

GDW

| | | |
|------------------|--|-----------|
| Part I | Introduzione | 1 |
| 1 | Introduzione | 1 |
| Part II | Menu | 2 |
| 1 | Menu Esporta | 2 |
| 2 | Menu Calcolo | 3 |
| 3 | Menu File | 3 |
| 4 | Menu Preferenze | 4 |
| 5 | Menu Modifica | 4 |
| 6 | Menu Visualizza | 4 |
| 7 | Menu Dati | 5 |
| 8 | Menu Help? | 6 |
| Part III | Briglia in gabbioni | 6 |
| Part IV | Dati generali | 7 |
| Part V | Briglia in calcestruzzo semplice | 8 |
| Part VI | Gaveta | 10 |
| Part VII | Bacino | 10 |
| Part VIII | Tubi drenanti | 13 |
| Part IX | Stratigrafia | 14 |
| Part X | Azione sismica | 15 |
| Part XI | Carichi esterni | 17 |
| Part XII | Verifica idraulica | 18 |
| Part XIII | Verifica dell'equilibrio globale | 20 |
| Part XIV | Verifica a sifonamento | 22 |
| Part XV | Calcolo Micropali | 23 |
| 1 | Input dei micropali | 23 |
| 2 | Calcolo del Momento di plasticizzazione | 26 |
| 3 | Distribuzione delle azioni verticali sui micropali | 27 |
| 4 | Distribuzione delle azioni orizzontali sui micropali | 30 |
| 5 | Carico limite verticale | 30 |
| 6 | Calcolo limite orizzontale | 31 |

Part XVI Contatti**33****Index****34**

1 Introduzione

La briglia è un'opera che viene utilizzata per contenere fenomeni di tipo erosivo in alvei fluviali. In particolare si utilizza quando nell'alveo preso in esame si vuole modificare la pendenza portandola a quella di compensazione. Le tecnologie utilizzate per l'esecuzione delle briglie sono varie. Il programma BRIGLIE prende in esame le briglie in calcestruzzo semplice e le briglie in gabbioni. Entrambe le tipologie sono mostrate nella figura che segue:

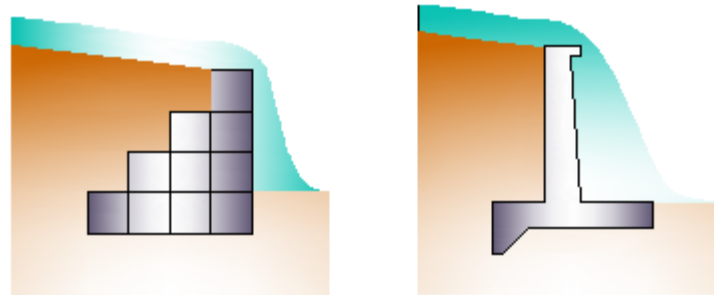


Figura: Briglia in gabbioni (sinistra) - Briglia in calcestruzzo

Il calcolo eseguito nel programma è relativo a due diverse verifiche:

1. Verifica idraulica:

In questo caso saranno determinate tutte le quantità idrauliche necessarie a determinare la bontà dell'intervento. Sono calcolate ad esempio quantità come la massima profondità di escavazione, altezza di moto uniforme ecc.

2. Verifica dell'equilibrio globale:

In questo caso si verifica la stabilità dell'opera eseguendo le classiche verifiche necessarie per opere di questo genere.

1.1 Introduzione

La briglia è un'opera che viene utilizzata per contenere fenomeni di tipo erosivo in alvei fluviali. In particolare si utilizza quando nell'alveo preso in esame si vuole modificare la pendenza portandola a quella di compensazione. Le tecnologie utilizzate per l'esecuzione delle briglie sono varie. Il programma BRIGLIE prende in esame le briglie in calcestruzzo semplice e le briglie in gabbioni. Entrambe le tipologie sono mostrate nella figura che segue:

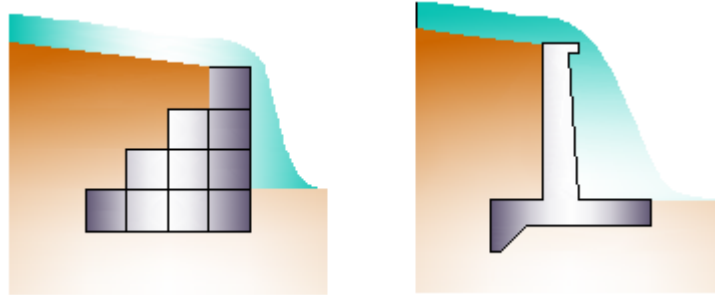


Figura: Briglia in gabbioni (sinistra) - Briglia in calcestruzzo

Il calcolo eseguito nel programma è relativo a due diverse verifiche:

1. Verifica idraulica:

In questo caso saranno determinate tutte le quantità idrauliche necessarie a determinare la bontà dell'intervento. Sono calcolate ad esempio quantità come la massima profondità di escavazione, altezza di moto uniforme ecc.

2. Verifica dell'equilibrio globale:

In questo caso si verifica la stabilità dell'opera eseguendo le classiche verifiche necessarie per opere di questo genere.

2 Menu

- Menu File**
- Menu Modifica**
- Menu Visualizza**
- Menu Dati**
- Menu Calcolo**
- Menu Esporta**
- Menu Help?**
- Menu Preferenze**

2.1 Menu Esporta

Menu Esporta

Esporta DXF

consente l'esportazione degli elaborati grafici in formato dxf

Esporta RTF

consente l'esportazione della relazione di calcolo in formato rtf

2.2 Menu Calcolo

Menu Calcolo

Combinazioni

consente di aggiungere e modificare le combinazioni di carico

Verifiche globali

apre la finestra che fornisce i risultati dell'analisi di equilibrio globale

Verifiche idrauliche

apre la finestra che fornisce i risultati dell'analisi idraulica del problema

2.3 Menu File

Menu File

Nuovo

consente di creare un nuovo progetto;

Apri

viene aperto un progetto esistente;

Salva

salva i dati inseriti nel progetto corrente;

Salva con nome

salva il progetto con un altro nome;

Dati recenti

Visualizza gli ultimi tre file aperti;

Esci

Esce dal programma.

2.4 Menu Preferenze

Menu Preferenze

Altezza testi

consente di modificare l'altezza dei testi all'interno del disegno

Language

consente di modificare la lingua del programma

2.5 Menu Modifica

Menu Modifica

Annulla

effettua undo solo nelle finestre di dialogo;

Copia

Copia il disegno contenuto nel foglio di lavoro negli appunti;

Incolla

Incolla il contenuto degli appunti nel foglio di lavoro corrente;

2.6 Menu Visualizza

Menu Visualizza

Ridisegna

effettua il ridisegno della briglia eliminando eventuali errori di visualizzazione;

Zoom tutto

modifica la scala di visualizzazione del disegno affinché tutti gli elementi possano essere visualizzati;

Zoom finestra

permette all'utente di ingrandire una particolare zona della finestra del disegno

Zoom sposta

permette all'utente di muovere tutto il disegno sulla finestra

Zoom precedente

permette all'utente di ritornare sulla finestra di visualizzazione precedente

2.7 Menu Dati

Menu Dati**Dati progetto**

consente di impostare le informazioni amministrative del progetto;

Briglia in calcestruzzo

consente di selezionare la tipologia di briglia che si vuole analizzare;

Briglia in gabbioni

consente di selezionare la tipologia di briglia che si vuole analizzare;

Dati generali

consente di impostare i dati generali del progetto, relativi all'alveo analizzato;

Geometria briglia: consente di impostare le grandezze geometriche della briglia (sia in gabbioni che in calcestruzzo);

Gaveta

consente di impostare la lunghezza della gaveta, l'inclinazione degli scivoli ed il franco di sicurezza;

Bacino

consente di impostare la geometria del bacino di dissipazione;

Tubi drenanti

consente di impostare le dimensioni dei tubi drenanti e le dimensioni della struttura di ammorsamento;

Stratigrafia

consente di impostare le caratteristiche dello strato di fondazione e dello strato in elevazione;

Azione sismica

consente di impostare i parametri per la determinazione delle azioni sismiche;

Carichi esterni: consente di definire carichi esterni aggiuntivi a quelli considerati di default;

2.8 Menu Help?

Menu Help?

Guida in linea

visualizza la guida in linea del programma;

Versione controllo e aggiornamenti

Visualizza la versione del software in uso;

Supporto

fornisce i contatti;

Registrazione

Visualizza la finestra di registrazione del programma che appare al primo avvio del programma per la registrazione via software o quando lo stesso funziona in versione dimostrativa.

3 Briglia in gabbioni

La geometria della briglia in gabbioni è definita con riferimento alla seguente figura:

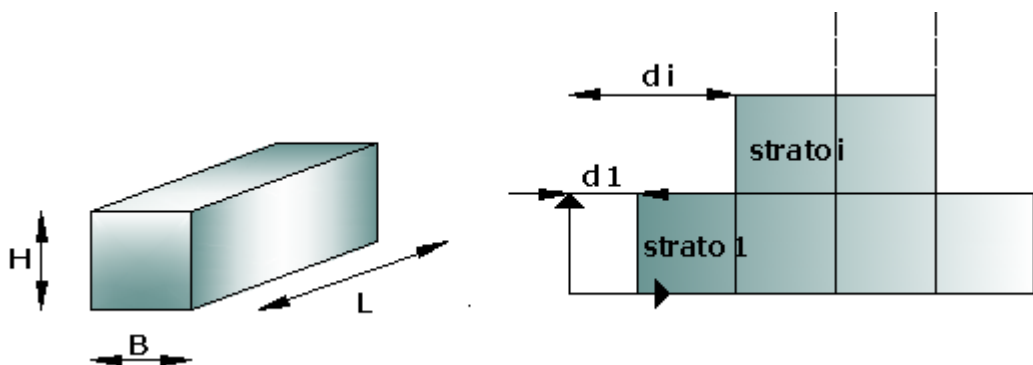


Figura: schema geometrico della briglia in gabbioni

La briglia in gabbioni è definita come assemblaggio di diversi gabbioni. Gabbioni di diverso tipo possono essere presenti nella stessa briglia. Con riferimento alla parte di sinistra della figura il tipo del gabbione è definito dalle seguenti quantità:

H[m]

Altezza del singolo gabbione

B[m]

Base del singolo gabbione

L[m]

Lunghezza del singolo gabbione

Gamma[KN/m³]

Peso specifico del materiale costituente il gabbione

La briglia in gabbioni è definita invece con riferimento alla parte destra della figura:

Tipo

Lo strato i-esimo della briglia sarà costruito con uno dei tipi definiti dall'utente

Numero

Numero di gabbioni che compongono strato

d[m]

Distanza tra il primo gabbione, partendo dalla sinistra, dello strato dal sistema di riferimento scelto

Inoltre l'utente deve definire il numero di gabbioni interrati (**NGI**) all'atto della posa in opera della gabbionata

4 Dati generali

I dati generali sono relativi principalmente all'asta fluviale che si deve analizzare. Si definiscono i seguenti dati generali:

DATI RELATIVI ALL'ASTA**Quota di monte dell'asta[m]:**

È la quota, rispetto ad un piano orizzontale di riferimento, del punto di monte (più alto) del tratto di alveo che si vuole sistemare;

Quota di valle dell'asta[m]:

È la quota, rispetto ad un piano orizzontale di riferimento, del punto di valle (più basso) del tratto di alveo che si vuole sistemare;

Lunghezza dell'asta[m]:

Distanza, misurata lungo la proiezione dell'asta sul piano orizzontale di riferimento, del punto di inizio dell'asta (punto di monte) ed il punto finale dell'asta (punto di valle);

Larghezza della sezione d'alveo[m]:

La sezione dell'alveo è ipotizzata nel programma BRIGLIE come una sezione rettangolare, e quindi la larghezza della sezione d'alveo coincide con la base della sezione rettangolare assunta per modellare la sezione d'alveo;

Diametro medio del materiale costituente l'alveo[m]:

Diametro passante al 50% nella prova di setacciatura del terreno costituente l'alveo;

D90[m]:

Diametro passante al 90% nella prova di setacciatura del terreno costituente l'alveo;

Portata di progetto[m³/s]:

Portata di progetto determinata in base alle caratteristiche idrologiche del bacino all'interno del quale è contenuta l'asta da analizzare;

n di Manning[-]:

Coefficiente di scabrezza del fondo alveo che si utilizza nella formula del moto uniforme per canali a pelo libero. Solitamente assume valori compresi tra 0.011 e 0.035;

FATTORI DI SICUREZZA**Fattore di sicurezza a ribaltamento:**

E' il minimo rapporto ammesso tra Momento stabilizzante e momento ribaltante;

Fattore di sicurezza a scorrimento:

E' il minimo rapporto ammesso tra forze che tendono a stabilizzare per scorrimento e forze che tendono a destabilizzare per scorrimento;

Fattore di sicurezza a carico limite:

E' il minimo rapporto ammesso tra il carico limite della fondazione ed il carico trasmesso dalla briglia in condizioni di esercizio;

5 Briglia in calcestruzzo semplice

La geometria della briglia in calcestruzzo semplice è definita con riferimento alla seguente figura:

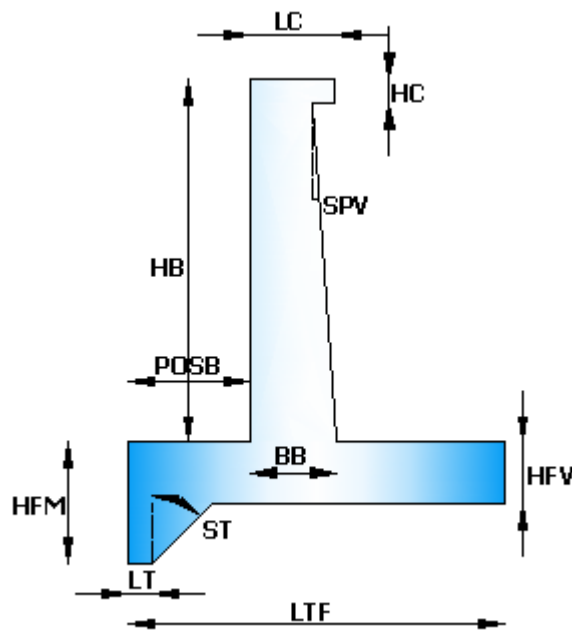


Figura: schema geometrico della briglia in cls

Con riferimento alla figura i dati che l'utenete deve inserire sono i seguenti:

HB[m]

Altezza del corpo della briglia

POSB[m]

Distanza tra il paramento di monte della briglia ed il lembo estremo di monte della fondazione

LC[m]

Larghezza del coronamento

HC[m]

Altezza del coronamento

SPV[°]

Inclinazione del paramento di valle rispetto alla verticale (Angolo misurato positivo in senso antiorario)

HFV[m]

Altezza della fondazione a monte

LTF[m]

Lunghezza totale della fondazione

LT[m]

Larghezza del taglione della fondazione

ST[m]

Inclinazione della parete di valle del taglione rispetto alla verticale (Angolo misurato positivo in senso orario)

HFM[m]

Altezza della fondazione a monte

BB[m]

Base del corpo della briglia

Inoltre la briglia in calcestruzzo è completamente definita quando nelle informazioni generali è definito il suo peso specifico.

6 Gaveta

La gaveta, necessaria per consentire un deflusso che eviti l'erosione delle sponde d'alveo in prossimità della briglia, è definita con riferimento alla seguente figura:

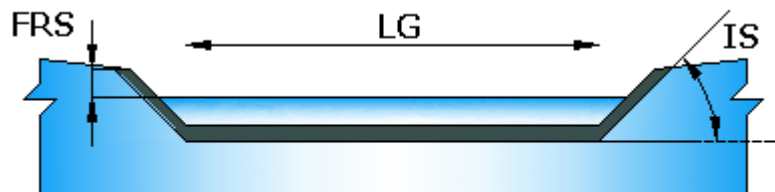


Figura: schema geometrico della gaveta

LG[m]

Larghezza della base minore della gaveta

IS[°]

Inclinazione degli scivoli laterali alla gaveta (Angolo misurato positivo in senso orario)

FRS[m]

Franco di sicurezza da assicurare nel caso più sfavorevole, misurato come distanza verticale tra il fondo della gaveta ed il punto più alto degli scivoli della gaveta

7 Bacino

Il bacino di dissipazione è un'opera complementare alla briglia e serve per dissipare parte dell'energia della corrente. Gli elementi costituenti di un bacino di dissipazione sono :

1. Il rivestimento del bacino
2. La controbriglia

Nell'ambito considerato dal programma BRIGLIE si possono distinguere quattro tipologie di bacino:

1. Bacino non rivestito con controbriglia

E' questo il caso in cui la formazione del bacino è dovuta alla posa in opera di una controbriglia a valle della briglia. In questo caso il bacino non viene rivestito (vedi figura seguente):

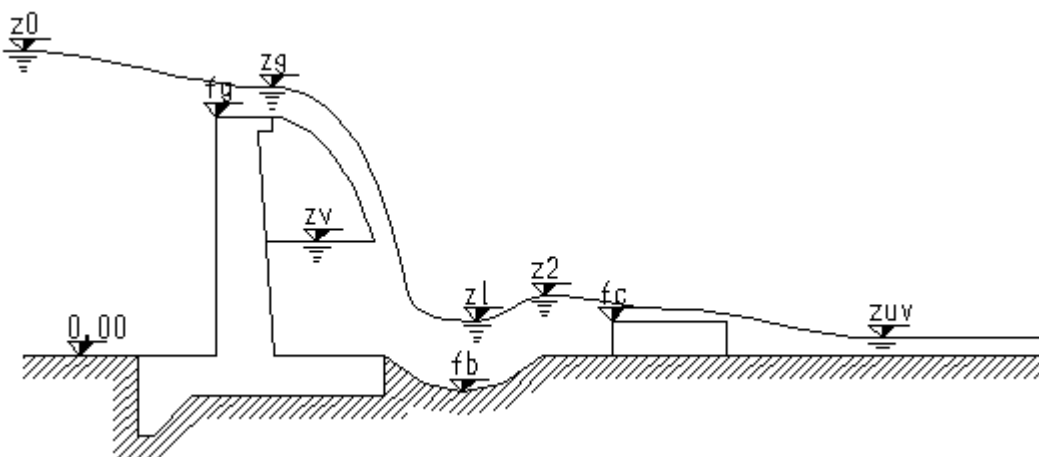


Figura: Bacino non rivestito con controbriglia

E' da notare come in questo caso il fenomeno di erosione è attenuato ma non del tutto eliminato

2. Bacino in rilevato, rivestito con controbriglia

In questo caso oltre alla posa in opera di una controbriglia è presente un rivestimento dello spazio compreso tra la controbriglia e il piede di valle della fondazione della briglia (vedi figura seguente):

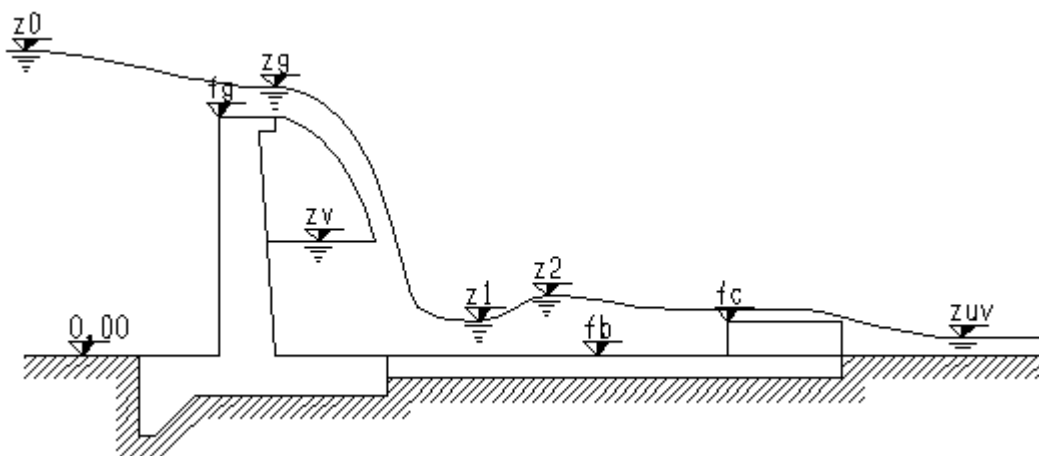


Figura: Bacino in rilevato rivestito con controbriglia

In questo caso il fenomeno di erosione è completamente eliminato, essendo il materiale di rivestimento del bacino molto resistente nei confronti dell'erosione.

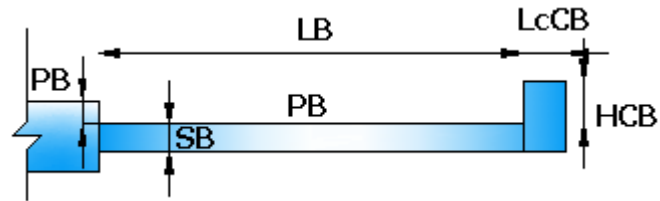


Figura: Dati geometrici del bacino di dissipazione

con

LB[m]

Lunghezza del bacino

PB[m]

Quota del fondo del bacino rispetto al piano di riferimento rappresentato dal terreno

SB[m]

Spessore del bacino

HCB[m]

Altezza della controbriglia misurata dal piano di riferimento rappresentato dal terreno

LcCB[m]

Larghezza del coronamento della controbriglia

8 Tubi drenanti

La funzione dei tubi drenanti è quella di diminuire l'effetto della spinta dovuta alla presenza di acqua, mentre la funzione della struttura di ammortamento è quella di garantire che la briglia sia ben ammortata nelle sponde del fiume in cui si va ad inserire. I dati di input relativi ai tubi drenanti ed alla struttura di ammortamento si inseriscono con riferimento al seguente schema:

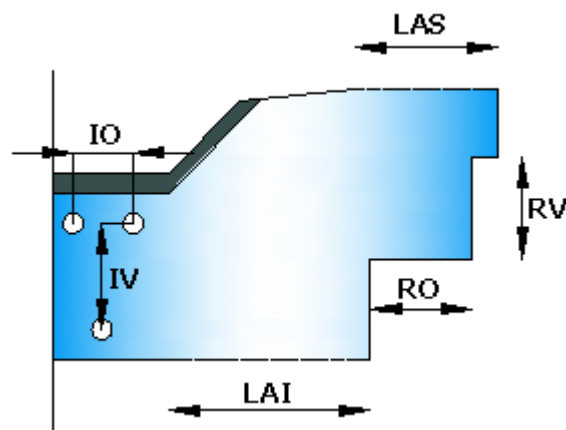


Figura:schema di input per tubi drenanti e ammortamento

I simboli sono:

IO[m]

Interasse orizzontale dei tubi di drenaggio

IV[m]

Interasse verticale dei tubi di drenaggio

LAI[m]

Lunghezza di ammorsamento inferiore

LAS[m]

Lunghezza di ammorsamento superiore

RV[m]

Risega verticale

RO[m]

Risega orizzontale

n.b. L'efficienza di un sistema di tubi di drenaggio è limitata temporalmente ai primi periodi di vita dell'opera, soprattutto in assenza di un adeguato programma di manutenzione. E' Per questo motivo che nel calcolo dell'equilibrio della briglia è stato trascurato l'effetto benefico portato da un sistema di tubi di drenaggio.

9 Stratigrafia

Per l'analisi del modello è necessario definire due strati di materiale.

1. Un primo strato di materiale in elevazione, secondo il quale vengono calcolate le spinte
2. Un secondo strato di materiale in fondazione, secondo il quale viene calcolato il carico limite della fondazione

Per entrambi gli strati l'utente deve inserire le seguenti quantità:

Nome del materiale

Nome che identifica il materiale

Gamma[KN/m³]

Peso specifico del materiale a secco

Gamma saturo[KN/m³]

Peso specifico del materiale saturo

Fi[°]

Angolo di resistenza a taglio del terreno

c[KN/m²]

Coesione interna del terreno

delta[°]

Angolo di attrito all'interfaccia muro-terreno

Adesione[KN/m²]

adesione tra muro e terreno

10 Azione sismica

Per il calcolo automatico dei coefficienti sismici orizzontali e verticali secondo NTC utilizzaere GEOSTRU PS

L'azione sismica è tenuta in conto nel calcolo attraverso la teoria di di *Mononobe & Okabe*. A livello di input l'utente deve inserire i coefficienti di spinta sismica orizzontale e verticale:

kh[-]

coefficiente sismico orizzontale

kv[-]

coefficiente sismico verticale

xp/h[-]

rapporto tra l'altezza del punto di applicazione dell'incremento sismico e l'altezza di spinta del muro. Questo valore è assunto solitamente pari a 2/3

Calcolo dei coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti Kh e Kv in dipendenza di vari fattori:

$$K_h = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$
$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito e a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito.
g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio. a_{\max} è l'accelerazione massima attesa al sito:

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_s (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 = S_s = 1.80$

È funzione di F_0 (*Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*).

S_T (effetto di amplificazione topografica): $1.00 = S_T = 1.40$

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte T1 ($S_T = 1.0$), T2 ($S_T = 1.20$), T3 ($S_T = 1.20$) e T4 ($S_T = 1.40$).

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale K_0 in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema:

| CATEGORIA | K_0 | K_v |
|-----------|-------|-------|
| I | 0.1 | 0 |
| II | 0.07 | 0 |
| III | 0.04 | 0 |

In accordo a tale disposizioni, il rapporto: $a_g/g = C \cdot I \cdot R$

C: coefficiente di intensità sismica

$$C = \frac{S - 2}{100}$$

S: grado di sismicità ($S \geq 2$)

R: coefficiente di risposta,

I: coefficiente di protezione sismica.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = a_{gR} \gamma_I S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I : fattore di importanza,

S : *soil factor* e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \gamma_I$$

è la *design ground acceleration on type A ground*.

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

Coefficiente azione sismica orizzontale K_0 : valore inizializzato in base al calcolo dei coefficienti sismici o , comunque, definito dall'utente.

11 Carichi esterni

L'utente può inserire ulteriori carichi, oltre a quelli che il programma GDW calcola di default. In particolare l'utente può inserire forze orizzontali concentrate, forze verticali concentrate e coppie concentrate. Inoltre è previsto l'inserimento di carichi uniformemente distribuiti a monte della briglia. La convenzione di positività ed il sistema di riferimento rispetto al quale definire le forze sono mostrati nella seguente figura:

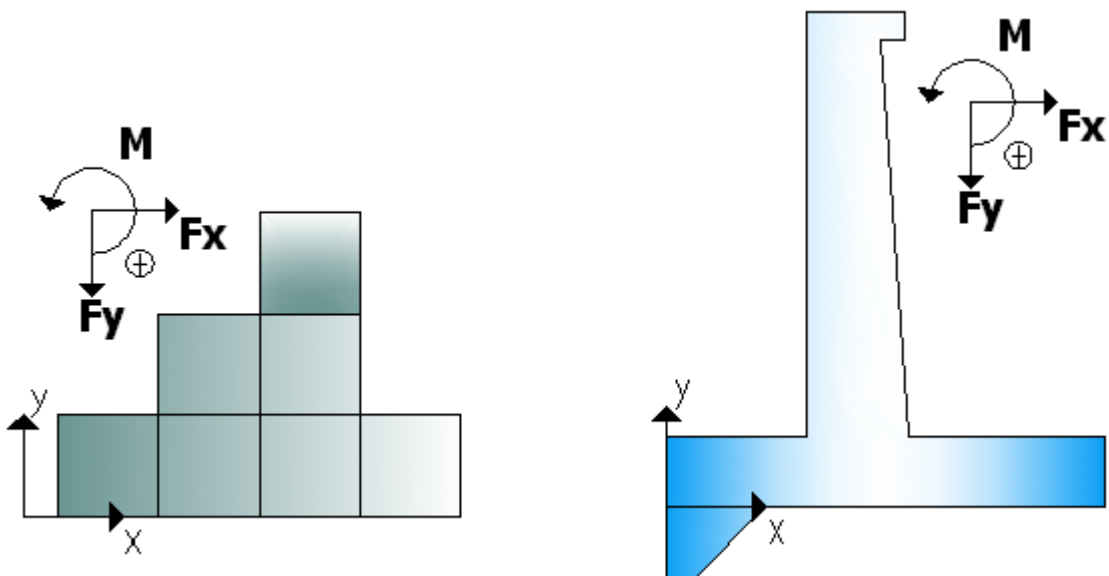
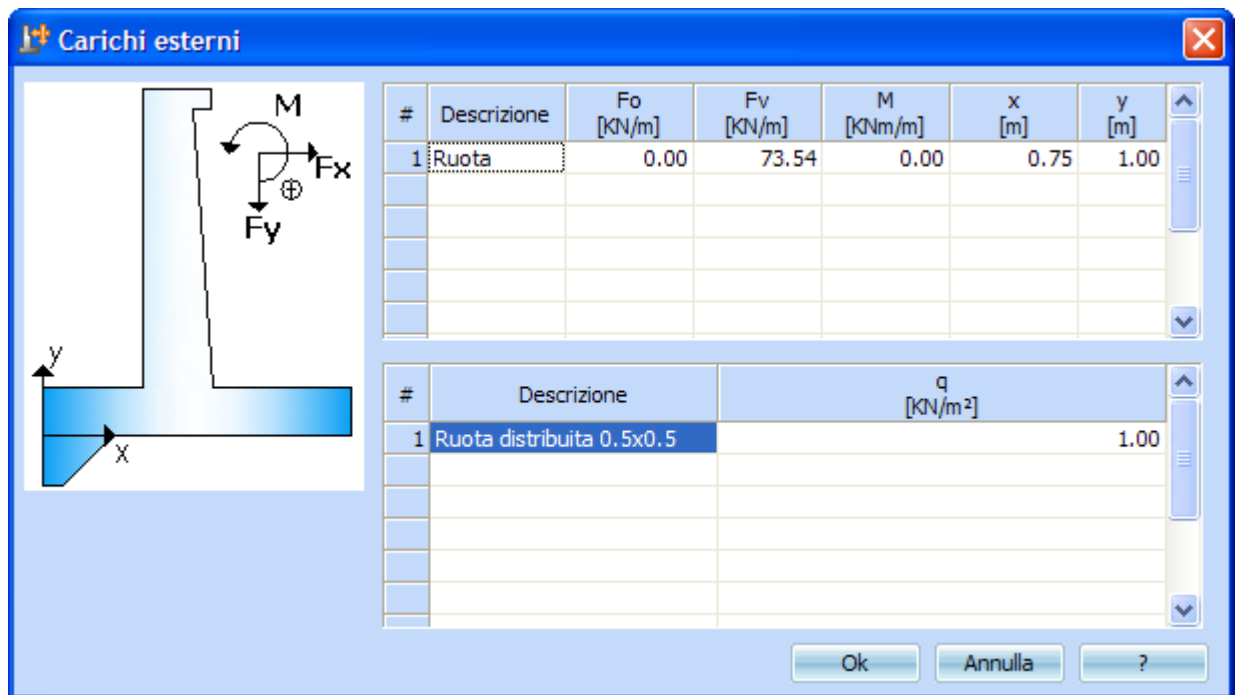


Figura: Convenzione di positività e riferimento per la definizione di carichi esterni

Per i carichi distribuiti orizzontali vale la stessa convenzione di positività dei carichi concentrati (positivi se verso il basso). Le unità di misura che devono essere utilizzate sono KN pe le forze e m per le lunghezze (quindi KNm per i momenti). Per i carichi distribuiti kN/m.



Ambiente per la gestione dei carichi esterni

12 Verifica idraulica

Nel calcolo idraulico vengono calcolate diverse quantità in funzione del tipo di dispositivo di dissipazione adottato. Per i diversi casi i risultati attesi dal calcolo idraulico sono:

1. Bacino non rivestito con controbriglia

z0[m]

Innalzamento del livello dell'acqua a monte

zg[m]

Quota dell'acqua sulla gaveta (n.b. l'acqua sulla gaveta transita in condizioni di stato critico)

zv[m]

Quota di riattacco della vena fluida sul paramento di valle

z1[m]

Quota dell'acqua a valle della briglia

fb[m]

Quota del profilo del terreno alla distanza di massima escavazione (profondità di

massima escavazione)

z2[m]

Innalzamento del livello dell'acqua subito a monte della controbriglia

zum[m]

Quota della corrente a valle della briglia in condizioni di moto uniforme

lbmin[m]

Lunghezza minima del bacino

hcbmin[m]

Altezza minima della controbriglia

2. Bacino in rilevato, rivestito con contro briglia**z0[m]**

Innalzamento del livello dell'acqua a monte

zg[m]

Quota dell'acqua sulla gaveta (n.b. l'acqua sulla gaveta transita in condizioni di stato critico)

zv[m]

Quota di riattacco della vena fluida sulparamento di valle

z1[m]

Quota dell'acqua a valle della briglia

z2[m]

Innalzamento del livello dell'acqua subito a monte della controbriglia

zum[m]

Quota della corrente a valle della briglia in condizioni di moto uniforme

lbmin[m]

Lunghezza minima del bacino

hcbmin[m]

Altezza minima della controbriglia

3. Bacino in depressione, rivestito con controbriglia**z0[m]**

Innalzamento del livello dell'acqua a monte

zg[m]

Quota dell'acqua sulla gaveta (n.b. l'acqua sulla gaveta transita in condizioni di stato critico)

zv[m]

Quota di riattacco della vena fluida sulparamento di valle

z1[m]

Quota dell'acqua a valle della briglia

z2[m]

Innalzamento del livello dell'acqua subito a monte della controbriglia

zum[m]

Quota della corrente a valle della briglia in condizioni di moto uniforme

lbmin[m]

Lunghezza minima del bacino

hcbmin[m]

Altezza minima della controbriglia

4. Assenza di bacino e di controbriglia**z0[m]**

Innalzamento del livello dell'acqua a monte

zg[m]

Quota dell'acqua sulla gaveta (n.b. l'acqua sulla gaveta transita in condizioni di stato critico)

zv[m]

Quota di riattacco della vena fluida sulparamento di valle

zum[m]

Quota della corrente a valle della briglia in condizioni di moto uniforme

13 Verifica dell'equilibrio globale

Verifica a Ribaltamento

Il pericolo di ribaltamento è rappresentato dalla possibilità di rotazione della briglia attorno al suo punto situato più a valle. Le azioni che favoriscono il ribaltamento, nel caso della briglia, sono le spinte del terreno (statiche e dinamiche) e le spinte dovute all'acqua. Le azioni che si oppongono al ribaltamento sono per lo più quelle dovute al peso dei materiali coinvolti nell'opera (ad esempio peso proprio della briglia). In termini di numeri la verifica a ribaltamento si esegue realizzando un confronto tra il momento stabilizzante ed il momento destabilizzante. In formule la verifica a ribaltamento è la seguente:

$$\frac{M_s}{M_R} \geq FSR$$

dove M_s è il momento stabilizzante, M_R è il momento ribaltante ed FSR è il fattore di sicurezza a ribaltamento che in genere non deve essere inferiore a 1.5.

Verifica a Scorrimento

Il pericolo di scorrimento è rappresentato dalla possibilità che la risultante delle forze parallele al piano di contatto terreno fondazione sia maggiore della resistenza allo scorrimento per attrito. Le azioni che favoriscono lo scorrimento sono, come prima, le spinte del terreno (statiche e dinamiche) e le spinte dovute all'acqua. Le azioni che si oppongono allo scorrimento sono invece quelle derivanti dall'attrito e dall'adesione terreno-fondazione. In termini matematici la verifica a scorrimento è la seguente

$$\frac{F_{rs}}{F_{ss}} \geq FSS$$

dove F_{rs} è la forza resistente allo scorrimento, F_{ss} è la forza sollecitante allo scorrimento ed FSS è il fattore di sicurezza allo scorrimento che in genere non deve essere inferiore a 1.3.

Verifica a Schiacciamento

Il pericolo di schiacciamento è rappresentato dalla possibilità che la tensione indotta dalla briglia, sul piano di posa della fondazione, sia maggiore della tensione in corrispondenza della quale si verifica la rottura del complesso terreno - fondazione. In termini matematici quindi la verifica si realizza confrontando la massima tensione agente sul terreno con il carico limite del complesso terreno-fondazione:

$$\frac{Q_{lim}}{Q_e} \geq FSQ_{lim}$$

dove Q_{lim} è il carico limite della fondazione, Q_e è la tensione trasmessa (per una particolare condizione di carico) al terreno di fondazione ed FSQ_{lim} è il fattore di sicurezza allo schiacciamento, che in genere non deve essere inferiore a 2.

Nel caso in cui la briglia analizzata sia del tipo a gabbioni il programma realizza altre due verifiche, denominate verifiche di stabilità interna, e precisamente:

Verifica per lo Scorrimento all'interfaccia tra i gabbioni

Questa verifica viene effettuata al fine di evitare che, per una data interfaccia tra gabbione e gabbione, si verifichi lo scivolamento tra il gruppo di gabbioni che è sopra l'interfaccia ed il gruppo di gabbioni che si trova sotto l'interfaccia. Il programma realizza, per ogni combinazione, la verifica a scorrimento per ogni strato di gabbione e restituisce il valore minimo del fattore di sicurezza. In termini matematici la verifica è fatta utilizzando una formula analoga a quella descritta al precedente punto "Verifica a Scorrimento".

Verifica a schiacciamento del materiale che costituisce i gabbioni

Questa verifica viene effettuata al fine di evitare che il materiale costituente i gabbioni sia sottoposto a tensioni di compressione eccessive, tali cioè da far raggiungere la crisi per rottura a compressione. Il programma realizza, per ogni combinazione di carico, la verifica su ogni interfaccia, e restituisce il valore del fattore di sicurezza minimo. In termini matematici la verifica che si deve soddisfare è la seguente:

$$\frac{\sigma_{am}}{\sigma_x} \geq FSch$$

dove σ_{am} è la tensione ammissibile del materiale, σ_n è la tensione cui è assoggettato il materiale costituente la briglia, mentre F_{Sch} è il fattore di sicurezza a schiacciamento.

14 Verifica a sifonamento

Verifica a Sifonamento

Il dislivello idrico esistente tra la parte a monte e la parte a valle della briglia comporta la possibilità che si verifichi il problema del sifonamento. Per sifonamento si intende quel fenomeno fisico capace di sollevare la parte di terreno che si trova al piede di valle della briglia, generando il pericolo di collasso dell'opera. Il criterio seguito nel programma è quello di verificare che la velocità nel mezzo poroso sia, in ogni punto, tale da non rimuovere le particelle più fini di terreno. In termini matematici, detta i_c la cadente critica ed i_e la cadente di efflusso, il fattore di sicurezza a sifonamento è espresso da:

$$F_S = \frac{i_c}{i_e}$$

dove :

$$i_c = \frac{\gamma_{sat} - \gamma}{\gamma}$$

i_e è la cadente idraulica calcolata nel punto di maggior pericolo per il sifonamento, solitamente al piede di valle dell'opera. La verifica a sifonamento può essere eseguita con l'ausilio di un apposito software che realizza l'analisi della filtrazione in un mezzo poroso. Per eseguire l'analisi della filtrazione procedere come segue:

1. Dal menu calcolo, o dalla relativa barra degli strumenti, selezionare "Analisi filtrazione";
2. Si aprirà una finestra per mezzo della quale si potrà generare un file compatibile con il software utilizzato per l'analisi della filtrazione;
3. Selezionare, nella finestra aperta, il tipo di briglia per la quale si vuole analizzare la filtrazione (Briglia interrita o Briglia non interrita);
4. A questo punto eseguire un click sul tasto esporta e selezionare il percorso del file da esportare;

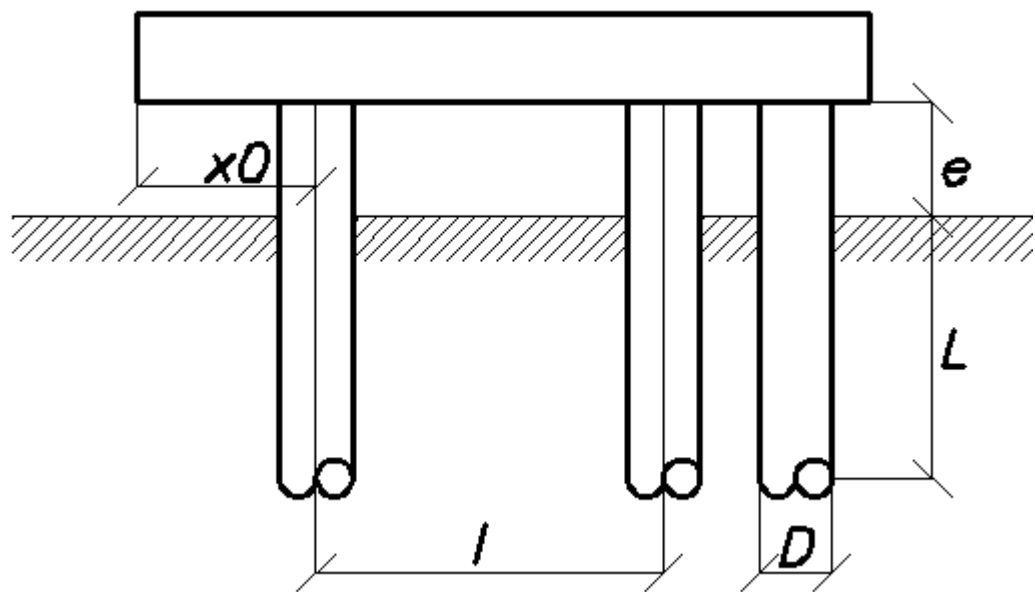
15 Calcolo Micropali

In GDW è prevista la possibilità di verificare la circostanza nella quale la briglia, o eventualmente il muro, si fonda su micropali.

N.B. E' IMPORTANTE CONSIDERARE CHE IL SOFTWARE ESEGUE LA VERIFICA SIA NELLA CONDIZIONE CON MICROPALI CHE NELLA CONDIZIONE SENZA MICROPALI. QUINDI ANCHE QUANDO L' UTENTE VUOLE VERIFICARE LA BRIGLIA (O IL MURO) SU MICROPALI IL SOFTWARE FORNISCE COMUNQUE UN FATTORE DI SICUREZZA A RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO DELLA BRIGLIA.

15.1 Input dei micropali

L' ambiente per la gestione dell' input dei micropali è il seguente:



schema di riferimento per la definizione della geometria dei micropali

Ambiente per l' inserimento dei dati dei micropali

I dati da inserire sono:

- **Ascissa iniziale (x0):**

E' l' ascissa in corrispondenza della quale va ad essere inserito il micropalo. E' inserita a partire da monte (lato spingente) ed è espressa in m;

- **Interasse x (Ix):**

E' l' interasse dei pali, misurato tra i baricentri geometrici delle sezioni associate ai pali, in direzione orizzontale (direzione contenuta nel piano della lavagna). E' espresso in m;

- **Interasse z (Iz):**

E' l' interasse dei pali, misurato tra i baricentri geometrici delle sezioni associate ai pali nella direzione normale al piano del disegno. E' espresso in m;

- **Diametro (D):**

E' il diametro dei micropali utilizzato nel calcolo geotecnico del micropalo (Carico limite). E' espresso in m;

- **Altezza fuori terra (e):**

E' la distanza tra la testa del palo ed il piano campagna. In pratica è l'altezza fuori terra del palo. E' espressa in m;

- **Lunghezza (L):**

E' la lunghezza utile del palo (Vale a dire quella che partecipa alla resistenza per carico limite). E' espressa in m;

- **M. Plasticizzazione (My):**

E' il momento di plasticizzazione della sezione. E' considerato reagente solo l'acciaio. E' espresso in kN per m;

- **Tipo iniezione:**

Dato necessario per o pali tubifix. Può essere unica o ripetuta;

- **Pressione limite di Menard:**

E' la pressione limite del terreno rilevata in sito mediante pressiometro di Menard. E' espressa in N/mm².

- **Alfa:**

Coefficiente correttivo da applicare alla coesione del terreno nel caso in cui il micropalo sia di tipo radice. E' adimensionale.

- **Quota media:**

E' la quota del punto medio della lunghezza utile per il calcolo del carico limite del micropalo. E' espressa in m;

- **Condizioni Drenate:**

Spuntare questa opzione quando si vuole modellare il terreno come coesivo;

- **Condizioni Non Drenate:**

Spuntare questa opzione quando si vuole modellare il terreno come non coesivo;

- **Palo libero alla rotazione di testa:**

Spuntare questa opzione se le condizioni di contorno del palo sono tali da permettere la rotazione della testa del palo senza generare reazioni aggiuntive.

- **Palo vincolato alla rotazione di testa:**

Spuntare questa opzione se le condizioni di contorno del palo sono tali da non permettere la

rotazione della testa del palo, e quindi si generano reazioni di incastro.

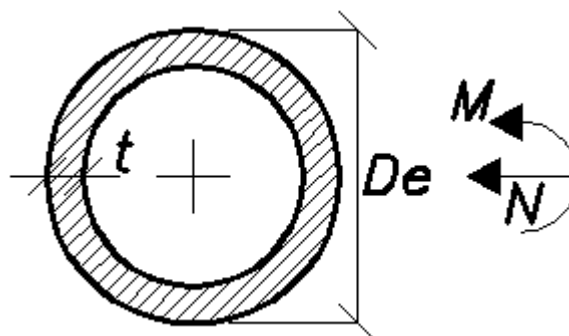
15.2 Calcolo del Momento di plasticizzazione

Il momento di plasticizzazione è utilizzato nel calcolo del carico limite orizzontale dei micropali. E' predisposto uno strumento per il calcolo del momento di plasticizzazione. L' ambiente per il calcolo del momento di plasticizzazione è il seguente:



Ambiente per il calcolo del momento di plasticizzazione del micropalo

Lo schema da prendere come riferimento è il seguente:



Geometria della sezione e convenzione di sollecitazione

I dati da inserire sono i seguenti:

- **Diametro esterno (De):**

Diametro esterno della sezione, espresso in mm;

- **Spessore tubolare (t):**

E' lo spessore della lamiera che costituisce il tubolare, espresso in mm;

- **Tens. Di snervamento:**

E' la tensione di snervamento limite per il calcolo del momento. Tale dato è sufficiente in quanto si ipotizza un legame costitutivo rigido-plastico per il materiale. E' espressa in kN/m²;

- **Sforzo normale:**

E' lo sforzo normale esterno in corrispondenza del quale determinare il momento di plasticizzazione. E' espresso in kN

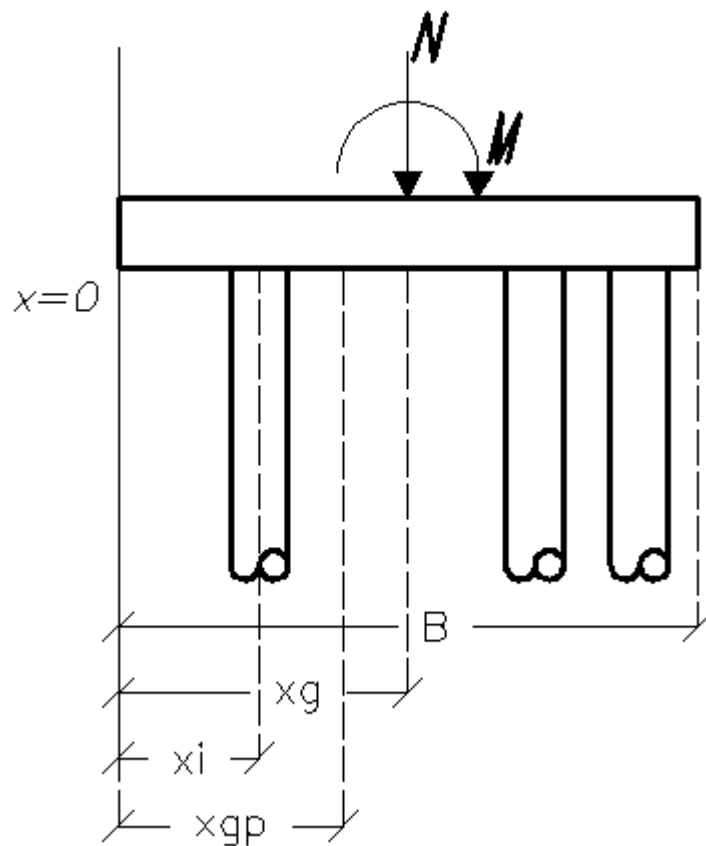
- **M. Plasticizzazione:**

E' il momento di plasticizzazione cercato. E' espresso in kN per m.

La convenzione vuole lo sforzo normale positivo se di compressione, ed il Momento flettente positivo se tende le fibre inferiori della sezione.

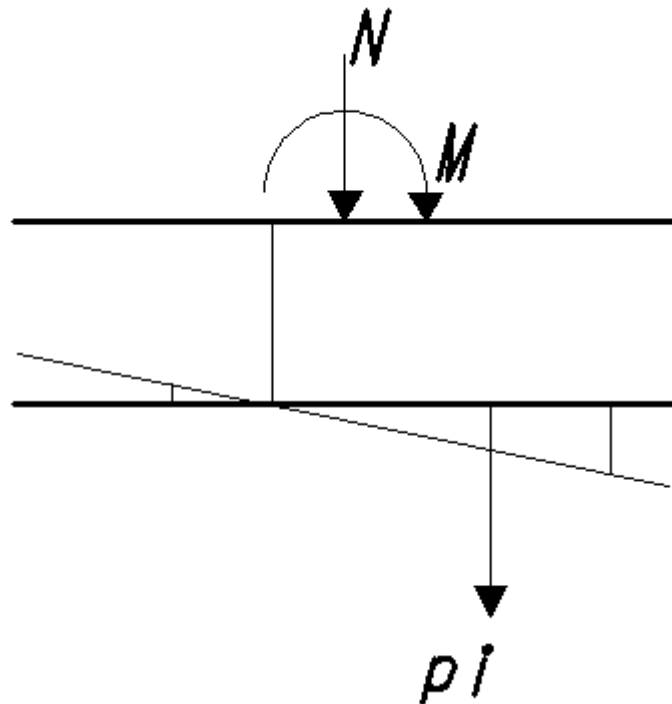
15.3 Distribuzione delle azioni verticali sui micropali

Al fine di poter eseguire la verifica del carico limite del generico micropalo è necessario determinare quale è l' aliquota di sforzo verticale e di momento che va ad essere assorbita dal generico micropalo. Per fare ciò si fa riferimento al seguente schema di calcolo:



Schema di riferimento per la distribuzione degli sforzi

Dove N ed M sono le azioni scaricate dalla sovrastruttura (in questo caso corpo della briglia). Lo schema precedente è utilizzato per distribuire gli sforzi sui micropali. La distribuzione degli sforzi è fatta ipotizzando che la fondazione a collegamento dei micropali sia infinitamente rigida, in modo che la stessa distribuzione si possa considerare ad andamento lineare:



Andamento lineare delle reazioni dei pali

Per la valutazione dello sforzo caricato sul singolo micropalo è necessario preventivamente determinare l' eccentricità dello sforzo normale N rispetto al baricentro della palificata (individuato dalla coordinata x_{gp}). L' eccentricità è valutata con la seguente formula:

$$e = \frac{M}{N} + (x_{gp} - x_{gp})$$

Il termine aggiuntivo ($x_{gf} - x_{gp}$) permette di tenere in considerazione l' eventualità che il baricentro geometrico della palificata ed il baricentro geometrico della fondazione non siano coincidenti. A questo punto si può applicare la seguente formula:

$$p_i = \frac{N}{np} + N \cdot e \cdot \frac{(x_i - x_{gp})}{J_x}$$

dove np è il numero dei pali, x_i è la coordinate x del palo i -esimo rispetto all' origine globale di riferimento, p_i è lo scarico verticale sul palo i -esimo, J_x è il momento di inerzia della palificata, rispetto al suo baricentro, valutato con la seguente formula:

$$J_x = \sum_{i=1}^{i=np} (x_i - x_{gp})^2$$

15.4 Distribuzione delle azioni orizzontali sui micropali

Anche per la determinazione del carico limite orizzontale è necessario distribuire le azioni a livello di singolo micropalo. In questo caso la distribuzione è fatta utilizzando la seguente formula:

$$H_i = \frac{H_t}{n_p}$$

dove H_i è lo scarico orizzontale sul singolo micropalo, n_p è il numero dei micropali, e H_t è il carico orizzontale totale scaricato.

15.5 Carico limite verticale

La valutazione del carico limite verticale del micropalo dipende dalla tipologia di micropalo considerato. Nel presente lavoro si considerano Micropali radice, e micropali Tubifix.

Micropali Radice:

Il carico limite verticale è espresso mediante la seguente formula:

$$V_{\text{lim}} = \pi \cdot d \cdot L_p \cdot \tau_{\text{lim}}$$

Quindi è espresso come prodotto tra l'area laterale del palo e la tensione tangenziale limite all'interfaccia palo terreno. La τ_{lim} è valutata con la seguente formula:

$$\tau_{\text{lim}} = \gamma_t \cdot z_m \cdot K_0 \cdot \tan(\phi) + \alpha \cdot c$$

dove γ_t è il peso specifico del terreno, z_m è la quota del punto medio della lunghezza utile del palo, K_0 è il coefficiente di pressione laterale a riposo, ϕ è l'angolo di attrito interno del terreno, α è un coefficiente adimensionale di adesione, e c è la coesione del terreno di fondazione.

Micropali Tubifix:

Anche in questo caso il carico limite verticale è espresso mediante la seguente formula:

$$V_{\text{lim}} = \pi \cdot d \cdot L_p \cdot \tau_{\text{lim}}$$

In questo caso però cambia il metodo per calcolare la τ limite di interfaccia. In particolare si utilizza la teoria di Bustamante. Secondo questa teoria la tensione tangenziale limite si calcola nel seguente modo:

- se ϕ è diverso da zero:

$$\tau_{\text{lim}} = \frac{P_{\text{lim}}}{10}$$

- se ϕ è pari a zero e se c è maggiore di zero:

Si possono presentare due eventualità, a seconda che si tratti di iniezione unica o ripetuta:

Iniezione unica:

$$\tau_{\text{lim}} = 0.033 + 0.067 \cdot p_{\text{lim}}$$

se la tensione limite così calcolata dovesse risultare inferiore al valore di 0.5 allora si deve utilizzare la seguente formula:

$$\tau_{\text{lim}} = 0.133 \cdot p_{\text{lim}}$$

Iniezione ripetuta:

$$\tau_{\text{lim}} = 0.095 + 0.085 \cdot p_{\text{lim}}$$

se la tensione limite così calcolata dovesse risultare inferiore al valore di 0.5 allora si deve utilizzare la seguente formula:

$$\tau_{\text{lim}} = 0.275 \cdot p_{\text{lim}}$$

In tutte le precedenti formule p_{lim} è la pressione limite rilevata al pressimetro di Menard inserita in N/mm².

15.6 Calcolo limite orizzontale

Il carico limite orizzontale è valutato per terreni coesivi e per terreni non coesivi.

Terreni coesivi:

- ***Pali non vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo corto:***

$$H_{\text{lim}} = 9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \left(- \left(1.5 + \frac{L}{d} + 2 \cdot \frac{e}{d} \right) + \sqrt{ \left(2 \cdot \left(\frac{L}{d} \right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{e}{d} \right)^2 + 4 \cdot \frac{L \cdot e}{d^2} + 6 \cdot \frac{e}{d} + 4.5 \right) } \right)$$

$$M(H_{\text{lim}}) = \left(4.5 \cdot \left(\frac{L}{d} \right)^2 - 10.125 \right) \cdot c_u \cdot d^3$$

- ***Pali non vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo lungo:***

$$H_{\text{lim}} = -9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \left(1.5 + \frac{e}{d} \right) + 9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \sqrt{ \left(\left(\frac{e}{d} \right)^2 + 3 \cdot \frac{e}{d} + \frac{2 \cdot M_y}{9 \cdot c_u \cdot d^3} + 2.25 \right) }$$

- ***Pali vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo corto:***

$$H_{lim} = 9 \cdot c_u \cdot d \cdot (L - 1.5 \cdot d)$$

- **Pali vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo lungo:**

$$H_{lim} = c_u \cdot d^2 \cdot \left(-13.5 + \sqrt{\left(182.25 + 36 \cdot \frac{My}{c_u \cdot d^3} \right)} \right)$$

Terreni non coesivi:

- **Pali non vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo corto:**

$$H_{lim} = \frac{k_p \cdot \gamma_t \cdot d \cdot L^3}{2 \cdot (e + L)}$$

$$M(H_{lim}) = H_{lim} \cdot \left(e + \frac{2}{3} \cdot 0.816 \cdot \sqrt{\frac{h}{k_p \cdot \gamma_t \cdot d}} \right)$$

- **Pali non vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo lungo:**

In questo caso è necessario risolvere la seguente equazione di terzo grado in Hlim:

$$\frac{H_{lim}}{k_p \cdot \gamma_t \cdot d^3} \cdot \left(\frac{e}{d} + 0.544 \cdot \sqrt{\frac{H_{lim}}{k_p \cdot \gamma_t \cdot d^3}} \right) - \frac{My}{k_p \cdot \gamma_t \cdot d^4} = 0$$

- **Pali vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo corto:**

$$H_{lim} = 1.5 \cdot L^2 \cdot k_p \cdot \gamma_t \cdot d$$

$$M(H_{lim}) = \frac{2}{3} \cdot H_{lim} \cdot L$$

- **Pali vincolati alla rotazione di testa - meccanismo di rottura di palo lungo:**

$$H_{lim} = k_p \cdot \gamma_t \cdot d^3 \cdot \left(3.676 \cdot \frac{My}{k_p \cdot \gamma_t \cdot d^4} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Per il significato dei simboli è opportuno riferirsi alla sezione "Input dei micropali" e "Calcolo del Momento di plasticizzazione".

16 Contatti

GeoStru Software

Via Lungomare 89032 - Bianco (RC) - Italy
Tel. +39 0964911624 Fax. +39 0964992341

Skype Nick: [geostru_support_it-eng-spa](#)

Web: www.geostru.com

E-mail: geostru@geostru.com

Index

- A -

azione sismica 15

- E -

eseguito 1

- G -

gabbioni 6

- S -

Stratigrafia 14
