	488	200.0	900.0	0.0	489	300.0	900.0	0.0
490	400.0	900.0	0.0	491	100.0	1200.0	0.0	492	400.0	3100.0	0.0
493	200.0	1200.0	0.0	494	300.0	1200.0	0.0	495	400.0	1200.0	0.0
496	500.0	1200.0	0.0	497	600.0	1200.0	0.0	498	700.0	1200.0	0.0
499	800.0	1200.0	0.0	500	900.0	1200.0	0.0	501	1000.0	1200.0	0.0
502	1100.0	1200.0	0.0	503	1200.0	1200.0	0.0	504	1300.0	1200.0	0.0
505	900.0	400.0	0.0	506	500.0	900.0	0.0	507	600.0	900.0	0.0
508	700.0	900.0	0.0	509	800.0	900.0	0.0	510	900.0	900.0	0.0
511	1000.0	900.0	0.0	512	1100.0	900.0	0.0	513	1200.0	900.0	0.0
514	1300.0	900.0	0.0	515	1000.0	400.0	0.0	516	500.0	3600.0	0.0
517	600.0	3600.0	0.0	518	100.0	1100.0	0.0	519	500.0	3100.0	0.0
520	200.0	1100.0	0.0								


8. MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL

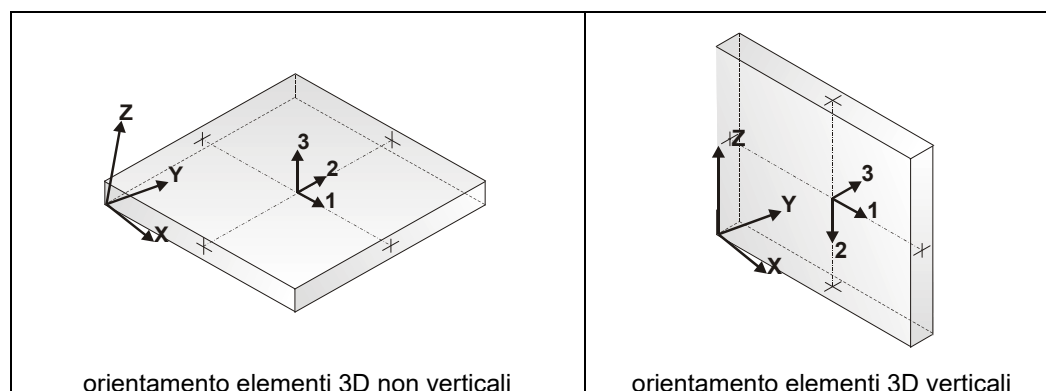
8.1 LEGENDA TABELLA DATI SHELL

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).

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



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 26 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	



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



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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 27 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01



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 17 - 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.	519	397	80	79	1	40.0	0.02	0.01
2	Guscio fond.	5	7	438	384	1	40.0	0.02	0.01
3	Guscio fond.	7	8	465	438	1	40.0	0.02	0.01
4	Guscio fond.	8	9	492	465	1	40.0	0.02	0.01
5	Guscio fond.	9	10	519	492	1	40.0	0.02	0.01
6	Guscio fond.	10	11	397	519	1	40.0	0.02	0.01
7	Guscio fond.	11	12	29	397	1	40.0	0.02	0.01
8	Guscio fond.	12	13	85	29	1	40.0	0.02	0.01
9	Guscio fond.	13	14	141	85	1	40.0	0.02	0.01
10	Guscio fond.	14	15	264	141	1	40.0	0.02	0.01
11	Guscio fond.	15	16	319	264	1	40.0	0.02	0.01
12	Guscio fond.	16	17	374	319	1	40.0	0.02	0.01
13	Guscio fond.	17	18	430	374	1	40.0	0.02	0.01
14	Guscio fond.	491	493	466	464	1	40.0	0.02	0.01
15	Guscio fond.	493	494	467	466	1	40.0	0.02	0.01
16	Guscio fond.	517	183	372	371	1	40.0	0.02	0.01
17	Guscio fond.	183	208	403	372	1	40.0	0.02	0.01
18	Guscio fond.	208	222	404	403	1	40.0	0.02	0.01
19	Guscio fond.	222	235	405	404	1	40.0	0.02	0.01
20	Guscio fond.	235	239	406	405	1	40.0	0.02	0.01
21	Guscio fond.	239	262	407	406	1	40.0	0.02	0.01
22	Guscio fond.	262	289	408	407	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 28 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01


23	Guscio fond.	343	346	520	518	1	40.0	0.02	0.01
24	Guscio fond.	346	2	19	520	1	40.0	0.02	0.01
25	Guscio fond.	2	3	33	19	1	40.0	0.02	0.01
26	Guscio fond.	3	4	46	33	1	40.0	0.02	0.01
27	Guscio fond.	4	20	57	46	1	40.0	0.02	0.01
28	Guscio fond.	32	34	7	5	1	40.0	0.02	0.01
29	Guscio fond.	34	35	8	7	1	40.0	0.02	0.01
30	Guscio fond.	35	36	9	8	1	40.0	0.02	0.01
31	Guscio fond.	36	37	10	9	1	40.0	0.02	0.01
32	Guscio fond.	37	38	11	10	1	40.0	0.02	0.01
33	Guscio fond.	38	39	12	11	1	40.0	0.02	0.01
34	Guscio fond.	39	40	13	12	1	40.0	0.02	0.01
35	Guscio fond.	40	41	14	13	1	40.0	0.02	0.01
36	Guscio fond.	41	42	15	14	1	40.0	0.02	0.01
37	Guscio fond.	42	43	16	15	1	40.0	0.02	0.01
38	Guscio fond.	43	44	17	16	1	40.0	0.02	0.01
39	Guscio fond.	44	45	18	17	1	40.0	0.02	0.01
40	Guscio fond.	494	495	468	467	1	40.0	0.02	0.01
41	Guscio fond.	29	85	114	81	1	40.0	0.02	0.01
42	Guscio fond.	370	402	431	429	1	40.0	0.02	0.01
43	Guscio fond.	402	409	432	431	1	40.0	0.02	0.01
44	Guscio fond.	409	424	433	432	1	40.0	0.02	0.01
45	Guscio fond.	424	451	434	433	1	40.0	0.02	0.01
46	Guscio fond.	451	458	435	434	1	40.0	0.02	0.01
47	Guscio fond.	458	478	436	435	1	40.0	0.02	0.01
48	Guscio fond.	478	487	452	436	1	40.0	0.02	0.01
49	Guscio fond.	487	505	453	452	1	40.0	0.02	0.01
50	Guscio fond.	505	515	454	453	1	40.0	0.02	0.01
51	Guscio fond.	515	181	455	454	1	40.0	0.02	0.01
52	Guscio fond.	181	291	456	455	1	40.0	0.02	0.01
53	Guscio fond.	291	295	457	456	1	40.0	0.02	0.01
54	Guscio fond.	59	61	34	32	1	40.0	0.02	0.01
55	Guscio fond.	61	62	35	34	1	40.0	0.02	0.01
56	Guscio fond.	62	63	36	35	1	40.0	0.02	0.01
57	Guscio fond.	63	64	37	36	1	40.0	0.02	0.01
58	Guscio fond.	64	65	38	37	1	40.0	0.02	0.01
59	Guscio fond.	65	66	39	38	1	40.0	0.02	0.01
60	Guscio fond.	66	67	40	39	1	40.0	0.02	0.01
61	Guscio fond.	67	68	41	40	1	40.0	0.02	0.01
62	Guscio fond.	68	69	42	41	1	40.0	0.02	0.01
63	Guscio fond.	69	70	43	42	1	40.0	0.02	0.01
64	Guscio fond.	70	71	44	43	1	40.0	0.02	0.01
65	Guscio fond.	71	72	45	44	1	40.0	0.02	0.01
66	Guscio fond.	495	496	469	468	1	40.0	0.02	0.01
67	Guscio fond.	496	497	470	469	1	40.0	0.02	0.01
68	Guscio fond.	20	21	58	57	1	40.0	0.02	0.01
69	Guscio fond.	21	22	73	58	1	40.0	0.02	0.01
70	Guscio fond.	22	23	100	73	1	40.0	0.02	0.01
71	Guscio fond.	23	24	112	100	1	40.0	0.02	0.01
72	Guscio fond.	24	25	127	112	1	40.0	0.02	0.01
73	Guscio fond.	25	26	154	127	1	40.0	0.02	0.01
74	Guscio fond.	26	27	168	154	1	40.0	0.02	0.01
75	Guscio fond.	497	498	471	470	1	40.0	0.02	0.01
76	Guscio fond.	498	499	472	471	1	40.0	0.02	0.01
77	Guscio fond.	499	500	473	472	1	40.0	0.02	0.01
78	Guscio fond.	500	501	474	473	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 29 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01


79	Guscio fond.	1	6	316	411	1	40.0	0.02	0.01
80	Guscio fond.	86	88	61	59	1	40.0	0.02	0.01
81	Guscio fond.	88	89	62	61	1	40.0	0.02	0.01
82	Guscio fond.	89	90	63	62	1	40.0	0.02	0.01
83	Guscio fond.	90	91	64	63	1	40.0	0.02	0.01
84	Guscio fond.	91	92	65	64	1	40.0	0.02	0.01
85	Guscio fond.	92	93	66	65	1	40.0	0.02	0.01
86	Guscio fond.	93	94	67	66	1	40.0	0.02	0.01
87	Guscio fond.	94	95	68	67	1	40.0	0.02	0.01
88	Guscio fond.	95	96	69	68	1	40.0	0.02	0.01
89	Guscio fond.	96	97	70	69	1	40.0	0.02	0.01
90	Guscio fond.	97	98	71	70	1	40.0	0.02	0.01
91	Guscio fond.	98	99	72	71	1	40.0	0.02	0.01
92	Guscio fond.	501	502	475	474	1	40.0	0.02	0.01
93	Guscio fond.	85	141	297	114	1	40.0	0.02	0.01
94	Guscio fond.	28	30	402	370	1	40.0	0.02	0.01
95	Guscio fond.	30	31	409	402	1	40.0	0.02	0.01
96	Guscio fond.	31	47	424	409	1	40.0	0.02	0.01
97	Guscio fond.	47	48	451	424	1	40.0	0.02	0.01
98	Guscio fond.	48	49	458	451	1	40.0	0.02	0.01
99	Guscio fond.	49	50	478	458	1	40.0	0.02	0.01
100	Guscio fond.	50	51	487	478	1	40.0	0.02	0.01
101	Guscio fond.	51	52	505	487	1	40.0	0.02	0.01
102	Guscio fond.	52	53	515	505	1	40.0	0.02	0.01
103	Guscio fond.	53	54	181	515	1	40.0	0.02	0.01
104	Guscio fond.	54	55	291	181	1	40.0	0.02	0.01
105	Guscio fond.	55	56	295	291	1	40.0	0.02	0.01
106	Guscio fond.	113	115	88	86	1	40.0	0.02	0.01
107	Guscio fond.	115	116	89	88	1	40.0	0.02	0.01
108	Guscio fond.	116	117	90	89	1	40.0	0.02	0.01
109	Guscio fond.	117	118	91	90	1	40.0	0.02	0.01
110	Guscio fond.	118	119	92	91	1	40.0	0.02	0.01
111	Guscio fond.	119	120	93	92	1	40.0	0.02	0.01
112	Guscio fond.	120	121	94	93	1	40.0	0.02	0.01
113	Guscio fond.	121	122	95	94	1	40.0	0.02	0.01
114	Guscio fond.	122	123	96	95	1	40.0	0.02	0.01
115	Guscio fond.	123	124	97	96	1	40.0	0.02	0.01
116	Guscio fond.	124	125	98	97	1	40.0	0.02	0.01
117	Guscio fond.	125	126	99	98	1	40.0	0.02	0.01
118	Guscio fond.	502	503	476	475	1	40.0	0.02	0.01
119	Guscio fond.	503	504	477	476	1	40.0	0.02	0.01
120	Guscio fond.	74	76	298	296	1	40.0	0.02	0.01
121	Guscio fond.	76	77	299	298	1	40.0	0.02	0.01
122	Guscio fond.	77	78	300	299	1	40.0	0.02	0.01
123	Guscio fond.	78	79	301	300	1	40.0	0.02	0.01
124	Guscio fond.	79	80	303	301	1	40.0	0.02	0.01
125	Guscio fond.	80	81	317	303	1	40.0	0.02	0.01
126	Guscio fond.	81	114	347	317	1	40.0	0.02	0.01
127	Guscio fond.	114	297	348	347	1	40.0	0.02	0.01
128	Guscio fond.	297	60	349	348	1	40.0	0.02	0.01
129	Guscio fond.	518	520	493	491	1	40.0	0.02	0.01
130	Guscio fond.	520	19	494	493	1	40.0	0.02	0.01
131	Guscio fond.	19	33	495	494	1	40.0	0.02	0.01
132	Guscio fond.	140	142	115	113	1	40.0	0.02	0.01
133	Guscio fond.	142	143	116	115	1	40.0	0.02	0.01
134	Guscio fond.	143	144	117	116	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 30 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01



135	Guscio fond.	144	145	118	117	1	40.0	0.02	0.01
136	Guscio fond.	145	146	119	118	1	40.0	0.02	0.01
137	Guscio fond.	146	147	120	119	1	40.0	0.02	0.01
138	Guscio fond.	147	148	121	120	1	40.0	0.02	0.01
139	Guscio fond.	148	149	122	121	1	40.0	0.02	0.01
140	Guscio fond.	149	150	123	122	1	40.0	0.02	0.01
141	Guscio fond.	150	151	124	123	1	40.0	0.02	0.01
142	Guscio fond.	151	152	125	124	1	40.0	0.02	0.01
143	Guscio fond.	152	153	126	125	1	40.0	0.02	0.01
144	Guscio fond.	455	456	400	399	1	40.0	0.02	0.01
145	Guscio fond.	141	264	60	297	1	40.0	0.02	0.01
146	Guscio fond.	84	87	30	28	1	40.0	0.02	0.01
147	Guscio fond.	87	101	31	30	1	40.0	0.02	0.01
148	Guscio fond.	101	102	47	31	1	40.0	0.02	0.01
149	Guscio fond.	102	103	48	47	1	40.0	0.02	0.01
150	Guscio fond.	103	104	49	48	1	40.0	0.02	0.01
151	Guscio fond.	104	105	50	49	1	40.0	0.02	0.01
152	Guscio fond.	105	106	51	50	1	40.0	0.02	0.01
153	Guscio fond.	106	107	52	51	1	40.0	0.02	0.01
154	Guscio fond.	107	108	53	52	1	40.0	0.02	0.01
155	Guscio fond.	108	109	54	53	1	40.0	0.02	0.01
156	Guscio fond.	109	110	55	54	1	40.0	0.02	0.01
157	Guscio fond.	110	111	56	55	1	40.0	0.02	0.01
158	Guscio fond.	167	169	142	140	1	40.0	0.02	0.01
159	Guscio fond.	169	170	143	142	1	40.0	0.02	0.01
160	Guscio fond.	170	171	144	143	1	40.0	0.02	0.01
161	Guscio fond.	171	172	145	144	1	40.0	0.02	0.01
162	Guscio fond.	172	173	146	145	1	40.0	0.02	0.01
163	Guscio fond.	173	174	147	146	1	40.0	0.02	0.01
164	Guscio fond.	174	175	148	147	1	40.0	0.02	0.01
165	Guscio fond.	175	176	149	148	1	40.0	0.02	0.01
166	Guscio fond.	176	177	150	149	1	40.0	0.02	0.01
167	Guscio fond.	177	178	151	150	1	40.0	0.02	0.01
168	Guscio fond.	178	179	152	151	1	40.0	0.02	0.01
169	Guscio fond.	179	180	153	152	1	40.0	0.02	0.01
170	Guscio fond.	381	382	327	326	1	40.0	0.02	0.01
171	Guscio fond.	382	398	328	327	1	40.0	0.02	0.01
172	Guscio fond.	33	46	496	495	1	40.0	0.02	0.01
173	Guscio fond.	46	57	497	496	1	40.0	0.02	0.01
174	Guscio fond.	57	58	498	497	1	40.0	0.02	0.01
175	Guscio fond.	58	73	499	498	1	40.0	0.02	0.01
176	Guscio fond.	73	100	500	499	1	40.0	0.02	0.01
177	Guscio fond.	100	112	501	500	1	40.0	0.02	0.01
178	Guscio fond.	112	127	502	501	1	40.0	0.02	0.01
179	Guscio fond.	127	154	503	502	1	40.0	0.02	0.01
180	Guscio fond.	154	168	504	503	1	40.0	0.02	0.01
181	Guscio fond.	398	399	330	328	1	40.0	0.02	0.01
182	Guscio fond.	60	75	350	349	1	40.0	0.02	0.01
183	Guscio fond.	82	184	483	481	1	40.0	0.02	0.01
184	Guscio fond.	194	196	169	167	1	40.0	0.02	0.01
185	Guscio fond.	196	197	170	169	1	40.0	0.02	0.01
186	Guscio fond.	197	198	171	170	1	40.0	0.02	0.01
187	Guscio fond.	198	199	172	171	1	40.0	0.02	0.01
188	Guscio fond.	199	200	173	172	1	40.0	0.02	0.01
189	Guscio fond.	200	201	174	173	1	40.0	0.02	0.01
190	Guscio fond.	201	202	175	174	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 31 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01


191	Guscio fond.	202	203	176	175	1	40.0	0.02	0.01
192	Guscio fond.	203	204	177	176	1	40.0	0.02	0.01
193	Guscio fond.	204	205	178	177	1	40.0	0.02	0.01
194	Guscio fond.	205	206	179	178	1	40.0	0.02	0.01
195	Guscio fond.	206	207	180	179	1	40.0	0.02	0.01
196	Guscio fond.	399	400	344	330	1	40.0	0.02	0.01
197	Guscio fond.	264	319	75	60	1	40.0	0.02	0.01
198	Guscio fond.	139	155	87	84	1	40.0	0.02	0.01
199	Guscio fond.	155	156	101	87	1	40.0	0.02	0.01
200	Guscio fond.	156	157	102	101	1	40.0	0.02	0.01
201	Guscio fond.	157	158	103	102	1	40.0	0.02	0.01
202	Guscio fond.	158	159	104	103	1	40.0	0.02	0.01
203	Guscio fond.	159	160	105	104	1	40.0	0.02	0.01
204	Guscio fond.	160	161	106	105	1	40.0	0.02	0.01
205	Guscio fond.	161	162	107	106	1	40.0	0.02	0.01
206	Guscio fond.	162	163	108	107	1	40.0	0.02	0.01
207	Guscio fond.	163	164	109	108	1	40.0	0.02	0.01
208	Guscio fond.	164	165	110	109	1	40.0	0.02	0.01
209	Guscio fond.	165	166	111	110	1	40.0	0.02	0.01
210	Guscio fond.	221	223	196	194	1	40.0	0.02	0.01
211	Guscio fond.	223	224	197	196	1	40.0	0.02	0.01
212	Guscio fond.	224	225	198	197	1	40.0	0.02	0.01
213	Guscio fond.	225	226	199	198	1	40.0	0.02	0.01
214	Guscio fond.	226	227	200	199	1	40.0	0.02	0.01
215	Guscio fond.	227	228	201	200	1	40.0	0.02	0.01
216	Guscio fond.	228	229	202	201	1	40.0	0.02	0.01
217	Guscio fond.	229	230	203	202	1	40.0	0.02	0.01
218	Guscio fond.	230	231	204	203	1	40.0	0.02	0.01
219	Guscio fond.	231	232	205	204	1	40.0	0.02	0.01
220	Guscio fond.	232	233	206	205	1	40.0	0.02	0.01
221	Guscio fond.	233	234	207	206	1	40.0	0.02	0.01
222	Guscio fond.	400	401	345	344	1	40.0	0.02	0.01
223	Guscio fond.	456	457	401	400	1	40.0	0.02	0.01
224	Guscio fond.	184	185	484	483	1	40.0	0.02	0.01
225	Guscio fond.	185	186	485	484	1	40.0	0.02	0.01
226	Guscio fond.	186	187	516	485	1	40.0	0.02	0.01
227	Guscio fond.	187	188	517	516	1	40.0	0.02	0.01
228	Guscio fond.	188	189	183	517	1	40.0	0.02	0.01
229	Guscio fond.	189	190	208	183	1	40.0	0.02	0.01
230	Guscio fond.	190	191	222	208	1	40.0	0.02	0.01
231	Guscio fond.	191	192	235	222	1	40.0	0.02	0.01
232	Guscio fond.	192	193	239	235	1	40.0	0.02	0.01
233	Guscio fond.	193	236	262	239	1	40.0	0.02	0.01
234	Guscio fond.	236	237	289	262	1	40.0	0.02	0.01
235	Guscio fond.	238	240	128	83	1	40.0	0.02	0.01
236	Guscio fond.	248	250	223	221	1	40.0	0.02	0.01
237	Guscio fond.	250	251	224	223	1	40.0	0.02	0.01
238	Guscio fond.	251	252	225	224	1	40.0	0.02	0.01
239	Guscio fond.	252	253	226	225	1	40.0	0.02	0.01
240	Guscio fond.	253	254	227	226	1	40.0	0.02	0.01
241	Guscio fond.	254	255	228	227	1	40.0	0.02	0.01
242	Guscio fond.	255	256	229	228	1	40.0	0.02	0.01
243	Guscio fond.	256	257	230	229	1	40.0	0.02	0.01
244	Guscio fond.	257	258	231	230	1	40.0	0.02	0.01
245	Guscio fond.	258	259	232	231	1	40.0	0.02	0.01
246	Guscio fond.	259	260	233	232	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 32 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01


247	Guscio fond.	260	261	234	233	1	40.0	0.02	0.01
248	Guscio fond.	480	482	237	236	1	40.0	0.02	0.01
249	Guscio fond.	319	374	1	75	1	40.0	0.02	0.01
250	Guscio fond.	195	209	155	139	1	40.0	0.02	0.01
251	Guscio fond.	209	210	156	155	1	40.0	0.02	0.01
252	Guscio fond.	210	211	157	156	1	40.0	0.02	0.01
253	Guscio fond.	211	212	158	157	1	40.0	0.02	0.01
254	Guscio fond.	212	213	159	158	1	40.0	0.02	0.01
255	Guscio fond.	213	214	160	159	1	40.0	0.02	0.01
256	Guscio fond.	214	215	161	160	1	40.0	0.02	0.01
257	Guscio fond.	215	216	162	161	1	40.0	0.02	0.01
258	Guscio fond.	216	217	163	162	1	40.0	0.02	0.01
259	Guscio fond.	217	218	164	163	1	40.0	0.02	0.01
260	Guscio fond.	218	219	165	164	1	40.0	0.02	0.01
261	Guscio fond.	219	220	166	165	1	40.0	0.02	0.01
262	Guscio fond.	275	277	250	248	1	40.0	0.02	0.01
263	Guscio fond.	277	278	251	250	1	40.0	0.02	0.01
264	Guscio fond.	278	279	252	251	1	40.0	0.02	0.01
265	Guscio fond.	279	280	253	252	1	40.0	0.02	0.01
266	Guscio fond.	280	281	254	253	1	40.0	0.02	0.01
267	Guscio fond.	281	282	255	254	1	40.0	0.02	0.01
268	Guscio fond.	282	283	256	255	1	40.0	0.02	0.01
269	Guscio fond.	283	284	257	256	1	40.0	0.02	0.01
270	Guscio fond.	284	285	258	257	1	40.0	0.02	0.01
271	Guscio fond.	285	286	259	258	1	40.0	0.02	0.01
272	Guscio fond.	286	287	260	259	1	40.0	0.02	0.01
273	Guscio fond.	287	288	261	260	1	40.0	0.02	0.01
274	Guscio fond.	481	483	353	351	1	40.0	0.02	0.01
275	Guscio fond.	483	484	354	353	1	40.0	0.02	0.01
276	Guscio fond.	240	241	129	128	1	40.0	0.02	0.01
277	Guscio fond.	241	242	130	129	1	40.0	0.02	0.01
278	Guscio fond.	242	243	131	130	1	40.0	0.02	0.01
279	Guscio fond.	243	244	132	131	1	40.0	0.02	0.01
280	Guscio fond.	244	245	133	132	1	40.0	0.02	0.01
281	Guscio fond.	245	246	134	133	1	40.0	0.02	0.01
282	Guscio fond.	246	247	135	134	1	40.0	0.02	0.01
283	Guscio fond.	247	249	136	135	1	40.0	0.02	0.01
284	Guscio fond.	249	292	137	136	1	40.0	0.02	0.01
285	Guscio fond.	292	293	138	137	1	40.0	0.02	0.01
286	Guscio fond.	293	294	182	138	1	40.0	0.02	0.01
287	Guscio fond.	484	485	355	354	1	40.0	0.02	0.01
288	Guscio fond.	302	304	277	275	1	40.0	0.02	0.01
289	Guscio fond.	304	305	278	277	1	40.0	0.02	0.01
290	Guscio fond.	305	306	279	278	1	40.0	0.02	0.01
291	Guscio fond.	306	307	280	279	1	40.0	0.02	0.01
292	Guscio fond.	307	308	281	280	1	40.0	0.02	0.01
293	Guscio fond.	308	309	282	281	1	40.0	0.02	0.01
294	Guscio fond.	309	310	283	282	1	40.0	0.02	0.01
295	Guscio fond.	310	311	284	283	1	40.0	0.02	0.01
296	Guscio fond.	311	312	285	284	1	40.0	0.02	0.01
297	Guscio fond.	312	313	286	285	1	40.0	0.02	0.01
298	Guscio fond.	313	314	287	286	1	40.0	0.02	0.01
299	Guscio fond.	314	315	288	287	1	40.0	0.02	0.01
300	Guscio fond.	485	516	357	355	1	40.0	0.02	0.01
301	Guscio fond.	374	430	6	1	1	40.0	0.02	0.01
302	Guscio fond.	486	488	346	343	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 33 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01



303	Guscio fond.	488	489	2	346	1	40.0	0.02	0.01
304	Guscio fond.	489	490	3	2	1	40.0	0.02	0.01
305	Guscio fond.	490	506	4	3	1	40.0	0.02	0.01
306	Guscio fond.	506	507	20	4	1	40.0	0.02	0.01
307	Guscio fond.	507	508	21	20	1	40.0	0.02	0.01
308	Guscio fond.	508	509	22	21	1	40.0	0.02	0.01
309	Guscio fond.	509	510	23	22	1	40.0	0.02	0.01
310	Guscio fond.	510	511	24	23	1	40.0	0.02	0.01
311	Guscio fond.	511	512	25	24	1	40.0	0.02	0.01
312	Guscio fond.	512	513	26	25	1	40.0	0.02	0.01
313	Guscio fond.	513	514	27	26	1	40.0	0.02	0.01
314	Guscio fond.	329	331	304	302	1	40.0	0.02	0.01
315	Guscio fond.	331	332	305	304	1	40.0	0.02	0.01
316	Guscio fond.	332	333	306	305	1	40.0	0.02	0.01
317	Guscio fond.	333	334	307	306	1	40.0	0.02	0.01
318	Guscio fond.	334	335	308	307	1	40.0	0.02	0.01
319	Guscio fond.	335	336	309	308	1	40.0	0.02	0.01
320	Guscio fond.	336	337	310	309	1	40.0	0.02	0.01
321	Guscio fond.	337	338	311	310	1	40.0	0.02	0.01
322	Guscio fond.	338	339	312	311	1	40.0	0.02	0.01
323	Guscio fond.	339	340	313	312	1	40.0	0.02	0.01
324	Guscio fond.	340	341	314	313	1	40.0	0.02	0.01
325	Guscio fond.	341	342	315	314	1	40.0	0.02	0.01
326	Guscio fond.	516	517	371	357	1	40.0	0.02	0.01
327	Guscio fond.	397	29	81	80	1	40.0	0.02	0.01
328	Guscio fond.	429	431	375	373	1	40.0	0.02	0.01
329	Guscio fond.	75	1	411	350	1	40.0	0.02	0.01
330	Guscio fond.	296	298	425	352	1	40.0	0.02	0.01
331	Guscio fond.	298	299	426	425	1	40.0	0.02	0.01
332	Guscio fond.	299	300	427	426	1	40.0	0.02	0.01
333	Guscio fond.	300	301	428	427	1	40.0	0.02	0.01
334	Guscio fond.	301	303	459	428	1	40.0	0.02	0.01
335	Guscio fond.	303	317	460	459	1	40.0	0.02	0.01
336	Guscio fond.	317	347	461	460	1	40.0	0.02	0.01
337	Guscio fond.	347	348	462	461	1	40.0	0.02	0.01
338	Guscio fond.	348	349	463	462	1	40.0	0.02	0.01
339	Guscio fond.	349	350	479	463	1	40.0	0.02	0.01
340	Guscio fond.	356	358	331	329	1	40.0	0.02	0.01
341	Guscio fond.	358	359	332	331	1	40.0	0.02	0.01
342	Guscio fond.	359	360	333	332	1	40.0	0.02	0.01
343	Guscio fond.	360	361	334	333	1	40.0	0.02	0.01
344	Guscio fond.	361	362	335	334	1	40.0	0.02	0.01
345	Guscio fond.	362	363	336	335	1	40.0	0.02	0.01
346	Guscio fond.	363	364	337	336	1	40.0	0.02	0.01
347	Guscio fond.	364	365	338	337	1	40.0	0.02	0.01
348	Guscio fond.	365	366	339	338	1	40.0	0.02	0.01
349	Guscio fond.	366	367	340	339	1	40.0	0.02	0.01
350	Guscio fond.	367	368	341	340	1	40.0	0.02	0.01
351	Guscio fond.	368	369	342	341	1	40.0	0.02	0.01
352	Guscio fond.	431	432	376	375	1	40.0	0.02	0.01
353	Guscio fond.	432	433	377	376	1	40.0	0.02	0.01
354	Guscio fond.	263	265	488	486	1	40.0	0.02	0.01
355	Guscio fond.	265	266	489	488	1	40.0	0.02	0.01
356	Guscio fond.	266	267	490	489	1	40.0	0.02	0.01
357	Guscio fond.	267	268	506	490	1	40.0	0.02	0.01
358	Guscio fond.	268	269	507	506	1	40.0	0.02	0.01



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 34 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

359	Guscio fond.	269	270	508	507	1	40.0	0.02	0.01
360	Guscio fond.	270	271	509	508	1	40.0	0.02	0.01
361	Guscio fond.	271	272	510	509	1	40.0	0.02	0.01
362	Guscio fond.	272	273	511	510	1	40.0	0.02	0.01
363	Guscio fond.	273	274	512	511	1	40.0	0.02	0.01
364	Guscio fond.	274	276	513	512	1	40.0	0.02	0.01
365	Guscio fond.	384	438	76	74	1	40.0	0.02	0.01
366	Guscio fond.	383	385	358	356	1	40.0	0.02	0.01
367	Guscio fond.	385	386	359	358	1	40.0	0.02	0.01
368	Guscio fond.	386	387	360	359	1	40.0	0.02	0.01
369	Guscio fond.	387	388	361	360	1	40.0	0.02	0.01
370	Guscio fond.	388	389	362	361	1	40.0	0.02	0.01
371	Guscio fond.	389	390	363	362	1	40.0	0.02	0.01
372	Guscio fond.	390	391	364	363	1	40.0	0.02	0.01
373	Guscio fond.	391	392	365	364	1	40.0	0.02	0.01
374	Guscio fond.	392	393	366	365	1	40.0	0.02	0.01
375	Guscio fond.	393	394	367	366	1	40.0	0.02	0.01
376	Guscio fond.	394	395	368	367	1	40.0	0.02	0.01
377	Guscio fond.	395	396	369	368	1	40.0	0.02	0.01
378	Guscio fond.	433	434	378	377	1	40.0	0.02	0.01
379	Guscio fond.	276	290	514	513	1	40.0	0.02	0.01
380	Guscio fond.	434	435	379	378	1	40.0	0.02	0.01
381	Guscio fond.	350	411	480	479	1	40.0	0.02	0.01
382	Guscio fond.	351	353	240	238	1	40.0	0.02	0.01
383	Guscio fond.	353	354	241	240	1	40.0	0.02	0.01
384	Guscio fond.	354	355	242	241	1	40.0	0.02	0.01
385	Guscio fond.	355	357	243	242	1	40.0	0.02	0.01
386	Guscio fond.	357	371	244	243	1	40.0	0.02	0.01
387	Guscio fond.	371	372	245	244	1	40.0	0.02	0.01
388	Guscio fond.	372	403	246	245	1	40.0	0.02	0.01
389	Guscio fond.	403	404	247	246	1	40.0	0.02	0.01
390	Guscio fond.	404	405	249	247	1	40.0	0.02	0.01
391	Guscio fond.	438	465	77	76	1	40.0	0.02	0.01
392	Guscio fond.	410	412	385	383	1	40.0	0.02	0.01
393	Guscio fond.	412	413	386	385	1	40.0	0.02	0.01
394	Guscio fond.	413	414	387	386	1	40.0	0.02	0.01
395	Guscio fond.	414	415	388	387	1	40.0	0.02	0.01
396	Guscio fond.	415	416	389	388	1	40.0	0.02	0.01
397	Guscio fond.	416	417	390	389	1	40.0	0.02	0.01
398	Guscio fond.	417	418	391	390	1	40.0	0.02	0.01
399	Guscio fond.	418	419	392	391	1	40.0	0.02	0.01
400	Guscio fond.	419	420	393	392	1	40.0	0.02	0.01
401	Guscio fond.	420	421	394	393	1	40.0	0.02	0.01
402	Guscio fond.	421	422	395	394	1	40.0	0.02	0.01
403	Guscio fond.	422	423	396	395	1	40.0	0.02	0.01
404	Guscio fond.	435	436	380	379	1	40.0	0.02	0.01
405	Guscio fond.	405	406	292	249	1	40.0	0.02	0.01
406	Guscio fond.	406	407	293	292	1	40.0	0.02	0.01
407	Guscio fond.	407	408	294	293	1	40.0	0.02	0.01
408	Guscio fond.	318	320	265	263	1	40.0	0.02	0.01
409	Guscio fond.	320	321	266	265	1	40.0	0.02	0.01
410	Guscio fond.	321	322	267	266	1	40.0	0.02	0.01
411	Guscio fond.	322	323	268	267	1	40.0	0.02	0.01
412	Guscio fond.	323	324	269	268	1	40.0	0.02	0.01
413	Guscio fond.	324	325	270	269	1	40.0	0.02	0.01
414	Guscio fond.	325	326	271	270	1	40.0	0.02	0.01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 35 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

415	Guscio fond.	326	327	272	271	1	40.0	0.02	0.01
416	Guscio fond.	327	328	273	272	1	40.0	0.02	0.01
417	Guscio fond.	465	492	78	77	1	40.0	0.02	0.01
418	Guscio fond.	437	439	412	410	1	40.0	0.02	0.01
419	Guscio fond.	439	440	413	412	1	40.0	0.02	0.01
420	Guscio fond.	440	441	414	413	1	40.0	0.02	0.01
421	Guscio fond.	441	442	415	414	1	40.0	0.02	0.01
422	Guscio fond.	442	443	416	415	1	40.0	0.02	0.01
423	Guscio fond.	443	444	417	416	1	40.0	0.02	0.01
424	Guscio fond.	444	445	418	417	1	40.0	0.02	0.01
425	Guscio fond.	445	446	419	418	1	40.0	0.02	0.01
426	Guscio fond.	446	447	420	419	1	40.0	0.02	0.01
427	Guscio fond.	447	448	421	420	1	40.0	0.02	0.01
428	Guscio fond.	448	449	422	421	1	40.0	0.02	0.01
429	Guscio fond.	449	450	423	422	1	40.0	0.02	0.01
430	Guscio fond.	436	452	381	380	1	40.0	0.02	0.01
431	Guscio fond.	328	330	274	273	1	40.0	0.02	0.01
432	Guscio fond.	330	344	276	274	1	40.0	0.02	0.01
433	Guscio fond.	344	345	290	276	1	40.0	0.02	0.01
434	Guscio fond.	452	453	382	381	1	40.0	0.02	0.01
435	Guscio fond.	453	454	398	382	1	40.0	0.02	0.01
436	Guscio fond.	411	316	482	480	1	40.0	0.02	0.01
437	Guscio fond.	352	425	184	82	1	40.0	0.02	0.01
438	Guscio fond.	425	426	185	184	1	40.0	0.02	0.01
439	Guscio fond.	426	427	186	185	1	40.0	0.02	0.01
440	Guscio fond.	427	428	187	186	1	40.0	0.02	0.01
441	Guscio fond.	428	459	188	187	1	40.0	0.02	0.01
442	Guscio fond.	459	460	189	188	1	40.0	0.02	0.01
443	Guscio fond.	492	519	79	78	1	40.0	0.02	0.01
444	Guscio fond.	464	466	439	437	1	40.0	0.02	0.01
445	Guscio fond.	466	467	440	439	1	40.0	0.02	0.01
446	Guscio fond.	467	468	441	440	1	40.0	0.02	0.01
447	Guscio fond.	468	469	442	441	1	40.0	0.02	0.01
448	Guscio fond.	469	470	443	442	1	40.0	0.02	0.01
449	Guscio fond.	470	471	444	443	1	40.0	0.02	0.01
450	Guscio fond.	471	472	445	444	1	40.0	0.02	0.01
451	Guscio fond.	472	473	446	445	1	40.0	0.02	0.01
452	Guscio fond.	473	474	447	446	1	40.0	0.02	0.01
453	Guscio fond.	474	475	448	447	1	40.0	0.02	0.01
454	Guscio fond.	475	476	449	448	1	40.0	0.02	0.01
455	Guscio fond.	476	477	450	449	1	40.0	0.02	0.01
456	Guscio fond.	454	455	399	398	1	40.0	0.02	0.01
457	Guscio fond.	460	461	190	189	1	40.0	0.02	0.01
458	Guscio fond.	461	462	191	190	1	40.0	0.02	0.01
459	Guscio fond.	462	463	192	191	1	40.0	0.02	0.01
460	Guscio fond.	463	479	193	192	1	40.0	0.02	0.01
461	Guscio fond.	479	480	236	193	1	40.0	0.02	0.01
462	Guscio fond.	373	375	320	318	1	40.0	0.02	0.01
463	Guscio fond.	375	376	321	320	1	40.0	0.02	0.01
464	Guscio fond.	376	377	322	321	1	40.0	0.02	0.01
465	Guscio fond.	377	378	323	322	1	40.0	0.02	0.01
466	Guscio fond.	378	379	324	323	1	40.0	0.02	0.01
467	Guscio fond.	379	380	325	324	1	40.0	0.02	0.01
468	Guscio fond.	380	381	326	325	1	40.0	0.02	0.01

 remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 36 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 37 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	



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:

Tabella 18 - valori caratteristici azioni

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, 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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 38 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

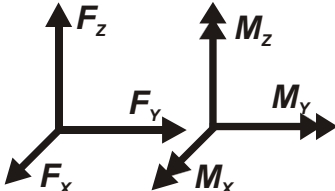
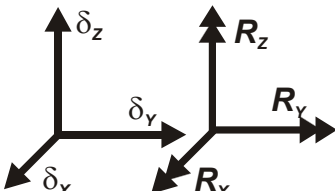
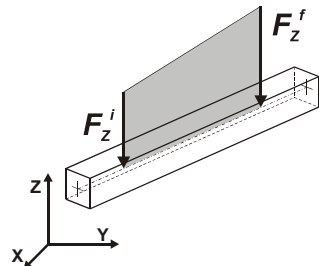
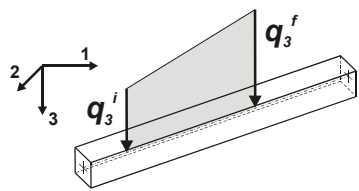
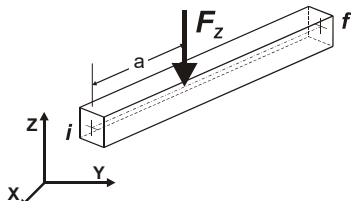
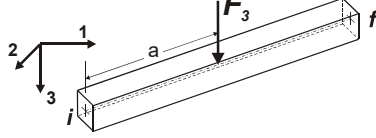
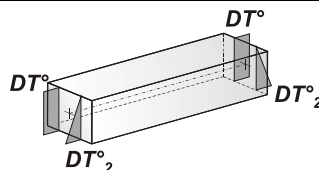
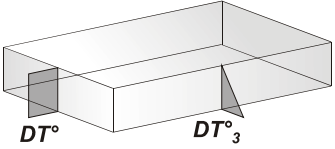
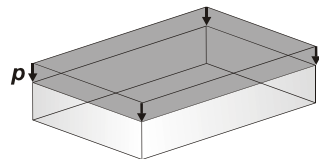
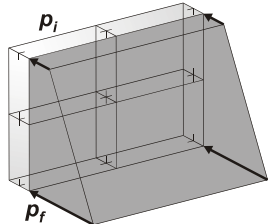


	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

Tabella 19 - Carico di pressione uniforme su piastra

Id	Tipo	pressione
		daN/ m2

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 39 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

Id	Tipo	pressione
1	PESO ACQUA-P3:p=-0.51	-5100.00

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 20 - 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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 40 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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 Sk_{sol} nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

Tabella 21 - Casi di carico inseriti

CDCTipo	Sigla Id	Note
1 Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2 Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) ACQUA	D3 :da 1 a 468 Azione : PESO ACQUA-P3:p=-0.51

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

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 41 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi11 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

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



$$G1 + G2 + Ad + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:
NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi0$	$\psi1$	$\psi2$
<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 ≤ 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).

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 42 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

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</i> <i>(Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Tabella 22 - Combinazioni di carico

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	Comb. SLU A1 1
2	SLU	Comb. SLU A1 2
3	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 3
4	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 4

Tabella 23 - Coefficienti di combinazione dei carichi



Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...
1	1.30	1.50
2	1.00	0.80
3	1.00	1.00
4	1.00	1.00

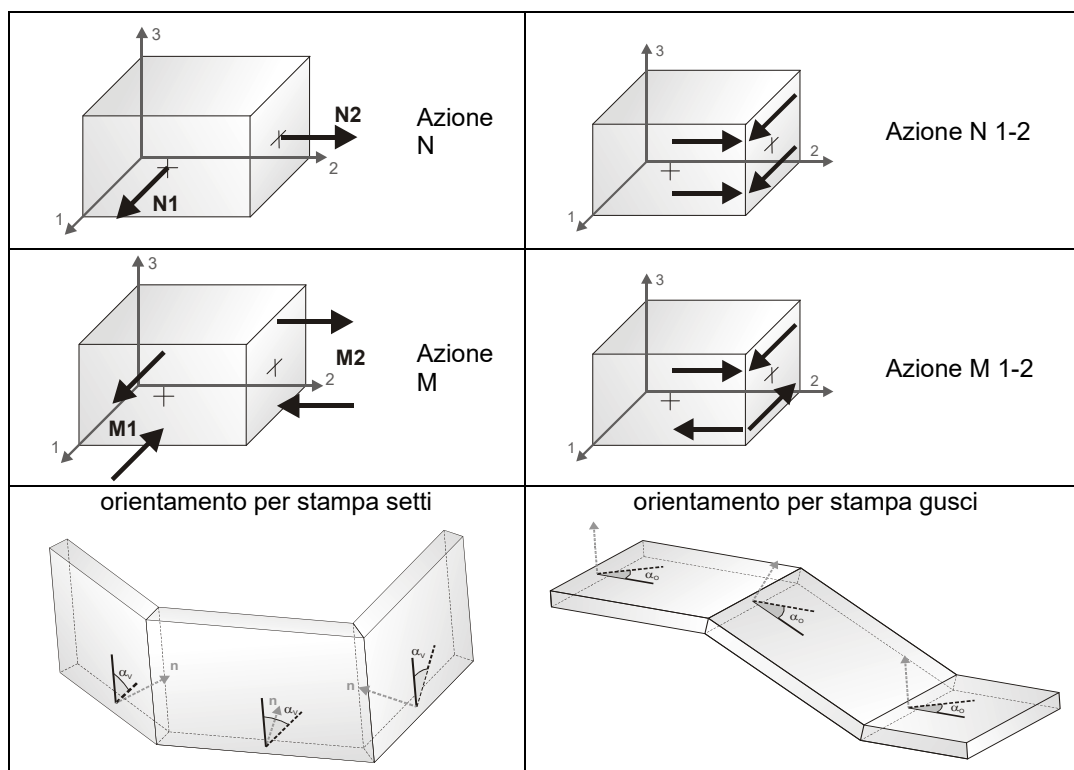
12. RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

12.1 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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 43 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	



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.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 44 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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.

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

La platea di fondazione è stata considerata come una Macro elemento di tipo a guscio, con id:1

Tabella 24 - Azioni agenti



M_G	Cmb	Nodo	N max daN/cm	N min daN/cm	N 1 daN/cm	N 2 daN/cm	N 1-2 daN/cm	M max daN	M min daN	M 1 daN	M 2 daN	M 1-2 daN
1	1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 45 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	



1	1	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...												
1	4	520	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M_G			N max	N min	N 1	N 2	N 1-2	M max	M min	M 1	M 2	M 1-2
				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		0.0	0.0	0.0

Tabella 25 - 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	1	519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		397	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		79	0.0	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-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 46 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

1	3	519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		397	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		397	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		384	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		384	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		384	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	4	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		438	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		492	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		492	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	4	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		492	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		465	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
...													
468	4	325	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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
						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		0.0	0.0	0.0

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 47 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

13. CALCOLO FONDAZIONI

13.1 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 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:

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



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 " $I_{r,crit}$ ":

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

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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 48 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

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

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

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

- 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
- 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 49 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- 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_r) 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:

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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche		Pag. 50 di 64	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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

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

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:

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

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

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

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

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

- 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:

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

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

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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche		Pag. 51 di 64	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

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

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

- 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

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

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

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

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

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

- 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 $N_c = 2 + \pi$.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 52 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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:



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

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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 53 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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



13.2 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 54 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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

13.3 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, 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 55 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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

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

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 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.



13.4 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 56 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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



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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 57 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- 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 $w_{Lib.}$).

13.5 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.



13.5.1 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
- 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 58 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

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.


13.5.2 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
- 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



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 59 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- 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.

13.5.3 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

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 60 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	



(nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

- Q_{max} / Q_{lim} 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).
- T_{Blim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- T_B / T_{Blim} rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- T_{Llim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- T_L / T_{Llim} 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)
- $S_{gm. Lt.}$ 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.

13.5.4 Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

- C_{mb} numero della combinazione di carico e tipologia
- N_{odo} 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 $w_{Lib.}$)

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 61 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

13.6 PARAMETRI DI CALCOLO

13.6.1 Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

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

13.6.2 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 %

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



- Coeff. parziale di sicurezza Fc (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (statico): 2,50

13.6.4 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.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 62 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

- Coeff. M1 per Tan ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. R3 capacità portante: 2,30
- Coeff. R3 scorrimento: 1,10

13.6.5 Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ($6 < Ca < 10$): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ($5 < Delta < 10$): 7
- Frazione di spinta passiva fSp: 30,00 %

13.6.6 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

13.7 ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Numero strati: 5

Profondità falda: 150,00 cm



Tabella 26 - 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

13.8 ARCHIVIO TERRENI

Tabella 27 - paramentri strati terreno

Indice / Descrizione terreno: 002 / RIPORTO
--

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 63 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 01

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	2,100 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 ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	%		
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.		
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.

13.9 DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI



Tabella 28 - parametri macro elemento

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	960.000	40.000	3.120.000	3.120.000

13.10 DATI DI CARICO DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Tabella 29 - Dati di carico degli elementi costituenti la platea macro n.1

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
1	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-4188600.0	-0.8950	-0.8950

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-R-RD-3054	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione di calcolo opere civili -Sistema di gestione acque meteoriche			Pag. 64 di 64
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_005	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 01	

13.11 VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Macro platea: 1

Risultati più gravosi:

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

$$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 3.0941 + 3.8612 + 0.0069$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.8950 / 6.9622 = 0,129 \text{ Ok (Cmb 01 SLU STR)}$$

$$TB / TB_{lim} = 0.0 / 1573679.0 = 0,000 \text{ Ok (Cmb 01 SLU STR)}$$

$$TL / TL_{lim} = 0.0 / 1570765.0 = 0,000 \text{ Ok (Cmb 01 SLU STR)}$$