I

Scatolari

Part I	Scatolari	1
1	Introduzione	1
2	Modellazione	2
3	Carichi	4
4	Analisi sismica	
5	Calcolo	
Part II	Menu	8
1	Menu	8
2	Menu File	9
3	Menu Dati	10
	Dati generali	11
	Dati sismici	
	Nodi	15
	Aste	
	Carichi concentrati sul terreno	
	Carichi ripartiti sul terreno	
	Carichi su fondazione	
	Carichi e vincon nel nou	
	Spinte terreno	27
	Combinazioni carichi	29
	Blocca input	30
4	Menu Archivi	31
	Materiali	31
	Sezioni	32
5	Menu Visualizza	33
6	Menu Opzioni	38
	Opzioni armature ·····	39
	Colori grafici	41
	Altezza testi	42
7	Menu Esegui	43
	Salva e calcola	44
	Visualizzazione risultati	44
•	Calcolo armature	
8		
Part III	Applicazioni	51
1	Esempio di calcolo	51
Part IV	Contatti	55
	Index	0

1 Scatolari

1

1.1 Introduzione

L'applicazione **Scatolari** è dedicata alla modellazione strutturale, al calcolo ed al disegno delle armature di strutture scatolari interrate in calcestruzzo armato per la realizzazione di sottopassi stradali, ferroviari o idraulici

nonchè di canali e vasche interrate allungate (è assente in questi ultimi due casi il traverso di copertura).

Nel programma l'analisi è limitata allo studio di una sezione trasversale (di larghezza unitaria) dello scatolare trascurando la terza dimensione (profondità) e cioè l'interazione con le sezioni trasversali adiacenti. Questa circostanza costituisce il principale limite di applicabilità del programma; limite comune, del resto, ai correnti calcoli dei muri sostegno, delle paratie, etc.

La struttura ha un comportamento sismico non dissipativo ed essendo incassata nel terreno per oltre l'80% si assume l'ipotesi che essa si muova con il suolo per cui le forze d'inerzia di progetto vengono determinate sulla base di un'accelerazione pari ad a_g ·S (§7.9.5.4.2 NTC 2018). Si assume a_g ·S pari a 0,1 nel caso in cui la struttura ricada in zona a bassa simicità (a_g ·S \leq 0,075).

1.2 Modellazione



Assumendo l'ipotesi di stato piano di deformazione, la tipologia strutturale adottata è quella di un portale chiuso dalla trave di fondazione su suolo elastico alla Winkler. Detta trave di fondazione può essere dotata (come nel caso in figura) di due sbalzi laterali. La struttura è definita dai nodi (in figura da N1 a N6) di estremità delle aste (in figura numerate da 1 a 6) le cui coordinate nodali sono riferite ad un sistema di riferimento generale X,Y con origine nel nodo N1. L'interazione tra le aste costituenti la fondazione (n. 1, 3, 6) ed il terreno su cui sono poggiate è modellata mediante molle discrete alla Winkler che sviluppano una reazione elastica solo nel caso di spostamenti delle travi di fondazione diretti verso il basso. Nei tratti in cui le travi di fondazione si sollevano viene cioè annullata la reazione elastica del terreno. In questo caso il calcolo diventa non lineare e viene svolto iterativamente. Di conseguenza per forti azioni orizzontali il calcolo può non convergere a causa del sollevamento progressivo della fondazione: viene così controllata automativamente la verifica al ribaltamento per tutte le combinazioni di carico assegnate (se invece dal calcolo vengono esposti i risultati, l'equilibrio al ribaltamento è implicitamente soddisfatto).

Per poter modellare la non linearità del terreno (annullamento delle reazioni di Winkler per spostamenti della fondazione e dei piedritti che comportino il distacco tra terreno e struttura) l'intera struttura dello scatolare viene discretizzata in aste di piccola lunghezza (vedi grafico seguente). Nei nodi delle aste così generate vengono concentrate le reazioni unidirezionali elastiche del terreno. Vengono altresì introdotte aste rigide in corrispondenza dei nodi strutturali per rendere il modello resistente dello scatolare più aderente al suo reale comportamento; tali aste rigide vengono escluse dalle verifiche di a presso-flessione e taglio effettuate invece per tutte le restanti aste deformabili. Per i piedritti è opzionalmente prevista la possibilità di avere reazioni alla Winkler non lineari ortogonali all'asse del piedritto a patto di essere in grado di valutare l'interazione piedritto-rinfianco (in genere si trascura questa interazione a favore di sicurezza).



Il terreno in cui lo scatolare è immerso è suddiviso in tre strati (vedi grafico seguente) a cui è possibile assegnare differenti caratteristiche geotecniche:

- ricoprimento gravante direttamente sul traverso (può avere anche spessore nullo);
- rinfianco a sinistra ed a destra dei due piedritti (può essere assente sia a sinistra che a destra);
- di fondazione.



Ponendo nullo sia lo spessore del terreno di ricoprimento che quello del traverso è possibile analizzare tipologie di vasche, canali e serbatoi interrati (e non) per i quali sia valida l'ipotesi di stato piano di deformazione.

É prevista la presenza di una falda a profondità variabile.

É possibile assegnare un battente d'acqua di altezza qualsiasi all'interno dello scatolare.

Tra le varie opzioni di calcolo è prevista pure la possibilità di modellare la reazione passiva del terreno di rinfianco mediante l'assegnazione del **coefficiente di Winkler** al terreno di rinfianco con valore attivo solo per spostamenti dei piedritti diretti contro il terreno (il programma annulla viceversa tale valore per spostamenti di verso opposto).

1.3 Carichi

I carichi vanno assegnati per distinte condizioni di carico (fino a nove) da combinare mediante opportuni fattori di combinazione scelti dall'utente a seconda del tipo di verifica associata alla singola combinazione che si intenda generare:

- combinazione di resistenza non sismiche secondo il metodo agli stati limite ultimi;
- combinazione di esercizio;

• combinazioni sismiche con verifiche allo stato limite di prima plasticizzazione.

Le combinazioni sismiche vengono generate automaticamente dal programma sulla base dei <u>Dati Sismici</u> assegnati nell'apposita finestra di input.

Sono previste le seguenti tipologie di carico da assegnare in modalità interattiva (i carichi vengono cioè visualizzati sullo schermo all'atto stesso dell'assegnazione del valore della loro intensità da effettuarsi nelle apposite griglie poste sotto la finestra grafica dell'applicazione):

- carichi concentrati e/o uniformemente ripartiti applicati sul terreno di ricoprimento con la possibilità, per ognuno di essi, di indicare il semiangolo di diffusione del carico;
- carichi concentrati applicati sulla trave di fondazione;
- carichi ripartiti e/o variazioni termiche applicati direttamente alle travi dello scatolare;
- carichi e coppie concentrate applicate direttamente ai nodi dello scatolare;
- spinta statica del terreno di rinfianco valutata direttamente dal programma sulla base del coefficiente di spinta assegnato dall'utente (per gli scatolari chiusi si consiglia vivamente di utilizzare quello di spinta a riposo). Nel calcolo della spinta viene considerata la presenza eventuale della falda anche per quanto riguarda la sottospinta che si genera. Alla spinta statica va associato il peso proprio del terreno di ricoprimento (se previsto) gravante sul traverso e sugli eventuali sbalzi della fondazione scatolare;
- battente d'acqua all'interno dello scatolare.

Le singole tipologie di carico vengono descritte in dettaglio nella descrizione delle voci del <u>Menu Dati</u>

1.4 Analisi sismica

Il programma genera automaticamente due combinazioni sismiche pseudo-statiche corrispondenti alle direzioni +X e -X rispettivamente. Dette combinazioni vengono costruite sia sulla base dei <u>Dati Sismici</u> 14 forniti nell'apposita finestra di input sia sulla base dei <u>coefficienti di</u> <u>combinazione</u> 29 relativi alle combinazioni sismiche da fornire nell'apposita griglia nelle schede di input.

Sismicamente lo scatolare viene schematizzato in analogia ad un ponticello con la travata collegata a due spalle che sostengono il terreno naturale per più dell'80% dell'altezza della spalla (ultimo comma § 7.9.5.4.2 NTC). Si ammette qui che anche nel caso di terreno di riporto ben costipato (come nel caso degli scatolari) l'ipotesi precedente sia rispettata. Si ammette, di consegiuenza, che lo scatolare si muova insieme al terreno per cui le forze d'inerzia di progetto vengono sempre determinate moltiplicando le masse interessate per l'accelerazione pari a a_{a} ·S in cui a_{a} è la massima accelerazione dello spettro orizzontale elastico del sito calcolata per il 10% di probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_{R} assegnato. S = $S_{S} \cdot S_{T}$ è il coefficiente del sottosuolo di cui alla formula (3.2.5) delle NTC. Le masse (da assegnare come pesi direttamente nella finestra dei <u>Dati sismici</u>) che generano tali forze d'inerzia sono quelle del peso proprio del traverso e di metà dei piedritti, del terreno di ricoprimento e dei carichi permanenti gravanti sul traverso e di un'aliguota dei carichi variabili gravanti sul traverso ipotizzati presenti in fase sismica (l'ultimo comma del §3.2.4 NTC 2008 suggerisce per i ponti un'aliquota pari a 0.2 dei carichi dovuto al transito dei mezzi,

quando rilevante). In fase sismica la struttura è considerata non dissipativa e perciò non vengono applicati i particolari costruttivi inerenti la duttilità di cui al

Assegnati che siano detti pesi nella finestra dei <u>Dati sismici</u> il programma ne calcola la forza d'inerzia totale applicandola in quota parte nei due nodi di estremità del traverso.

Le pressioni sismiche (in aggiunta a quelle statiche) agenti sui piedritti vengono calcolate sulla base del coefficiente sismico orizzontale K_h di cui al § 7.11.6.2.1 NTC. Il diagramma di tali pressioni viene cioè considerato uniforme e di intensità costante pari a $q = K_h \cdot q_0 + K_h \cdot g \cdot H$ in cui q_0 è la pressione prodotta dal sovraccarico sismico assegnato nella finestra dei Dati sismici, $K_h = \beta_m \cdot a_g/g \cdot S$ è il coeff. sismico orizzontale,g è il peso di volume del terreno, H è l'altezza del rinfianco. Dette pressioni vengono assunte agenti nella stessa direzione (rispett. per sisma +X e -X) per entambi i piedritti.

capitolo 7 delle NTC.

Si noti che l'espressione $a_g/g \cdot S$ utilizzato per il calcolo delle forze d'inerzia non è altro che il coeff. sismico K_h utilizzato per la spinta sismica del rinfianco in cui $\beta_m = 1$.

Nel caso in cui si sia assegnata un'altezza H' non nulla alla falda (caso di terreno di rinfianco molto permeabile) il programma applica automaticamente un ulteriore diagramma uniforme di pressioni idrodinamiche la cui intensità è data da 7/12 * $K_h * g_W * H'^2$ in cui è g_W è il peso specifico dell'acqua (la formula è la (E.17) dell'EC8 parte 5. Nel caso in cui nelle combinazioni sismiche sia presente un battente d'acqua alto h all'interno dello scatolare alla spinta idrostatica viene automaticamente aggiunta un diagramma di spinta idrodinamica di intensità pari a 7/8 $K_h * g_W$ Srq(h z) in cui z è l'ordinata (in valore assoluto) del punto di calcolo del diagramma rispetto alla superficie dell'acqua (formula (E.18) EC8 parte 5).

1.5 Calcolo

ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è condotta col metodo degli spostamenti nell'ambito della elasticità lineare. Viene altresì utilizzata la tecnica degli elementi finiti (qui solo elementi beam) connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento generale. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi (qui 3 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento generale.

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

$$K \cdot u = F$$

in cui

K = matrice di rigidezza della struttura u = vettore spostamenti nodali F = vettore forze nodali

8

Ottenuti gli spostamenti vengono valutate le sollecitazioni nei singoli elementi beam riferite al sistema di riferimento locale dell'elemento stesso.

VERIFICA SEZIONI

Per le combinazioni non sismiche le verifiche agli SLU a flessione e presso tenso flessione sono effettuate sulla base del legame costitutivo parabola-rettangolo del calcestruzzo ed elastico-perfettamente plastico con deformazione ultima pari a quella massima di progetto eud. Per le combinazioni sismiche la precedenti verifiche vengono svolte assumendo momento resistente auello di prima plasticizzazione come (§4.1.2.3.4.2). La verifica a taglio prevede un primo controllo della resistenza in assenza di armature a taglio effettuato con la formula (4.1.14) di cui al § 4.1.2.1.3.1 NTC; se tale controllo non dà esito positivo l'intero taglio viene fatto assorbire da barre piegate a 45° con resistenza fyd ridotta del 20% oppure da legature (considerate nel calcolo come i bracci resistenti delle staffe). Sia le armature a flessione che a taglio sono riferite alla larghezza della striscia di calcolo assegnata nei dati generali 11.

I nodi piedritti-traverso vengono armati con legature orizzontali distribuite lungo l'altezza del nodo; il relativo dimensionamento è svolto a mezzo della (7.4.12) NTC.

Le verifiche delle sollecitazioni relative agli SLE vengono effettuate utilizzando i diagrammi lineari per calcestruzzo ed acciaio con coeff. di omogeneizzazione pari a 15. La verifica dell'ampiezza media delle fessure utilizza la procedura indicata nel § 4.1.2.2.4.6 delle NTC 2018.

2 Menu

2.1 Menu

Sulla prima riga dello schermo sono sempre presenti i seguenti menu a tendina contenenti la maggior parte dei comandi dell'applicazione:

<u>File</u> १

<u>Dati</u> 10

Archivi 31

<u>Visualizza</u> เงา

Esegui 43

Preferenze 38

Programma di servizio 49

2.2 Menu File

I comandi presenti in questo menu sono:

Nuovo

Avvio di un nuovo calcolo. Se il comando è azionato mentre è in corso l'input di un altro calcolo, compare un messaggio che chiede se salvare o meno il calcolo corrente.

Apri

Apre la finestra di dialogo per caricare un file di un calcolo precedentemente eseguito. Se è in corso un altro calcolo il programma chiede se salvare o meno il calcolo corrente.L'estensione di tutti i file dati del programma è .SC1.

Salva

Apre la finestra di dialogo per salvare il file attivo. L'estensione preimpostata di tutti i file dati del programma è .SC1.

Salva con nome

Apre la finestra di dialogo per salvare il file attivo con altro nome.

Esci

Comanda l'uscita dal programma. Se il file attivo non è stato salvato compare un messaggio per consentirne il salvataggio.

Le ultime quattro righe del menu contengono, infine, i nomi degli ultimi quattro file aperti dal programma. Cliccando su uno di essi si carica direttamente il file senza passare dal comando Apri.

2.3 Menu Dati

Le finestre o le tabelle (o griglie di dati) che vengono attivate in questo menu principale sono:

Dati generali

Dati sismici

<u>Nodi</u> 15

<u>Aste</u> 16

Carichi concentrati sul terreno

Carichi ripartiti sul terreno

Carichi concentrati su fondazione 23

Carichi concentrati e Vincoli nei nodi 24

Carichi sulle aste

Spinte terreno - Altezza battente acqua interna

Combinazioni di carico 29

Blocca input 30

2.3.1 Dati generali



E' la prima finestra di dati da compilare all'avvio di un nuovo calcolo. Si specificano i principali dati da immettervi.

Descrizione struttura

[opzionale]E' una breve stringa di testo utile a descrivere il calcolo corrente (anche nei grafici in formato .dxf).

Dati struttura

In questa cornice vanno indicati i dati geometrici della struttura a partire dalla larghezza della striscia di calcolo a cui vanno riferiti tutti i carichi da assegnare ed a cui fanno riferimento i successivi risultati comprese le armature progettate. Gli spessori dei due piedritti possono essere diversi tra loro; altrettanto dicasi per la lunghezza degli eventuali sbalzi della trave di fondazione. Ad ogni assegnazione di un dato geometrico viene aggiornato lo schema grafico dello scatolare sempre presente all'interno di questa finestra.

Terreno di ricoprimento

Oltre allo spessore dello strato va indicato il peso di volume (anche quello saturo nell'eventualità - da evitare - in cui lo scatolare sia immerso nell'acqua di falda). Lo spessore dello strato può essere anche nullo (come nel caso di vasche interrate fino a tutta l'altezza delle pareti).

11

Terreno di rinfianco

Oltre al peso di volume va indicato l'angolo F' di attrito efficace del terreno, l'angolo di attrito terreno-piedritti (da porre non superiore ai 2/3 di F'), l'eventuale coesione residua C' (in genere si assegna valore nullo), il valore della coefficiente di Winkler nel caso si voglia tenere conto della resistenza passiva del terreno di rinfianco per spostamenti dei piedritti contro il terreno (nel caso in cui, durante il calcolo, alcuni di tali spostamenti - in corrispondenza di altrettanti nodi di discretizzazione del piedritto - siano di segno tale da indicare l'allontanamento della struttura dal terreno il programma annulla, in tali nodi, il valore del coefficiente di Winkler). E' inoltre possibile mettere in conto l'assenza del terreno di rinfianco su uno o entrambi i lati della struttura.

Terreno di fondazione

Oltre ai pesi di volume (naturale e saturo) vanno assegnati il coefficiente di Winkler (in daN/cm³) e la pressione ammissibile del terreno (pressione ultima se si opera agli stati limite ultimi in zona sismica). Nel procedimento iterativo di risoluzione il valore del coeff. di Winkler vieneposto pari a 0 nei nodi in cui si verifichi il distacco tra terreno e fondazione.

Opzioni di Calcolo

Va anzitutto selezionata la modalità di calcolo tra quella sismica e quella non sismica fermo restando che i calcoli di resistenza vengono effettuati agli stati limite ultimi (SLU) per le combinazioni non sismiche e allostato limite di prima plasticizzazione per le combinazioni sismiche flessionali. Va assegnata la lunghezza massima di discretizzazione delle aste: cioè la lunghezza di riferimento sulla base della guale il programma provvede a discretizzare il traverso, i piedritti e la fondazione. Si consiglia di assumere un valore di 20 cm salvo a ridurre tale valore se si vuole un maggiore dettaglio nei risultati o a incrementarlo se si vuole snellire il procedimento di calcolo e/o la mole dei risultati in stampa. Il semiangolo di diffusione dei carichi è il valore angolare iniziale (in gradi sessadecimali) assegnato a tutti i carichi, concentrati e ripartiti, che verranno applicati sul terreno di ricoprimento. All'atto della successiva singola assegnazione di tali carichi l'angolo potrà essere variato per ognuno di essi. Il valore da assegnare a tale angolo varia a seconda del tipo di terreno di ricoprimento impiegato e dal suo grado di compattazione; valori credibili possono essere compresi tra i 25° e l'angolo di attrito F' del terreno. Si può considerare o meno l'influenza della deformazione per taglio in tutte le aste in c.a. in cui è suddivisa la struttura (si consiglia di tenerne sempre conto). Gli estremi del traverso possono inoltre essere continui (incastro

interno) con i piedritti o possono essere vincolati a cerniera (come è il caso dei traversi costituiti da travi prefabbricate).

Condizioni Ambientali

Nel calcolo delle combinazioni di esercizio (se previste) occorre scegliere tra i tre tipi di condizioni ambientali previste nella Tab.4.I.III delle NTC 2008:

- 1. ordinarie;
- 2. aggressive;
- 3. molto aggressive.

Condizioni/Combinazioni di carico

I dati relativi ai carichi vanno assegnati con riferimento alle singole condizioni di carico ipotizzate con un massimo di 9 condizioni. Ad ogni condizione va assegnato un nome. Tutte le sollecitazioni di verifica verranno calcolate dal programma sulla base delle sole combinazioni (delle condizioni di carico) assegnate (max 40 combinazioni); non vengono cioè elaborate le singole condizioni dai cui risultati desumere per combinazione lineare i diagrammi delle combinazioni, in quanto il calcolo è non lineare (terreno non reagente a trazione). Le singole combinazioni andranno poi definite mediante i coefficienti di combinazione ed il tipo di verifica (di resistenza o di esercizio) nell'apposita scheda dei fattori di combinazione.

14

2.3.2 Dati sismici

* Dati sismici 🔀					
I valori dei parametri Ag/g, Fo dello spettro di progetto non vengono me dall'utente. L'acquisizione on line di tali dati è immediata attraverso il coli Il programma genera automaticamente due combinazioni sismiche pseud vengono costruite sia sulla base dei Dati Sismici forniti nell'apposita fines fornire nell'apposita griglia nelle schede di input. Sismicamente lo scatolar	ai calcolati in automatico dal programma, ma vanno sempre immessi direttamente egamento al sito www.geostru.com lostatiche corrispondenti alle direzioni +X e -X rispettivamente. Dette combinazioni tra di input sia sulla base dei fattori di combinazioni relativi alle combinazioni sismiche da re viene schematizzato in analogia ad un ponticello con la travata collegata a due spalle che				
Dati sismici Comune: MONTESILVANO Tipo Sismicità: Zona a sismicità ordinaria: S * Ag/g > 0.075 Vita Nominale: Vita Nomin.(VN) Strutt.ordinaria(>=50a V N= 50 Classe d'Uso: II Classe[affoll.normale](VR=1.0*VN) VR= 50 Ag/g (SLV) 0.150 Fo (SLV) 2.467 Cat. sottosuolo Terreno Tipo B (Molto addens.: Vs,30>360m/s) ▼ Cond. Topografiche Cat. T1: Superf.Piana Incl. pendio < 15°	Pesi gravanti sul traverso attivi in fase sismica (relativi ad una striscia larga 1 metro) Peso proprio Traverso + 1/2 pesi propri piedritti Sovracc.Tot.(perm.+ aliq. var.) presente sul traverso in fase sismica 6500 daN Calcolo della Spinta Terreno in fase sismica sul Piedritto di Sinistra Sovracc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di ricoprimento sul cuneo spinta di sinistra Sovracc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di spinta del rinfianco fase sism. 1900 daN/m ² Calcolo della Spinta Terreno in fase sismica sul Piedritto di Destra Calcolo della Spinta Terreno in fase sismica sul Piedritto di Destra Sovracc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di spinta del rinfianco fase sism. 1900 daN/m ² Forze crizconda p. p. del terreno di ricoprimento sul cuneo spinta di destra Sovracc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di spinta del rinfianco fase sism. 1900 daN/m ² Forze orizzontale totale applicate al traverso sin. nel nodo N3 Forza orizzontale totale applicate al traverso des. nel nodo N4 Risultante orizzontale delle pressioni sism. del terreno sul piedritto sin. 6078 daN/m Risultante orizzontale delle pressioni sism. del terreno sul piedritto des. 6078 daN/m Risultante orizzontale delle pressioni sism. del terreno sul piedritto des.				
	Ok ?				

Nel caso di calcolo sismico (scelta da effettuare nella finestra dei Dati generali) in questa finestra vengono definiti sia i dati sismici relativi al sito sia quelli necessari al calcolo delle forze d'inerzia da applicare alla struttura nonchè gli incrementi di spinta sismica applicati ai piedritti nelle combinazioni sismiche.

I dati sismici da assegnare devono fare riferimento allo stato limite di vivibilità (SLV) per il quale le NTC (§3.2.1) fissano al 10% le probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (in anni) ottenuto dal prodotto della vita nominale VN assegnata per il coeff. d'uso di cui alla Tabella 2.4.II del §2.4.3 NTC.

Le nuove NTC 2018 non prevedono più la suddivisione in 4 zone sismiche ma solo in quelle a sismicità ordinaria e quelle a bassa sismicità (con S× ag/g \leq 0.075). Per queste ultime lo spettro di progetto è fisso ed uguale a Sd = 0.01.

I valori di ag/g e Fo non vengono calcolati in automatico dal programma ma vanno assegnati direttamente dall'utente che all'uopo può ottenerli selezionando il pulsante (link Geostru) presente in questa finestra che connette direttamente alla utility dei parametri sismici del sito Geostru. Il coeff. di sottosuolo S viene calcolato dal programma a mezzo della (3.2.5) NTC sulla base della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche assegnate. Il programma assimila il comportamento dello scatolare a quello delle spalle di un ponte di cui al §7.9.5.6.2. Si ipotizza un comportamento sostanzialmente elastico della struttura dello scatolare e cioè un comportamento non dissipativo che non richiede i particolari costruttivi di cui al capitolo 7 delle NTC; per le verifiche strutturali vengono, di conseguenza, utilizzate le regole espresse nel capitolo 4 delle NTC.

Le forze d'inerzia vengono, per semplicità, applicate ai nodi N3 ed N4 come forze concentrate. Possono essere considerate le forze d'inerzia relative al peso proprio della struttura considerato sismicamente attivo (ad ognuno dei due nodi compete 1/2 peso del traverso + 1/2 del piedritto). La forza d'inerzia complessiva prodotta dai carichi permanenti e variabili considerati presenti durante il sisma va assegnate direttamente dall'utente (il programma la applica in due quote ugiuali nei nodi N3, N4); al riguardo si fa presente che il valore dei coefficienti di combinazione dei carichi variabili (transito di eventuali mezzi, etc.) possono essere assunti pari a 0.2 quando rilevante (ultimo comma §3.2.4 NTC 2018 relativo ai ponti). Per quanto riguarda il calcolo delle forze sismiche si rimanda al paragrafo relativo all'analisi sismica

Il programma genera automaticamente due combinazioni sismiche in direzione +X e -X associando alle azioni sismiche definite in questa finestra le specifiche aliquote delle condizioni di carico da definire nella griglia dei coefficienti di combinazione (dette aliquote sono le stesse per entrambe le combinazioni sismiche).

Questi dati vengono altresì utilizzati per il calcolo dell'incremento sismico della spinta del terreno di rinfianco sulle aste discretizzate di piedritti. Le forze d'inerzia dovute al sisma e relative al peso proprio della struttura ed ai carichi permanenti (terreno di ricoprimento se di piccolo spessore e terreno direttamente sostenuto dagli eventuali sbalzi di fondazione) vanno assegnati direttamente dal progettista in una separata condizione di carico.

2.3.3 Nodi

Carichi Conc.	sul terreno
X cm	Ycm
0	0
550	0
0	370
550	370
	0
	Carichi Conc. X cm 0 550 0 550

E' la prima delle schede sempre visibili nella parte bassa dello schermo. Viene generata automaticamente dal programma in base ai dati geometrici assegnati nella finestra dei dati generali e non può essere modificata dall'utente. Il suo scopo è quello di mostrare la scelta iniziale dei nodi principali (nomi e coordinate X,Y riferite al nodo N1) che schematizzano gli estremi delle travi in cui viene suddivisa la struttura (traverso, piedritti, fondazione ed eventuali sbalzi di fondazione).

I nodi mostrati sono detti principali per distinguerli da quelli successivamente generati per effetto della discretizzazione in conci (elementi beam) delle aste.

2.3.4 Aste

	N	Ni	NF		DXini	DYini	DXfin	DYfin	Nome Sezioni
•	1	N1 💌	N2	-	20.0	0.0	-20.0	0.0	FONDAZIONE
	2	N1 👱	N3	-	0.0	30.0	0.0	-20.0	RITTO SIN
	3	N2 👱	N4	-	0.0	30.0	0.0	-20.0	RITTO DES
	4	N3 👱	N4	+	20.0	0.0	-20.0	0.0	TRAVERSO
	5	N5 👱	N1	-	0.0	0.0	-20.0	0.0	FONDAZIONE
	6	M2 🚽	M6	Ŧ	20.0	0.0	0.0	0.0	EONDAZIONE

Anche questa scheda non è modificabile. Essa contiene i seguenti dati generati automaticamente dal programma in base alle dimensioni fornite nella finestra dei dati generali:

N.

Numero che identifica l'asta nell'elenco.

Ni

Nome del nodo iniziale dell'asta. L'assegnazione del nodo come iniziale individua un verso convenzionale dell'asta.

Nf

Nome del nodo finale dell'asta.

DXini, DYini

Eccentricità in direzione x ed y della sezione iniziale della trave rispetto alle coordinate del nodo principale iniziale. Il segmento che congiunge la sezione iniziale della trave col nodo (offset rigido) viene considerato come un collegamento rigido che modella il tratto di trave interno ad un nodo strutturale di intersezione con le altre travi. Nella successiva discretizzazione della struttura questi segmenti vengono modellati come aste dotate di rigidezza flessionale 100 volte superiore a quella della trave effettiva; vengono inoltre escluse dalla definizione delle sollecitazioni di progetto e verifica delle armature.

DXfin, Dyfin

Eccentricità in direzione x ed y della sezione finale della trave rispetto alle coordinate del nodo principale finale. Valgono le stesse precisazioni espresse al punto precedente.

Nome Sezioni

Nome della sezione della trave facente parte dell'elenco delle sezioni definite nell'archivio sezioni 32. In detto archivio, per ognuna delle sezioni riferite alle corrispondenti travi, vanno assegnati la classe del conglomerato, il tipo di acciaio in barre ed il copriferro superiore ed inferiore.

2.3.5 Carichi concentrati sul terreno



La scheda contiene la tabella (o griglia) dei dati relativi ai carichi concentrati applicati direttamente sul terreno di ricoprimento (piano campagna) da assegnare in input per ognuna delle condizioni di carico.

N.

Numero d'ordine del carico nella condizione di carico corrente. Possono essere assegnati fino a 20 carichi per condizione.

Ascissa X

Va indicata l'ascissa in cm del punto di applicazione del carico concentrato riferita all'asse X del sistema generale di riferimento.

Intensità Carico

Valore dell'intensità del carico (in daN) concentrato riferito alla larghezza della striscia di carico assunta nei Dati Generali. Il valore del carico è di segno positivo in quanto diretto sempre verso il basso.

Semiangolo di diffusione

Angolo (in gradi sessadecimali) di ripartizione del carico a sinistra e a destra del punto di applicazione rispetto alla verticale. La diffusione uniforme del carico viene prudenzialmente valutata dal programma a partire dalla quota superiore del ricoprimento fino al livello del piano di estradosso del traverso.

Nella figura seguente viene illustrata in dettaglio la modalità con cui il programma effettua la diffusione dei carichi concentrati e ripartiti agenti sul terreno di ricoprimento dello scatolare. Con riferimento al carico concentrato P = 10000 daN, per il quale si è ad esempio fissato un semiangolo di diffusione di 45°, il programma effettua la diffusione sulla linea di estradosso del traverso; viene così intercettato il segmento Ldiff su cui si ipotizza distribuito uniformemente con intensità P/Ldiff il carico concentrato. La proiezione del segmento Ldiff sui conci discretizzati del traverso ne definisce il carico distribuito che essi assumeranno nel calcolo: i conci completamente all'interno del segmento Ldiff, quelli di estremità parzialmente interessati dal segmento Ldiff saranno caricati con un carico uniforme pari a P/Ldiff, quelli di estremità parzialmente interessati dal segmento Ldiff saranno caricati con un carico distribuito come risultante (vedi figura).

Lo stesso metodo viene utilizzato per diffondere il generico carico distribuito q=2000 daN/m di figura. In base al semiangolo assegnato di 20° viene individuato il segmento Ldiff e quindi un nuovo valore del carico distribuito q' = q L/Ldiff dove L è la lunghezza del carico q originario.



L'angolo di diffusione viene anche utilizzato per definire, durante il calcolo, il carico verticale medio agente sulla superficie superiore del cuneo di spinta. Con riferimento alla figura successiva si considera il cuneo di spinta definito convenzionalmente dalla retta inclinata (rispetto all'orizzonte) di 45°-F/2 e dal segmento orizzontale che parte dallo spigolo superiore del traverso fino ad intersecare la retta inclinata. Per ciascuna combinazione i carichi (sia concentrati che distribuiti) che dopo la diffusione ricadono nella lunghezza del segmento superiore del cuneo vengono sommati e considerati uniformemente ripartiti lungo il segmento stesso (carico medio q= somma dei carichi/lunghezza segmento).



2.3.6 Carichi ripartiti sul terreno



La scheda contiene la tabella o griglia dei dati relativi ai carichi uniformemente ripartiti applicati direttamente sul terreno di ricoprimento (piano campagna) da assegnare in input per ognuna delle condizioni di carico.

N.

Numero d'ordine del carico nella condizione di carico corrente. Possono essere assegnati fino a 20 carichi per condizione.

Ascissa X iniziale

Va indicata l'ascissa in cm del punto iniziale del carico ripartito riferita all'asse X delsistema generale di riferimento.

Ascissa X finale

Va indicata l'ascissa in cm del punto finale del carico ripartito riferita all'asse X delsistema generale di riferimento.

Carico ripartito

Valore dell'intensità del carico (in daN/m) ripartito riferito alla larghezza della striscia di carico assunta nei Dati Generali. Il valore del carico è di segno positivo in quanto diretto sempre verso il basso.

Semiangolo di diffusione

Angolo (in gradi sessadecimali) di ripartizione, riferito alla verticale, del carico a sinistra dell'ascissa iniziale e a destra dell'ascissa finale. La diffusione uniforme del carico viene valutata dal programma a livello del piano di estradosso del traverso.

Nella figura seguente viene illustrata in dettaglio la modalità con cui il programma effettua la diffusione dei carichi concentrati e ripartiti agenti sul terreno di ricoprimento. Con riferimento al carico concentrato P = 10000 daN, per il quale si è ad esempio fissato un semiangolo di diffusione di 45°, il programma effettua la diffusione sulla linea di estradosso del traverso; viene così intercettato il segmento Ldiff su cui si ipotizza distribuito uniformemente con intensità P/Ldiff il carico concetrato. La proiezione del segmento Ldiff sui conci discretizzati del traverso ne definisce il carico distribuito che essi assumeranno nel calcolo: i conci completamente all'interno del segmento Ldiff saranno caricati con un carico uniforme pari a P/Ldiff, quelli di estremità parzialmente interessati dal segmento Ldiff saranno caricati con un carico distribuito come risultante (vedi figura).

Lo stesso metodo viene utilizzato per diffondere il generico carico distribuito q=2000 daN/m di figura. In base al semiangolo assegnato di 20° viene individuato il segmento Ldiff e quindi un nuovo valore del carico distribuito q' = q L/Ldiff dove L è la lunghezza del carico q originario.



2.3.7 Carichi su fondazione



La scheda contiene la tabella o griglia dei dati relativi ai carichi concentrati applicati direttamente sulla trave di fondazione da assegnare in input per ognuna delle condizioni di carico. Questi carichi vengono applicati dal programma alla trave di fondazione come carichi distribuiti sui conci discretizzati della trave di fondazione sulla base della dimensione dell'impronta del carico pure da assegnare in input. Nessuna diffusione viene operata dal programma per tener conto dello spessore della fondazione e quindi la larghezza assegnata all'impronta è da considerarsi già riferita all'asse longitudinale baricentrico della fondazione.

N.

Numero d'ordine del carico nella condizione di carico corrente. Possono essere assegnati fino a 20 carichi per condizione.

Ascissa X

Va indicata l'ascissa in cm del punto di applicazione del carico concentrato riferita all'asse X del sistema generale di riferimento.

Intensità Carico

Valore dell'intensità del carico (in daN) concentrato riferito alla larghezza della striscia di carico assunta nei Dati Generali. Il valore del carico è di segno positivo quando diretto verso il basso.

Larghezza impronta

Nelle normative relative ai carichi sui ponti stradali e ferroviari ai carichi concentrati vengono associate le dimensioni dell'impronta (in genere quadrata) su cui ripartire uniformemente il carico concentrato. La larghezza dell'impronta si intende già proiettata (senza diffusione) sull'asse dei conci discretizzati della fondazione.

2.3.8 Carichi e vincoli nei nodi



La scheda contiene la tabella o griglia dei dati da assegnare in input ad ogni nodo principale della struttura (N1, N2, ...) allo scopo di caratterizzarne i vincoli fissi ed elastici nonché i carichi concentrati su di esso agenti nella condizione di carico corrente. I carichi concentrati assegnati in figura individuano la convenzione di segni positivi per i carichi concentrat nei nodi principali.

Per assegnare il singolo carico concentrato (o vincolo) va anzitutto cliccata la scheda dei carichi concentrati; a questo punto basta selezionare col mouse il nodo interessato e digitare i dati del carico nella riga che viene evidenziata nella griglia.

Sp.X/ Sp.Y/ Rot

La selezione di queste caselle comporta l'inserimento di un vincolo fisso in corrispondenza del grado di libertà prescelto (spostamenti in direzione degli assi generale X,Y e rotazione intorno alla direzione normale al piano X,Y). Queste opzioni sono di rara utilizzazione nella tipologia di cui trattasi. Una volta definiti i vincoli essi hanno efficacia per tutte le condizioni e combinazioni di carico.

kX/ kY/ k rot

Il valore assegnato in questi campi di griglia corrisponde a quello di una rigidezza di un vincolo elastico inserito in corrispondenza del nodo. La rigidezza kX si riferisce alla traslazione in direzione dell'asse X generale, kY a quella in direzione Y e Krot alla rigidezza alla rotazione. Una volta definiti i vincoli essi hanno efficacia per tutte le condizioni e combinazioni di carico.

Fx/Fy/Mz

Valore delle componenti dei carichi concentrati nelle direzioni degli assi generali di riferimento X ed Y; Mz è l'intensità delle eventuali coppie applicate nei nodi. I valori assegnati alle azioni si riferiscono alla condizione attiva indicata nella colonna delle Condizioni di Carico. Il segno positivo per Fx ed Fy è quello opposto al verso degli assi generali X,Y. Le coppie Mz sono positive se orarie. Il verso dei carichi può comunque essere controllato visivamente in quanto rappresentato a video all'atto stesso della digitazione del suo valore nella griglia.

2.3.9 Carichi sulle aste



Ogni asta (traverso, piedritti e fondazione) ha un proprio sistema locale di assi O,x,y di riferimento avente l'origine O degli assi nel nodo iniziale, l'asse x diretto dal nodo iniziale a quello finale, l'asse y avente verso tale da formare un angolo retto antiorario con l'asse x.

I carichi assegnati in questa griglia non ricadono mai sui conci rigidi di estremità delle travi; ma interessano unicamente l'intero tratto flessibile delle travi. Tutti i carichi sono da riferire alla larghezza della striscia di calcolo assegnata nei dati generali (in genere 100 cm).

Per assegnare il singolo carico ripartito va anzitutto cliccata la scheda dei carichi ripartiti sulle aste; a questo punto basta selezionare col mouse la trave interessata e digitare i dati del carico nella riga che viene evidenziata nella griglia. Il verso dei carichi assegnati in figura individuano la convenzione positiva per i segni dei carichi.

La scheda contiene la tabella o griglia dei dati da assegnare in input ad ogni asta principale della struttura e per ogni condizione di carico:

Ру

Carico normale all'asse baricentrico della trave uniformemente distribuito (in daN/m). Il segno è positivo se il carico ha verso opposto all'asse locale y della trave.

Рx



Carico assiale uniformemente distribuito (in daN/m) lungo l'asse x della trave. Il segno è positivo se il carico ha verso opposto all'asse x della trave.

Mom

Coppie uniformemente distribuite (in daNm/m) agenti lungo l'intero asse baricentrico della trave. Le coppie sono positive se orarie.

Carichi Variabili

Se si seleziona questa casella ai carichi uniformemente ripartiti assegnati sulla stessa riga vengono aggiunti i successivi carichi ripartiti con intensità linearmente variabile.

Py1/ Py2

Intensità iniziale e finale del carico verticale ripartito linearmente variabile. Le convenzioni di segno sono le stesse del carico ad intensità costante.

Px1/Px2

Intensità iniziale e finale del carico assiale ripartito linearmente variabile. Le convenzioni di segno sono le stesse del carico ad intensità costante.

Dt°sup/ Dt°inf

Incremento di temperatura (in °C) rispettivamente sulla fibra superiore ed inferiore della trave. Gli incrementi hanno segno positivo se producono dilatazione della fibra.

2.3.10 Spinte terreno

In guesta scheda è possibile richiedere, per la condizione di carico corrente, il calcolo automatico della spinta statica sui piedritti (su uno o entrambi). Solo dopo la selezione della spinta statica nell'apposita casella di scelta (combo box) possono essere assegnate le condizioni al contorno connesse a detta spinta. Le condizioni sono costituite dal peso proprio del terreno di ricoprimento e dall'eventuale livello della falda. Si consiglia vivamente di inserire le spinte del terreno nella condizione di carico 'PERMANENTI' evitando (per semplificare l'input) di assegnare ulteriori spinte del terreno nelle successive condizioni di carico. L'assegnazione del peso proprio del terreno di ricoprimento verrà tenuta in conto dal programma sia come parte del sovraccarico verticale agente sul cuneo di spinta del terreno, sia come carico ripartito permanente gravante sul traverso. L'assegnazione del livello di falda non nulla indicherà da un lato un terreno di rinfianco altamente permeabile, dall'altro produrrà un incremento di spinta del terreno spingente sotto falda ed una sottospinta agente sulla trave di fondazione: tali effetti verrano calcolati automaticamente dal programma. L'incremento delle spinte del terreno dovuto ai carichi verticali che ricadono per diffusione sui cunei di spinta del terreno (vedi <u>Carichi concentrati sul terreno</u>) ed assegnati nelle successive condizioni di carico vengono conteggiati dal programma mediante la valutazione della sola sovrapressione laterale prodotta dai sovraccarichi medi gravanti sui cunei di spinta. Attraverso la combinazione delle condizioni di carico successive con quella permanente (in cui si è assegnata la spinta statica) si tiene conto compiutamente di tale incremento.

L'altezza del battente d'acqua eventualmente presente all'interno dello scatolare può essere assegnata indipendentemente dalla presenza delle spinte del terreno. Cioè questo dato non costituisce condizione al contorno delle spinte e quindi può anche costituire una condizione di carico a sè stante.

Nella corrente scheda Spinte del terreno - Altezza Battente acqua è possibile definire le seguenti quantità:

Peso Proprio Terreno Ricoprimento

Se si seleziona questa casella di scelta il peso proprio del terreno di ricoprimento viene automaticamente attribuito alle aste del traverso (compresi i conci rigidi) ed a quelle degli sbalzi della fondazione (se presenti). Questa selezione è possibile solo se si è già selezionata la presenza della spinta statica nelle caselle adiacenti. Il ricoprimento cioè è una condizione al contorno della spinta.

Spinta terreno su piedritto di sinistra

Va selezionata una delle due scelte seguenti: nessuna spinta; spinta statica. Si consiglia di assegnare la spinta statica nella condizione di caricoPERMANENTI. Nel caso di spinta statica le singole aste del piedritto vengono caricate automaticamente con le pressioni linearmente variabili valutate in base al coeff. di spinta assegnato nella finestra dei dati generali (11), tenendo altresì conto della quota di falda assegnata nella stessa condizione di carico ed al sovraccarico medio agente sul lato orizzontale di un ideale cuneo di spinta di Rankine. In ognuna delle combinazioni di carico successivamente definite non può esserci (per evidenti motivi di chiarezza) più di una condizione di carico con spinta statica assegnata e coefficiente di combinazione maggiore di 0.

Spinta terreno su piedritto di destra

Valgono le stesse considerazioni svolte al punto precedente ma con riferimento al piedritto di destra.

Quota falda da piano di posa

L'assegnazione della quota di falda deve essere preceduta dalla preventiva assegnazione della spinta del terreno in quanto ne costituisce condizione al contorno. La quota in cm della eventuale falda va riferita al piano di posa della fondazione. Il valore 0 indica assenza della falda. Nelle combinazioni sismiche viene automaticamente calcolato l'incremento delle pressioni idrodinamiche dell'acqua di falda a mezzo della formula (E.17) dell'EC8 parte 5.

Altezza battente acqua interna

Misura in cm. del battente d'acqua eventualmente presente all'interno dello scatolare misurato dalla superficie superiore della fondazione. L'assegnazione di questa quantità è attiva indipendentemente se nella stessa condizione di carico è stata selezionata la spinta del terreno sui piedritti (in quanto la presenza di tale battente non è collegata al calcolo della spinta del terreno). Nelle combinazioni sismiche viene automaticamente calcolato l'incremento delle pressioni idrodinamiche del battente d'acqua a mezzo della formula (E.18) dell'EC8 parte 5.

2.3.11 Combinazioni carichi

Combinazione	Tipologia Combinazione	PESO_PROPRIO	PERMANENTI	VAR_1	VAR_2	VAR_3	VAR_4
1^	S.L.U. (Inviluppo)	1.300	1.500	1.350	0.000	0.000	0.000
2^	S.L.U. (Inviluppo)	1.350	1.500	0.000	1.350	0.000	0.000
	S.L.U. (Inviluppo)	1.350	1.500	0.000	0.000	1.350	

Il numero delle combinazioni (massimo 40) va preventivamente definito (ed eventualmente modificato in ogni momento) nella finestra <u>Dati</u> <u>Generali</u>

Ogni riga di questa tabella corrisponde ad una combinazione definita dai seguenti campi appartenenti alle successive colonne:

Tipologia Combinazione

Va selezionata la casella con la dicitura Combinazione S.L.U. (di resistenza) se la combinazione è destinata al dimensionamento per inviluppo delle armature col metodo degli stati limite ultimi. Se, invece, la combinazione è di esercizio S.L.E. va selezionata una delle tre la caselle con i tre tipi previsti dalle NTC (Rara, Frequente, Quasi Permanente). Sono previste due combinazioni di carico sismico rispettivamente per sisma in direzione +X e -X essendo X l'asse delle ascisse del sistema di

riferimento generale. Per entrambe le combinazioni va definita un'unica riga di coefficienti di combinazione (Comb. sismiche); in questa riga di norma va posto coeff. 1.0 in corrispondenza delle condizioni 'PESO PROPRIO' e 'PERMANENTI' e coeff. nulli per tutte le altre condizioni di carico (la definizione dei carichi orizzonali applicati al traverso durante il sisma vengono gestiti direttamente nella finestra dei <u>Dati Sismici</u> 14).

Coefficienti di combinazione delle Condizioni di Carico

Ad ogni condizione di carico (previamente assegnata nelle varie schede) va attribuito un coefficiente o fattore di combinazione. In tal modo i carichi che agiscono nella combinazione in esame sono quelli ottenuti per combinazione lineare dei carichi delle singole condizioni. Per le combinazioni non sismiche S.L.U. ed S.L.E. e per quelle sismiche vanno applicate le regole di combinazione previste nel § 2.5.3 NTC. Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) il programma utilizza il solo approccio progettuale 2. Di conseguenza i coeff. parziali da impiegare per gli stati ultimi valgono (in genere, non sempre) 1.3 per i carichi permanenti strutturali e 1.5 per i carichi permanenti non strutturali e per quelli variabili. I valori dei parametri geotecnici non vanno ridotti a mezzo di coeff. parziali.

In ognuna delle combinazioni non può essere presente (con coeff. di comb. > 0) più di una condizione di carico in cui sia presente la spinta del terreno (ed eventuale terreno di ricoprimento ed altezza di falda).

Analogamente non possono essere combinate 2 condizioni entrambe con battenti d'acqua >0.

2.3.12 Blocca input

Dopo l'esecuzione del calcolo il programma blocca qualsiasi modifica ai dati immessi nelle tabelle, negli archivi e nella finestra dei dati generali. Ciò consente di poter conservare sul disco rigido la versione finale delle modifiche apportate alle armature automatiche sia con riferimento ai grafici delle armature, sia alla stampa delle verifiche delle stesse armature. Senza questo comando non sarebbe cioè possibile recuperare il file delle armature di un progetto effettuato in epoca precedente (ad esempio già depositato presso il Genio Civile).

2.4 Menu Archivi

Gli archivi accessibili da questo menu principale sono:

Archivio materiali

Archivio sezioni

2.4.1 Materiali

N. 1 2 3	. Classe C20/25 C25/30	Rck 250	Ec 299600	fck	fcd		Call of	C - h - r		
▶ 1 2 3	C20/25 C25/30	250	299600				rcca	rctm		
2	C25/30			200	113.3	3	10.3	22.1	.2	
3		300	314700	250	141.0	5	11.9	25.6	.2	
	C28/35	350	323000	280	158.0	5	12.8	27.6	.2	
4										
4										
		Archi	vio acciai pe	r barre	e (calcolo co	rrente)				
N. 1	Tipo	Es	fyd = fto	d l	epd_ult	61*62	2 (Ist.)	B1*B2 (Diff.)		
▶ 1	B450C	2000000	3913		0.0675	1		.5		
2										
3									-	
•										

In questa finestra tutte le unità di misura delle caratteristiche dei materiali calcestruzzo ed acciaio in barre vanno espresse in daN (1 daN = 10 Newton) ed in cm.

All'apertura del programma o di un nuovo calcolo viene visualizzato l'archivio fisso di partenza nel quale è possibile aggiungere nuovi tipi di conglomerato ed acciaio o modificare i valori iniziali. Quando i dati della struttura del corrente calcolo vengono salvati viene memorizzato con essi anche l'intero archivio modificato.

2.4.2 Sezioni

Inivio sezioni	
Modifica sezione TRAVERSO Esci FONDAZIONE RITTO SIN RITTO DES	, el
Pati Sezione	1
Vome sezione FONDAZIONE Forma sezione Rettangolare Tipo conglom. C28/35 Tipo acciaio B450C	
Dimensioni Sezione (cm) - Kwink,(daN/cm³) - Pamm,(daN/cm²)	
в 100	
Bapp. 100 5 15	
Kwink.normale 3.8 P limite 3.2	
Kwink.tangente 1.9	
Copriferro (dal baricentro delle barre)	
Copriferro (dal baricentro delle barre) C.ferro inf.(cm) 5 C.ferro sup.(cm) 5	
Copriferro (dal baricentro delle barre) C.ferro inf.(cm) 5 C.ferro sup.(cm) 5 Posizione asse Ionoit delle di riferimento trave/pilastro	
Copriferro (dal baricentro delle barre) C.ferro inf.(cm) 5 C.ferro sup.(cm) 5 Posizione asse longit de di riferimento trave/pilastro Asse di riferimento con asse be atrico	

Le quattro sezioni in c.a. presenti in questo archivio sono tutte rettangolari con base sempre pari alla larghezza della striscia di calcolo assegnata nella finestra dei dati generali. Esse si riferiscono rispettivamente al traverso, alla fondazione (compresi gli eventuali sbalzi), al piedritto di sinistra ed al piedritto di destra.

Per ognuna delle suddette 4 sezioni tipo vanno assegnati: la classe del conglomerato e il tipo di acciaio, i copriferri delle barre, superiori ed inferiori, misurati a partire dal loro baricentro, la base di appoggio della sezione sul terreno, il valore dei coefficienti di Winkler (normale all'asse della trave e tangenziale), le dimensioni del conglomerato magro di appoggio (per la sola sezione di fondazione). Mentre per il traverso non è prevista l'assegnazione della base di appoggio sul terreno e dei coefficienti di Winkler, per i piedritti è possibile (a discrezione del progettista) assegnare il solo valore normale: esso viene utilizzato dal programma solo in quei nodi di discretizzazione dei piedritti che

manifestino, per la singola combinazione di carico considerata, spostamenti diretti contro il terreno di rinfianco.

Il coefficiente di Winkler tangente da assegnare alla sola sezione di fondazione ha la funzione di consentire l'equilibrio dello scatolare alla traslazione orizzontale; il suo valore (si consiglia di assumere un valore pari alla metà del coeff. normale) ha scarsa influenza sui risultati del calcolo. In alternativa si può porre nullo il coeff. tangente di Winkler e vincolare a cerniera fissa uno dei nodi principali di estremità della fondazione (per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale).

Si fa infine presente che le verifiche di tutte le sezioni vengono effettuate in flessione o presso-tenso-flessione retta, l'asse neutro viene cioè sempre assunto parallelo al piano orizzontale.

2.5 Menu Visualizza

I comandi presenti in questo menu si riferiscono alla finestra grafica principale dell'applicazione. Essi sono tutti presenti anche nei pulsanti superiori della barra verticale dei comandi (qui sono presenti ulteriori quattro comandi per lo spostamento del grafico nelle quattro direzioni ortogonali).

Si elencano di seguito i comandi del presente menù:

Visualizzazione di Input



Questa modalità di visualizzazione prevede sempre la presenza del pannello di input sulla destra dello schermo per consentire una comoda regolazione sia della condizione di carico corrente che della visualizzazione dello schema grafico di input della struttura (privo della discretizzazione). Questa modalità di visualizzazione è accessibile sia a struttura non calcolata, ed in tal caso si possono digitare i dati nelle tabelle e negli archivi, sia a struttura già calcolata, ed in tal caso l'input dei dati è bloccato fino a quando non si aziona il comando sblocca dati nella barra comandi o nel menu dati. Lo stesso comando è anche presente nell'apposito pulsante nella barra verticale dei comandi sempre presente nella finestra principale dell'applicazione.

Nella fase di input il grafico attivo è quello del modello strutturale bidimensionale non discretizzato completato dagli spessori delle travi e dai carichi e assegnati.

Se il calcolo non è stato ancora eseguito è sempre possibile inserire e/o modificare i dati nelle tabelle presenti nelle schede dati o negli archivi.

Se la tabella in corso di input si riferisce a quantità afferenti i nodi principali il clic di un nodo sul grafico (subito segnalato da una croce rossa) comporta la immediata evidenziazione della corrispondente riga della tabella consentendo un rapido input nella stessa riga. Allo stesso modo 'cliccando' col mouse su una singola trave o vicino ad un carico agente sul terreno si ottiene l'evidenziazione della corrispondente riga della tabella corrispondente al carico selezionato.

Se il calcolo è stato già eseguito la visualizzazione di input è sempre selezionabile dal menu visualizza o dalla barra dei comandi, ma non è consentita alcuna assegnazione di dati sia nelle tabelle che negli archivi. Per poter modificare nuovamente i dati è necessario azionare il comando sblocca input dati nel menu dati o sulla barra degli strumenti; ciò comporta la cancellazione di tutti i risultati del calcolo dal disco rigido. Nella fase di visualizzazione input è sempre presente sul lato destro dello schermo il pannello di input contenente oltre che una serie di opzioni per una più comoda visualizzazione del grafico, una barra di comandi relativi alla stampa dei dati di input, al salvataggio del grafico di input mediante file in formato DXF (leggibile con un qualsiasi programma di disegno). É possibile modificare la finestra di visualizzazione del grafico (nella cornice limiti di visualizzazione grafico). Selezionando o meno le apposite caselle di scelta si possono visualizzare o meno i carichi, i vincoli, gli assi di riferimento ed i testi relativi alla numerazione dei nodi e delle travi.

Visualizzazione di Output



Questa modalità di visualizzazione prevede sempre la presenza del pannello di output sulla destra dello schermo per consentire una comoda visualizzazione dei risultati e la regolazione dei parametri dello schema grafico di output della struttura (con aste discretizzate). Questa modalità è accessibile solo dopo aver effettuato il calcolo della struttura. Lo stesso comando è anche presente nell'apposito pulsante nella barra verticale dei comandi sempre presente nella finestra principale dell'applicazione.

Questa modalità è consentita solo dopo l'esecuzione del calcolo. In essa viene rappresentato il grafico della struttura discretizzata automaticamente dal programma. Da questa modalità di visualizzazione è sempre possibile passare, senza cancellare i risultati, alla modalità di visualizzazione input nel caso, ad esempio, si vogliano stampare i dati di input. Il passaggio da una modalità all'altra è possibile azionando i corrispondenti comandi sia dal menu visualizza che dalla barra verticale dei comandi.

In questa modalità di visualizzazione è sempre presente, sul lato destro dello schermo, il pannello di output tramite il quale è possibile consultare tutti i risultati del calcolo e generare i relativi diagrammi per ogni combinazione assegnata.

I risultati numerici esposti a video ed i diagrammi visualizzati sono sempre riferiti alla combinazione di carico corrente selezionata nell'apposita casella a discesa presente nella parte alta del pannello di output.

Nel pannello sono presenti le seguenti due schede:

Risultati numerici

Se col mouse si seleziona, all'interno del grafico, un'asta proveniente dalla discretizzazione di una trave vengono esposti gli sforzi di combinazione e l'armatura di inviluppo di prima approssimazione (non tiene conto della effettiva posizione delle armature dell'asta nella trave) calcolata nelle due sezioni di estremità dell'asta. Se si seleziona un nodo vengono visualizzati gli spostamenti e/o le reazioni elastiche del terreno.

Diagrammi

Le opzioni possibili comprendono la visualizzazione della deformata, degli sforzi relativi alle travi (come quello del momento flettente rappresentato in figura), delle pressioni di contatto, delle reazioni sul terreno, dei carichi distribuiti applicati alle singole aste discretizzate. La selezione col mouse di un nodo o di un'asta fa apparire nell'apposito campo del pannello il valore dello sforzo selezionato relativo alla combinazione di carico corrente.

Stampa e disegno dei risultati

Risultati più dettagliati di quelli ottenuti a video (tramite selezione col mouse) si conseguono grazie al comando di stampa presente nella barra in alto del pannello di output. Le stampe possono essere consultate a video nella apposita finestra di stampa ed eventualmente inviate direttamente alla stampante (stampe di lavoro) o, meglio, su file in formato Rich Text Format (.rtf). Grazie a questo formato il file di stampa può essere letto ed impaginato a piacere dell'utente utilizzando un qualsiasi editor di testo.

Un altro pulsante consente il salvataggio su file .dxf del grafico della struttura discretizzata e/o di un qualsiasi diagramma di combinazione visualizzato sullo schermo.

Sempre dal pannello di output è possibile visualizzare o meno i seguenti elementi del disegno selezionando le seguenti caselle di scelta:

Nomi nodi Numeri aste Vincoli

Zoom finestra

Questo comando consente l'ingrandimento di una qualsiasi finestra tracciata col mouse sul disegno corrente.Il comando è attivo per qualsiasi grafico visualizzato nella finestra principale dell'applicazione.

Zoom precedente

Questo comando consente di visualizzare il grafico presente sullo schermo prima dell'ultimo comando di zoom o di spostamento operato con il comando di PAN o tramite i pulsanti freccia presenti nella barra verticale dei comandi.

Zoom intera struttura

Questo comando consente di visualizzare nella finestra grafica principale dell'applicazione il disegno attivo in una scala tale da consentire la sua completa rappresentazione nei limiti della finestra di visualizzazione a sua volta modificabile sia nel pannello di input che nel pannello di output.

PAN

Consente di spostare in modo continuo il grafico attivo sullo schermo. Ciò si ottiene cliccando in un punto qualsiasi del grafico e spostando il mouse nella direzione voluta tenendo premuto il tasto di sinistra del mouse.

Spostamenti

Spostamenti discreti del grafico nelle direzioni coordinate si ottengono invece mediante i pulsanti freccia presenti nella barra comandi verticale.

Armature

Consente di visualizzare le armature disponibili.

Ridisegna

Effettua il ridisegno eliminando eventuali errori di visualizzazione a video.

2.6 Menu Opzioni

In questo menu principale compaiono i seguenti comandi:

Opzioni armature ଓଡ଼ି ।

Altezza dei testi 42

Colori dei grafici 41

2.6.1 Opzioni armature

	Archivio opzioni armature ((calcol	o corrent	te)	X	
	Armature Traverso Armature Piec	fritti 🗎 A	Armature fo	ndazior	ne]	
	Armature principali				— D	
	Diametro		16	mm	- P	
	Interferro netto Minimo		3	cm	El	
	Interasse massimo tra le barre	•	30	cm	3	
	Diametro barre ripartizione ortogo	onali	12	mm	1	
	Passo barre ripartizione ortogona	li	30	cm	1	
	Diametro legature		8	mm	-7	
	N° minimo di legature a m² 6					
	icelta armature trasversali a taglio 🔿 Barre Piegate				-	
	Egature (spilli) Diametro leg	ature	12	mm	1	
	Lunghezza massima delle barri	e	1200	cm	1	
	Ancoraggio barre (ganci+tratto parallelo all'asse)					
	Parallelamente all'asse della trave (angolo 0°)					
A 45° rispetto all'asse della trave A 90° rispetto all'asse della trave						
Modifica passo barre ripartizione in base ad EC2 (min 20%)						
	Salva come opzioni fisse	<u>0</u> k	Annulla	?		

I dati assegnati in questo gruppo di opzioni vengono utilizzati dal programma sia in fase di progetto e verifica preliminare delle armature. Le presenti opzioni completano quelle già fissate (materiali e copriferri) nell'archivio sezioni per le singole sezioni trasversali previste.

Si richiama anzitutto l'attenzione sulla possibilità di scelta del tipo di armature trasversali da far dimensionare al programma nel caso in cui il taglio resistente sviluppato dalle sole armature longitudinali (§4.1.2.1.3.1 NTC) non sia in grado di equilibrare il taglio di progetto:

- Armature trasversali costituite da legature (scelta consigliata e di default) considerate dal programma come bracci di staffe resistenti a taglio purchè munite di ancoraggi a 135° di lunghezza pari ad almeno 10 volte il loro diametro

- Armature trasversali costitute da barre inclinate a 45°.

Per le armature del traverso e della fondazione vanno separatamente precisati i seguenti dati (essi possono essere variati anche dopo l'esecuzione del calcolo):

39

Diametro armature principali

Va indicato il diametro (in mm).

Rapporto di armatura minimo Af compr./Af tesa

Minimo rapporto tra l'area delle armature longitudinali compresse e quella delle armature tese.

Interferro netto minimo

Minima distanza netta (in cm) ammessa tra i contorni delle barre longitudinali. Il D.M.'96 fissa tale valore in 2 cm.

Interasse massimo barre

Impone la massima distanza tra le barre di una stessa fila nel caso in cui dal calcolo dovessero risultare maggiormente distanti.

Diametro barre di ripartizione ortogonale

Va indicato il diametro (in mm) da utilizzare per le armature secondarie di parete per le quali non viene effettuato alcun calcolo.

Passo barre di ripartizione ortogonali

Come il dato precedente viene utilizzato per il disegno delle armature finali.

Per i piedritti oltre ai suddetti dati opzionali vanno precisati il diametro ed il numero a metro quadrato delle legature da disporre in parete.

Con riferimento a tutte le armature vanno inoltre precisate le seguenti opzioni:

Lunghezza massima barre

La lunghezza massima delle barre principale (in cm) consente al programma di seguire strade differenti per la proposta automatica di disposizione delle armature.

Ancoraggio barre

Le estremità delle armature possono essere ancorate al conglomerato secondo tre distinte modalità: prolungando (se possibile) le barre parallelamente all'asse della trave; mediante piegature a 45° delle barre; mediante piegature a 90°.In sede di progettazione della disposizione delle armature le lunghezze di ancoraggio delle singole barre vengono calcolate automaticamente dal programma in funzione del diametro e dei materiali secondo le indicazioni del DM '96.

Dettagli armature secondo Circolare 65/'97 per zone sismiche

Questa modalità comporta differenti percentuali minime di armatura e del rapporto tra le aree delle armature tese e compresse.

Modifica del passo barre di ripartizione ortogonali

Il passo precedentemente assegnato alle barre di ripartizione (ortogonali al piano di riferimento X,Y dello scatolare) viene automaticamente modificato se inferiore al 20% indicato per tali armature nel DM' 96.

2.6.2 Colori grafici

Colori		
Sfondo finestre grafiche	Diagrammi	
Colore sfondo	Deformata	
	Momento	
Input	Taglio	
Nodi	Sforzo Normale	
Assi baric. Aste	Pressione sul terreno	
Contorno Aste	- Armahura	
Falda / Tirante	Annacore	
Terreno	Ferri di armatura	
Quotature	Ancoraggi barre travate	
Vincoli	Quotature barre	
Carichi		
Output		
Aste generate		
Reazioni dei vincoli		
the first sector is particular		

Sia per lo sfondo che per quasi tutte le entità che compaiono nella finestra grafica principale del programma è possibile scegliere e/o modificare il colore con il quale vengono rappresentate sul monitor mediante un'apposita finestra di opzione.

Con riferimento alla visualizzazione di input è possibile definire il colore per nodi principali, travi, vincoli, falda, terreno, quotature, carichi. Con riferimento alla visualizzazione di output è possibile definire il colore per nodi generati, aste generate. La scelta del colore è pure selezionabile per i diagrammi di deformazione, dei singoli sforzi, della pressione sul terreno e delle reazioni elastiche del terreno. Nei grafici delle armature è possibile assegnare differenti colori alle barre, ai tratti di ancoraggio delle stesse armature principali, alle quote delle barre.

2.6.3 Altezza testi

Altezza dei testi	
Disegno Schema Strutturale Dis	egno Armature scatolare
Altezza Testi in cm	
Nodi principali (cm)	20
Travi (cm)	20
Quote/carichi (cm)	15
Nodi generati	10
Aste generate	10
	<u>o</u> k
Salva opziopi corre	ation and a start work
and a second and a second and	

Le altezze dei testi che compaiono in questa finestra di opzioni sono tutte espresse in centimetri. La possibilità di regolazione dell'altezza dei testi è molto utile ad esempio in fase di input dei dati nelle tabelle tenendo contemporaneamente su video lo schema strutturale con i nomi dei nodi e delle travi più in evidenza (con riferimento alla scala del disegno). Prima di salvare su file .dxf un grafico è, invece, opportuno ridurre la dimensione dei testi per ottenere un grafico finale su carta meglio proporzionato.

Nella finestra sono presenti tre schede.

La prima scheda è relativa ai grafici degli schemi strutturali sia in fase di input che di output. Sono regolabili le altezze dei testi delle seguenti entità:

- Nodi principali
- Travi
- Quote/CarichiCampiQuoteqdfgggfgCampi
- Nodi generatinodi_generati

• Aste generateaste_generate

La seconda scheda è relativa alle armature:

- Testi Armature
- Misure dei tratti di barra

2.7 Menu Esegui

I tre comandi presenti in questo menu principale sono:

Salva e calcola struttura

Con questo comando il programma salva su disco i dati di input in un file il cui nome e percorso vengono assegnati liberamente dall'utente ma sempre caratterizzato dall'estensione .SC1. Eseguita la memorizzazione viene avviata la fase di calcolo alla fine della quale nella finestra grafica compare la struttura discretizzata (visualizzazione di output); nella finestra principale dell'applicazione viene inoltre esposto il pannello di output.

Prima della memorizzazione del file il programma esegue una serie di controlli sui dati immessi ed in caso di incompatibilità espone messaggi di errore che avvisano sull'impossibilità della memorizzazione del file nel caso in cui gli errori indicati non vengano corretti.

Calcola armature travate

Le aree ed il diametro delle armature resta quello calcolato, nell'ambito della risoluzione generale della struttura, come semiprogetto delle armature delle sezioni in corrispondenza di tutti i nodi principali e generati (armature visualizzabili nel pannello di output mediante il semplice clic del mouse in corrispondenza della generica asta generata aste_generate appartenente ad una trave). La conoscenza delle armature non è, però, sufficiente a definire la disposizione delle varie barre longitudinali lungo le travi. Va anzitutto considerata una certa ridistribuzione in campate dei momenti di segno opposto presenti agli estremi di continuità delle travi; va inoltre effettuata una traslazione delle armature resistenti lungo l'asse della trave. É inoltre possibile, nel rispetto delle precedenti condizioni, armare una stessa travata con differenti modalità secondo le preferenze del progettista. Di conseguenza la disposizione delle armature calcolata dal programma è organizzata in modo da poter essere, almeno in parte, modificata in maniera interattiva. A riguardo si fa presente che non sono previste armature longitudinali sagomate conformate in modo tale da coprire con una stessa barra momenti di segno opposto. Per fronteggiare gli sforzi di taglio non assorbiti dalla resistenza del solo conglomerato e delle barre longitudinali, trattandosi di solette piene e di pareti, non sono previste staffe ma solo apposite barre piegate a 45° oppure legature di collegamento tra le barre longitudinali tese e compresse che assolvono alla stessa funzione dei bracci di staffe. Con riferimento al caso delle barre piegate: per ogni singola estremità delle travi sono previste al massimo due serie successive di barre piegate a coprire un tratto di trave pari a due volte la distanza tra i baricentri delle barre superiori ed inferiori.

In aggiunta alle 2 armature a flessione, superiore ed inferiore, che corrono per tutta la lunghezza del traverso e della fondazione, possono essere presenti, ad ogni innesto delle travi nei nodi, un moncone (spezzone) superiore e uno inferiore.

2.7.1 Salva e calcola

Con questo comando (equivalente al pulsante presente nella toolbar principale) si avvia il salvataggio del file e del successivo calcolo della struttura. Questa fase è preceduta da un controllo automatico dei dati immessi in input che prevede una serie di messaggi di errore o di attenzione (warning). In questa fase viene effettuato il calcolo delle deformazioni della struttura discretizzatata in piccoli conci di trave. Risolto il sistema di elasticità vengono calcolate le sollecitazioni M, N, V in ogni nodo di estremità dei conci. Tutti Possono essere visualizzati e stampati I diagrammi

2.7.2 Visualizzazione risultati

Questa modalità è consentita solo dopo l'esecuzione del calcolo. In essa viene rappresentato il grafico della struttura discretizzata automaticamente dal programma. Da questa modalità di visualizzazione è sempre possibile passare, senza cancellare i risultati, alla modalità di visualizzazione input nel caso, ad esempio, si vogliano stampare i dati di input. Il passaggio da una modalità all'altra è possibile azionando i corrispondenti comandi sia dal menu visualizza che dalla barra verticale dei comandi.

In questa modalità di visualizzazione è sempre presente, sul lato destro dello schermo, il pannello di output tramite il quale è possibile consultare tutti i risultati del calcolo e generare i relativi diagrammi per ogni combinazione assegnata.

I risultati numerici esposti a video ed i diagrammi visualizzati sono sempre riferiti alla combinazione di carico corrente selezionata nell'apposita casella a discesa presente nella parte alta del pannello di output.

Nel pannello sono presenti le seguenti due schede:

Risultati numerici

Se col mouse si seleziona all'interno del grafico (come nella sottostante figura), un'asta proveniente dalla discretizzazione di una trave vengono esposti gli sforzi di combinazione e l'armatura di inviluppo di prima approssimazione (non tiene conto della effettiva posizione delle armature dell'asta nella trave) calcolata nelle due sezioni di estremità dell'asta. Se si seleziona un nodo vengono visualizzati gli spostamenti e/o le reazioni elastiche del terreno.



Diagrammi

Le opzioni possibili comprendono la visualizzazione della deformata, degli sforzi relativi alle travi, delle pressioni di contatto, delle reazioni sul terreno, dei carichi distribuiti applicati alle singole aste discretizzate. La selezione col mouse di un nodo o di un'asta fa apparire nell'apposito campo del pannello il valore dello sforzo selezionato relativo alla combinazione di carico corrente.



46

Particolarmente interessante (vedi figura successiva) è il diagramma dei carichi normali di combinazione in quanto permette di controllare gli effettivi carichi agiscono sui singoli conci delle aste e che sono frutto sia delle pressioni del terreno sui piedritti sia della diffusione dei carichi posti sul terreno.



Stampa e disegno dei risultati

Risultati più dettagliati di quelli ottenuti a video (tramite selezione col mouse) si conseguono grazie al comando di stampa presente nella barra in alto del pannello di output. Le stampe possono essere consultate a

video nella apposita finestra di stampa ed eventualmente inviate direttamente alla stampante (stampe di lavoro) o, meglio, su file in formato Rich Text Format (.rtf). Grazie a questo formato il file di stampa può essere letto ed impaginato a piacere dell'utente utilizzando un qualsiasi editor di testo.

Un altro pulsante consente il salvataggio su file .dxf del grafico della struttura discretizzata e/o di un qualsiasi diagramma di combinazione visualizzato sullo schermo.

Sempre dal pannello di output è possibile visualizzare o meno i seguenti elementi del disegno selezionando le seguenti caselle di scelta:

Nomi nodi

Numeri aste

Vincoli

2.7.3 Calcolo armature

E' la fase conclusiva del calcolo automatico che, a partire dagli sforzi precedentemente calcolati, effettua il semiprogetto e la verifica delle armature relative alla striscia di calcolo assunta nei Dati Generali (di solito 100 cm) generando una iniziale proposta di disposizione per le armature che, successivamente, potranno essere parzialmente modificate e riverificate tramite gli appostiti comandi presenti in questo contesto.



Nella finestra principale sono rappresentate le armature proposte per assorbire le calcolate sollecitazioni. I tratti delle barre colorati in blu scuro sono quelli efficaci ai fini della flessione e pressoflessione, quelli colorati in azzurro rappresentano gli ancoraggi e/o le sovrapposizioni. Eventuali barre piegate a 45° sono efficaci per il solo taglio che, evidentemente in tali zone non può essere assorbito in assenza di apposite armature a taglio. Le barre piegate a taglio sono previste solo in corrispondenza dei tratti di estremità delle aste per una lunghezza pari a 2 volte l'altezza utile delle sezioni (sono infatti previsti solo 2 registri consecutivi di barre piegate). Di conseguenza se nei tratti centrali delle aste il taglio di progetto supera quello che la sezione priva di armature trasversali può assorbire (§ 4.1.2.1.3.1 NTC) le corrispondenti sezioni non saranno verificate: in tal caso sarà necessario ridefinire le dimensioni (spessore) delle sezioni. Nel caso in cui il taglio di progetto sia di poco superiore a quello per il quale non siano necessarie armature specifiche a taglio, è possibile incrementare l'area delle armature tese dell'asta fino a soddisfare la verifica a taglio senza barre piegate (incremento del parametro r1 nella formula (4.1.14) NTC).

Numero, diametro, lunghezze di ancoraggio delle barre sono modificabili nella griglia posta nella parte bassa dello schermo. Per inserire agevolmente i dati basta selezionare col mouse la barra che interessa e digitare i dati nella riga che viene evidenziata di conseguenza. Una volta effettuate le modifiche è possibile riverificare l'intera stuttura mediante l'apposito pulsante posto sulla barra nel pannello a destra dello schermo. Nella stessa toolbar sono presenti i comandi per il salvataggio delle modifiche effettuate, per la stampa dei tabulati di calcolo finali e della relazione, per salvare il disegno esecutivo su file .dxf, per memorizzare lo stesso disegno o il disegno dell'inviluppo degli sforzi corrente (da inserire ad esempio con un copia incolla nella relazione), per il ricalcolo delle armature senza tener conto delle eventuali modifiche effettuate.

Sempre nello stesso pannello sono visualizzati gli inviluppi degli sforzi in corrispondenza dei singoli conci discretizzati della struttura. Passando col mouse su tali conci viene evidenziato il corrispondente valore dello sforzo di inviluppo. Le stampe possono essere consultate a video nella apposita finestra di stampa ed eventualmente inviate direttamente alla stampante (stampe di lavoro) o, meglio, su file in formato Rich Text Format (.rtf). Grazie a questo formato il file di stampa può essere letto ed impaginato a piacere dell'utente utilizzando un qualsiasi editor di testo.

Ulteriori modifiche e personalizzazioni delle armature sono naturalmente possibili utilizzando un programma di disegno (tipo 'Autocad') per variare direttamente i grafici delle armature ottenuti dal file in formato .dxf (tramite l'apposito comando presente sulla barra del pannello armature).

2.8 Menù Programma di servizio

Questo menu comprende un programma che può risultare utile alla determinazione dei parametri di resistenza ed elasticità del terreno da inserire tra i dati di input previsti dal programma.

Carico limite fondazioni superficiali



Effettua il calcolo della pressione limite nei casi più semplici e con terreno avente caratteristiche geotecniche uniformi. Nei casi più complessi o con terreno stratificato o quando vada effettuata contestualmente una stima dei cedimenti si raccomanda l'uso di specifici programmi di calcolo tra cui si segnala Loadcap illustrato nel sito www.geostru.com.

Per le fondazioni dello scatolare si consiglia (cfr. Bowles) di selezionare l'opzione di impronta rettangolare con B pari alla minore dimensione dell'intera impronta della platea di fondazione (cioè non bisogna fare riferimento alla larghezza della striscia di calcolo).

Il calcolo del carico limite unitario viene condotto a mezzo formule trinomie di Terzaghi, Meyerhof ed Hansen, Eurocodice 7 lasciando all'utente la scelta del valore da adottare.

3 Applicazioni

3.1 Esempio di calcolo

Dati generali		
Descrizione Struttura	- Terreno di ricoprimento	(
Esempio 1	Ht = Spessore ricoprim.: 50 cm	
	Peso Volume 2000 daN/m ³	1 f
-Dati Struttura	Peso Volume saturo 2000 daN/m ³	1
Larghezza striscia di calcolo: 100 o	- Terreno di rinfianco	1.
H =Altezza netta scatolare: 300 o	Peso Volume 1800 daN/m ³	Ht terreno di ricoprimento
B –Lunghezza netta scatolare: 500 o	Peso Volume saturo 2000 daN/m ²	я
L1 =Lunghezza sbalzo sin.: 80 o	Angolo @' attrito 30 °	
L2 =Lunghezza sbalzo des.: 80 o	Angolo attr. terr piedritti 20 °	н
	Coesione C' 0 daN/cm ²	
St = Spessore traverso: 60 o	Kwinkler (in compress.) 0 daN/cm ³	
SF = Spessore Fondazione: 80 o	Terreno a Sinistra 🕞 Terreno a Destra	Srt
Sr1 = Spessore piedritto sin.: 50 o	presente presente	L1 B ³⁰
Sr2 = Spessore piedritto des.: 50 o	Coef. di spinta statica terreno rinfianco	terreno di fonda
- Opzioni di Calcolo	C Assemble diett : K = 0.5000	
Tipo di Calcolo		
Calcolo non sismico Calcolo Sismico pseudo-statico	- Terreno di fondazione	1
Decemptor di colcolo	Peso Volume 1800 daN/m ³	Dati struttura:
Parametri di calcolo	Peso Volume saturo 2000 daN/m ²	striscia di calci
Lungh, max, discretizz, aste: (cm) 20	Kwinkler (in compress.) 3.8 daN/cm ²	comprese le arl
Semangolo dirrusione canoni: (*) 45	Pressione ultima 3.2 daN/cm²	piedritti nessono per
Deformations a tardio	- Conditional Combinational di Cosico	font
	Nº Cond. Car.: 6 Nº Comb. Car.: 5	indica
 Estremi Traverso incastrati nei piedritti C Estremi Traverso incernierati nei piedritti 	N Cood Name Conditions	
Condizioni Ambient al	1 PESO_PROPRIO	
Ordinarie (a)	2 PER CARE	
Aggressive (b)	3 V	
A THE MARKET STOL		
	in the second	

L'esempio di seguito illustrato si riferisce al calcolo di uno scatolare il cui traverso dovrà sostenere una strada con versi di percorrenza paralleli alla direzione longitudinale del manufatto (asse X del riferim. generale).

Allo scopo di valutare i carichi ed i coefficienti di combinazione per il caso in questione si fa riferimento alle norme sui ponti (cap. 5 NTC) anche se l'esempio qui riportato non comprende tutte le verifiche relative ai ponti.

Tra i dati geometricie e geotecnici assegnati allo scatolare e riportati nella figura iniziale si fa presente che come spessore di ricoprimento si è assunto quello di 50 cm corrispondente allo spessore della sovrastruttura della carreggiata stradale.

A questo punto vanno assegnati nell'<u>Archivio Sezioni</u> ³² i materiali alle varie sezioni dello scatolare e, per la sezione di fondazione i valori del carico limite e delle costanti Winkler del terreno. Per tutte le aste si è selezionato il conglomerato di classe C28/35 e l'acciaio in barre B450C i cui valori sono presenti e modificabili nell'<u>Archivio Materiali</u> ³¹. A favore di sicurezza si è attribuito valore nullo al K di Winkler dei piedritti.

Vanno inoltre assegnati nelle <u>Opzioni Armature</u> (39) i diametri delle barre e gli altri dati opzionali.

51

Sono state assegnate le seguenti n. 6 condizioni di carico:

1) PESO PROPRIO (condizione non modificabile) relativa al peso proprio delle sole aste in c.a.

2) PERMANENTI (nome della condizione non modificabile) costituita dal terreno spingente sui 2 lati del terreno di rinfianco e dal peso del terreno di ricoprimento (sovrastr. stadale)

3) VAR_1 carichi variabili costituiti dallo schema di carico 1 (§5.1.3.3.3) per la quota di competenza della striscia di calcolo di 1 metro. Supponendo che il carico Q1k = 30000 daN relativo ad un asse del tandem (vedi Figura 5.1.2 NTC e tabella 5.1.II) si ripartisca trasversalmente su 3 metri, il carico concentrato da assegnare alla striscia di calcolo di 1 m risulta pari a 30000/3 = 10000 daN. Quindi nella presente condizione sono presenti due carichi concentrati a distanza di 120 cm oltre ad un carico uniforme di 900 daN/m (vedi figura seguente). Naturalmente la coppia di carichi concentrati può essere spostata (anche utilizzando ulteriori condizioni di carico) allo scopo di ricercare le maggiori sollecitazioni possibili.



4) VAR_2 allo scopo di valutare la maggiore spinta possibile sul piedritto si assume il seguente schema di carico in cui lo schema di carico di normativa (utilizzato nella precedente condizione) viene semplificato in carico uniforme su di una impronta di 220x300 cm (60000/2.2/3.0 = 9090 daN/m²) che gravano sul cuneo di spinta di sinistra per una lunghezza di 220 cm (cioè 9090 daN/m). Per questa semplificazione si veda il punto C5.1.3.3.7.1 delle Istruzioni alle NTC.



5) VAR_3 è la stessa condizione precedente ma con il carico distribuito equivalente posto sul cuneo di spinta del piedritto destro.

6) VAR_4 è la forza di frenamento valutata in base alle NTC in 12450 daN assegnati come un carico longitudinale uniforme lungo in traverso pari a 12450/5.0 = 2500 daN/m

54

# Dati sismici	\mathbf{X}
I valori dei parametri Ag/g, Fo dello spettro di progetto non vengono mai calo dall'utente. L'acquisizione on line di tali dati è immediata attraverso il collegar Il programma genera automaticamente due combinazioni sismiche pseudo-ste vengono costruite sia sulla base dei Dati Sismici forniti nell'apposita finestra d fornire nell'apposita griglia nelle schede di input.Sismicamente lo scatolare vie	colati in automatico dal programma, ma vanno sempre immessi direttamente ento al sito www.geostru.com tiche corrispondenti alle direzioni +X e -X rispettivamente. Dette combinazioni i input sia sulla base dei fattori di combinazioni relativi alle combinazioni sismiche da ne schematizzato in analogia ad un ponticello con la travata collegata a due spalle che
Dati sismici	si gravanti sul traverso attivi in fase sismica (relativi ad una striscia larga 1 metro)
Comune: MONTESILVANO	Peso proprio Traverso + 1/2 pesi propri piedritti
Tipo Sismicità: Zona a sismicità ordinaria: S * Ag/g > 0.075 So	ovracc.Tot.(perm.+ aliq. var.) presente sul traverso in fase sismica 6500 daN
Vita Nominale: Vita Nomin.(VN) Strutt.ordinaria(>=50a 💌 VN= 50	colo della Spinta Terreno in fase sismica sul Piedritto di Sinistra
Classe d'Uso: II Classe[affoll.normale](VR=1.0*VN) VR= 50	Sovraccarico da p. p. del terreno di ricoprimento sul cuneo spinta di sinistra
Ag/g (SLV) 0.150 Link Geostru ai parametri sismici	rracc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di spinta del rinfianco fase sism. 1900 daN/m²
Fo (SLV) 2.467	lcolo della Spinta Terreno in fase sismica sul Piedritto di Destra
Cat. sottosuolo Terreno Tipo B (Molto addens.: Vs,30>360m/s) 💌	Sovraccarico da p. p. del terreno di ricoprimento sul cuneo spinta di destra
Cond. Topografiche Cat. T1: Superf.Piana Incl. pendio < 15° 💌	racc. (perm.+aliq. var.)sul cuneo di spinta del rinfianco fase sism. 1900 daN/m ²
Coeff. sottosuolo: S =Ss*St (formula (3.2.5) NTC) 1.200	rze sismiche agenti nelle sole comb. sismiche (SismX+ e SismX-)
Fattore ßm per il calcolo del coeff. di spinta Kh (§7.11.6.2.1) 1.000 For	za orizzontale totale applicata al traverso sin. nel nodo N3 2273 daN
For	za orizzontale totale applicata al traverso des. nel nodo N4 2273 daN
Coeff, spinta sismica Kh calcolato automaticamente O.180 Ris	ultante orizzontale delle pressioni sism. del terreno sul piedritto sin. 6078 daN/m
Ris	ultante orizzontale delle pressioni sism. del terreno sul piedritto des. 6078 daN/m
	Ok ?

Tra i dati sismici adottati si segnala che come pesi attivi in fase sismica agenti sul traverso sono stati assunti (oltre ai pesi propri del traverso del 50% dei piedritti) l'intero peso del ricoprimento del peso $(2000 \times 0.50 \times 5.50) = 5500 \text{ daN}$ ed inoltre il 20% del peso del carico uniforme di 900 daN/m $(0.20 \times 900 \times 5.50 = 990 \text{ daN})$ per un totale di 6500 daN. Come sovraccarichi agenti sui cunei di spinta in fase sismica si è assunta l'aliquota 0.2 dei soli carichi uniformi prima assegnati nelle condizioni di carico VAR 2 e VAR 3 ottenendo come carico su singolo cuneo un valore pari a $9090 \times 0.2 = 1900 \text{ daN/m}$.

I coefficienti di combinazione utilizzati nelle 5 combinazioni non sismiche allo SLU sono stati tratti dalla tabella 5.1.V del cap. 5 NTC (coeff. validi solo per i ponti). Per quanto riguarda i gruppi di azioni da considerare contemporaneamente si guardi la tabella 5.1.IV in cui ad esempio la forza di frenatura, presa col suo valore caratteristico, va associata al valore frequente dello schema di carico e quindi a quest'ultimo va assegnato il coeff. di combinazione y1 = 0.75 (dalla Tabella 5.1.VI).

E' stata prevista inoltre una combinazione frequente SLE relativa al carico variabile principale.

I coeff. per entrambe le 2 combinazioni sismiche sono stati posti pari ad 1 per il solo peso proprio e per i carichi permanenti; i coeff. di combinazione delle condizioni di carico relative ai carichi variabili sono stati posti tutti nulli in quanto i relativi carichi sismici sono stati già previsti nella finestra dei dati sismici. A questo punto basta avviare il calcolo della struttura (menu Salva e Calcola) e successivamente il Calcolo delle Armature per ottenere i vari risultati richiesti.



4 Contatti



GeoStru

Web: <u>www.geostru.com</u>