



COMUNE DI PALAZZO ADRIANO  
PROVINCIA DI PALERMO



UNIVERSITÀ "KORE" DI ENNA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PLESSO DELLA  
SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "F.CRISPI" DI PALAZZO ADRIANO PALERMO  
(PA)

**PROGETTO ESECUTIVO**

Redatto ai sensi dell'Art.33 D.P.R. n.207/2010

**IL PROGETTISTA**

Università "Kore" di Enna

Ing. Dario Ticali

Ing. Mario Denaro

**IL R.U.P**

Geom. Giuseppe Cuccia

**IL SINDACO**

Ing. Carmelo Nicola Cuccia

**Tav.A.3.2**

**CORPO B: RELAZIONE GEOTECNICA**

---

## **RELAZIONE GEOTECNICA**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

### • **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q Nq Yq iq dq bq gq sq + c Nc Yc ic dc bc gc sc + \frac{1}{2} G B' Ng Yg ig bg sg$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione  
B = lato minore della fondazione  
L = lato maggiore della fondazione  
D = profondità della fondazione  
α = inclinazione base della fondazione  
G = peso specifico del terreno  
B' = larghezza di fondazione ridotta = B - 2 eB  
L' = lunghezza di fondazione ridotta = L - 2 eL

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali  
N = risultante delle forze verticali  
eB = eccentricità del carico verticale lungo B  
eL = eccentricità del carico verticale lungo L  
FhB = forza orizzontale lungo B  
FhL = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle  
c = cu = coesione non drenata (condizioni U)  
c = c' = coesione drenata (condizioni D)  
Γ = peso specifico apparente (condizioni U)  
Γ = Γ' = peso specifico sommerso (condizioni D)  
ϕ = 0 = angolo di attrito interno (condizioni U)  
ϕ = ϕ' = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (Prandtl-Caquot-Meyerhof)$$

$$Ng = 2(Nq+1)\tan \phi \quad (Vesic)$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (Reissner-Meyerhof)$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$$E = \text{modulo elastico normale}$$

$$\mu = \text{coefficiente di Poisson}$$

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[ \frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[ \left( 0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

---


$$dc = dq - \frac{1-dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U})$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B'}{L'} \frac{Nq}{Nc}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati Khi e Igk, il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico Khi e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore Igk modifica invece il solo coefficiente Ng; il fattore Ng viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

- **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SU PALI**

**a) Pali resistenti a compressione**

Il carico ultimo del palo a compressione risulta:

$$Q_{lim} = Q_{punta} + Q_{later} - P_{pal} - P_{attr\_neg}$$

**Opunta: RESISTENZA ALLA PUNTA**

- In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{punta}} = (C_{\text{up}} \times N_c + \sigma_v) \times A_p \times R_c$$

essendo

$C_{\text{up}}$  = coesione non drenata terreno alla quota della punta

$N_c$  = coeff. di capacità portante = 9

$\sigma_v$  = tensione verticale totale in punta

$A_p$  = area della punta del palo

$R_c$  = coeff. di *Meyerhof* per le argille S/C

$$R_c = \frac{D+1}{2D+1} \quad \text{per pali trivellati} \quad R_c = \frac{D+0,5}{2D} \quad \text{per pali infissi}$$

$D$  = diametro del palo

- In terreni coesivi in condizioni drenate (secondo *Vesic*):

$$Q_{\text{punta}} = (\mu \times \sigma_v' \times N_q + c' \times N_c) \times A_p$$

essendo

$$\mu = \frac{1+2(1-\sin\phi')}{3}$$

$$N_q = \frac{3}{3-\sin\phi'} \exp \left[ \left( \left( \frac{\pi}{2} - \phi' \right) \tan\phi' \right) \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right) \times Irr^{\frac{4\sin\phi'}{3(1+\sin\phi')}} \right]$$

$Irr$  = indice di rigidezza ridotta

$$Irr \approx Ir = \text{indice di rigidezza} = \frac{G}{c' + \sigma_v' \tan\phi'}$$

$G$  = modulo elastico di taglio

$\sigma_v'$  = tensione verticale efficace in punta

$N_c = (N_q - 1) \cot\phi'$

- In terreni incoerenti (secondo *Berezantzev*):

$$Q_{\text{punta}} = \sigma_v' \times \alpha q \times N_q \times A_p$$

essendo

$\alpha q$  = coeff. di riduzione per effetto silos in funzione di L/D

$N_q$  = calcolato con  $\phi^*$  secondo *Kishida*:

$$\begin{aligned} \phi^* &= \phi' - 3^\circ && \text{per pali trivellati} \\ \phi^* &= (\phi' + 40^\circ) / 2 && \text{per pali infissi} \end{aligned}$$

$L$  = lunghezza del palo

### **Olater: RESISTENZA LATERALE**

- In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{later}} = \alpha \times C_{\text{um}} \times A_s$$

essendo

$C_{\text{um}}$  = coesione non drenata media lungo lo strato

$A_s$  = area della superficie laterale del palo

---

$\alpha$  = coeff. riduttivo in funzione delle modalità esecutive:

- per pali infissi:

$\alpha = 1$	per $Cu \leq 25$ kPa ( $0,25$ kg/cm $^2$ )
$\alpha = 1-0,011(Cu-25)$	per $25 < Cu < 70$ kPa
$\alpha = 0,5$	per $Cu \geq 70$ kPa ( $0,70$ kg/cm $^2$ )

- per pali trivellati:

$\alpha = 0,7$	per $Cu \leq 25$ kPa ( $0,25$ kg/cm $^2$ )
$\alpha = 0,7-0,008(Cu-25)$	per $25 < Cu < 70$ kPa
$\alpha = 0,35$	per $Cu \geq 70$ kPa ( $0,70$ kg/cm $^2$ )

- In terreni coesivi in condizioni drenate:

$$Q_{\text{later}} = (1 - \sin \phi') \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

essendo

$\sigma'_v(z)$  = tensione verticale efficace lungo il fusto del palo

$\mu$  = coefficiente di attrito:

$\mu = \tan \phi'$	per pali trivellati
$\mu = \tan (3/4 \cdot \phi')$	per pali infissi prefabbricati

- In terreni incoerenti:

$$Q_{\text{later}} = K \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

essendo

$\sigma'_v(z)$  = tensione verticale efficace lungo il fusto del palo

$K$  = coefficiente di spinta:

$K = (1 - \sin \phi')$	per pali trivellati
$K = 1$	per pali infissi

$\mu$  = coefficiente di attrito:

$\mu = \tan \phi'$	per pali trivellati
$\mu = \tan (3/4 \cdot \phi')$	per pali infissi prefabbricati

### Pp: PESO DEL PALO

### Pattr\_neg: CARICO DA ATTRITO NEGATIVO

$$P_{\text{attr\_neg}} = 0$$

in terreni coesivi in condizioni non drenate

$$P_{\text{attr\_neg}} = A_s \times \beta \times \sigma'_m$$

in terreni incoerenti o coesivi in condizioni drenate

essendo

$\beta$  = coeff. di Lambe

$\sigma'_m$  = pressione verticale efficace media lungo lo strato deformabile

Il carico ammissibile risulta pari a:

$$Qamm = \left( \frac{Qpunta}{\mu_P} + \frac{Qlater - Ppalo - Pattr\_neg}{\mu_L} \right) \times Eg$$

dove:

$\mu_P$  = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza di punta

$\mu_L$  = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza laterale

Eg = coefficiente di efficienza dei pali in gruppo:

- in terreni coesivi:

a) per plinti rettangolari (secondo *Converse-La Barre*):

$$Eg = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

con

m = numero delle file dei pali nel gruppo

n = numero di pali per ciascuna fila

i = interasse fra i pali

b) per plinti triangolari (secondo *Barla*):

$$Eg = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot 7.05E - 03$$

c) per plinti rettangolari a cinque pali (secondo *Barla*):

$$Eg = 1 - \arctan \frac{D}{i} \cdot 10.85E - 03$$

- in terreni incoerenti:

$Eg = 1$	per pali infissi
$Eg = 2/3$	per pali trivellati

### b) Pali resistenti a trazione

- Il carico ultimo del palo a trazione vale:

$$Qlim = Qlater + Ppalo$$

- Il carico ammissibile risulta invece pari a:

$$Qamm = Qlim / \mu_L$$

### • CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee). In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle:

- 
- a) lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;
  - b) molle non lineari elasto-plastiche non reagenti a trazione per le travi *Winkler* ed i plinti diretti.

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi *Winkler*. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

#### • CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

$E$  = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$  = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico  $q$

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni  $B$  e  $L$ :

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[ \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

---

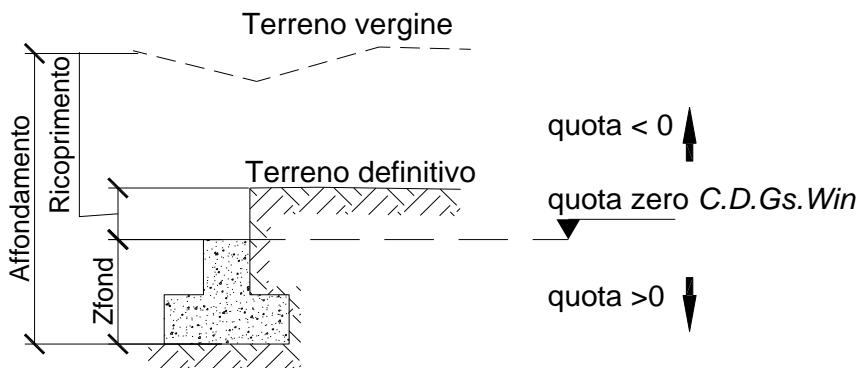
- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei dati geometrici delle travi *Winkler*.

<b>Trave</b>	: numero sequenziale della trave
<b>Asta3d</b>	: numero asta tipo in C.D.S. Win (spaziale)
<b>Filo Iniz</b>	: primo filo fisso
<b>Filo Fin.</b>	: secondo filo fisso
<b>Nodo3d In.</b>	: numero Nodo3d primo filo fisso
<b>Nodo3d Fin</b>	: numero Nodo3d secondo filo fisso
<b>X3d In.</b>	: ascissa Nodo3d Iniziale
<b>Y3d In.</b>	: ordinata Nodo3d Iniziale
<b>Z3d In.</b>	: quota Nodo3d Iniziale
<b>X3d Fin</b>	: ascissa Nodo3d finale
<b>Y3d Fin</b>	: ordinata Nodo3d finale
<b>Z3d Fin</b>	: quota Nodo3d finale
<b>Xfond</b>	: ascissa baricentro fondazione
<b>Yfond</b>	: ordinata baricentro fondazione
<b>Zfond</b>	: quota baricentro base di fondazione nel riferimento di C.D.Gs. Win
<b>Bfond</b>	: dimensione trasversale trave Winkler
<b>Lfond</b>	: dimensione longitudinale trave Winkler

## • SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante le travi *Winkler*.



**NOTA:** La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

<b>Trave</b>	: numero di trave
<b>Q.t.v.</b>	: quota terreno vergine
<b>Q.t.d.</b>	: quota definitiva terreno
<b>Q.falda</b>	: quota falda
<b>InclTer</b>	: inclinazione terreno
<b>Numero strato</b>	: Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Sp.str.</b>	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
<b>Peso Sp</b>	: peso specifico
<b>Fi</b>	: angolo di attrito interno in gradi
<b>C'</b>	: coesione drenata
<b>Cu</b>	: coesione non drenata
<b>Mod.El.</b>	: modulo elastico
<b>Poisson</b>	: coefficiente di Poisson
<b>Gr.Sovr</b>	: grado di sovraconsolidazione
<b>Mod.Ed</b>	: modulo edometrico

## • SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle risultanti delle sollecitazioni agenti sull'area d'impronta delle travi *Winkler*, nel sistema di riferimento locale (y=asse trave).

<b>Trave</b>	: numero di trave sequenziale
<b>Comb.</b>	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Rv</b>	: Risultante delle pressioni verticali
<b>Vx</b>	: Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse x locale dell'asta
<b>Vy</b>	: Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse y locale dell'asta
<b>Mrx</b>	: Momento risultante di asse vettore x nel sistema di riferimento locale dell'asta (momento flettente)
<b>Mry</b>	: Momento risultante di asse vettore y nel sistema di riferimento locale dell'asta (momento torcente)

## • SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni superficiali (travi *Winkler*, plinti e piastre) in condizioni drenate e non drenate.

*Tabella 1: PARAMETRI GEOTECNICI*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento
<b>Infiss</b>	: Infissione base fondazione dal piano campagna
<b>Tipo Tabella</b>	: Tipo di tabella (M1/M2) per i coeff. parziali per i parametri del terreno
<b>Gamma</b>	: Peso specifico totale di calcolo
<b>Fi</b>	: Angolo di attrito interno di calcolo in gradi
<b>Coes</b>	: Coesione drenata di calcolo
<b>Mod.El.</b>	: Modulo elastico di calcolo
<b>Poiss</b>	: Coefficiente di Poisson
<b>P base</b>	: Pressione litostatica base di fondazione in condizioni drenate
<b>Indice Rigid.</b>	: Indice di rigidezza
<b>IndRig Crit.</b>	: Indice di rigidezza critico
<b>Cu</b>	: Coesione non drenata
<b>Pbase</b>	: Pressione litostatica base di fondazione in cond. non drenate

*Tabella 2: COEFFICIENTI DI PORTANZA*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento
<b>Nc</b>	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
<b>Nq</b>	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
<b>Ng</b>	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
<b>Gc</b>	: Coefficiente di inclinazione del terreno
<b>Gq</b>	: Coefficiente di inclinazione del terreno
<b>bc</b>	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
<b>bq</b>	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
<b>Igk</b>	: Coefficiente per effetti cinematici
<b>Comb.Nro</b>	: Numero della combinazione di carico
<b>Icv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Iqv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Igv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Dc</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa

<b>Dq</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
<b>Dg</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
<b>Sc</b>	: Coefficiente di forma
<b>Sq</b>	: Coefficiente di forma
<b>Sg</b>	: Coefficiente di forma
<b>Psic</b>	: Coefficiente di punzonamento
<b>Psiq</b>	: Coefficiente di punzonamento
<b>Psig</b>	: Coefficiente di punzonamento

*Tabella 3: PORTANZA (per Risultanti)*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
<b>Asta3d, Filo</b>	: Identificativo di input
<b>Comb.</b>	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Bx'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
<b>By'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
<b>GamEf</b>	: Peso specifico efficace di calcolo
<b>QlimV</b>	: Carico limite in condiz. drenate o non drenate comprensivo dei Coeff. Parziali R1/R2/R3
<b>N</b>	: Carico verticale agente
<b>Coeff.Sicur.</b>	: Minimo tra i rapporti (QlimV/N) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

<b>Minimo CoeSic</b>	: Minimo coefficiente di sicurezza
<b>N/Ar</b>	: Tensione media agente sull' impronta ridotta
<b>Qlim/Ar</b>	: Tensione limite sull' impronta ridotta
<b>Status Verifica</b>	: Si possono avere i seguenti messaggi:

**OK** = Verifica soddisfatta

**NONVERIF** = Non verifica nei seguenti casi:

Coefficiente di sicurezza minore di 1

Se  $Bx=0$  o  $By=0$  per eccentricità' eccessiva dei carichi

Se  $QlimV=0$  per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

**SCARICA** = Verifica soddisfatta:Impronta non sollecitata o in trazione

**DECOMPR** = Verifica soddisfatta:

lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

*Tabella 3: PORTANZA (per Tensioni)*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
<b>Asta3d, Filo</b>	: Identificativo di input
<b>Comb.</b>	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Bx'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
<b>By'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità

---

<b>GamEf</b>	: Peso specifico efficace di calcolo
<b>SgmLimV</b>	: Tensione limite in condiz. drenate o non drenate
<b>SgmTerr</b>	: Tensione elastica massima sul terreno
<b>Coeff.Sicur.</b>	: Minimo tra i rapporti ( $SgmLimV/SgmTerr$ ) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

<b>Minimo CoeSic</b>	: Minimo coefficiente di sicurezza
<b>N/Ar</b>	: Tensione media agente sull' impronta ridotta
<b>Qlim/Ar</b>	: Tensione limite media sull' impronta ridotta ( $SgmLimV$ minima)
<b>Status Verifica</b>	: Si possono avere i seguenti messaggi:

**OK** = Verifica soddisfatta

**NOVERIF** = Non verifica nei seguenti casi:

Coefficiente di sicurezza minore di 1  
Se  $Bx=0$  o  $By=0$  per eccentricità eccessiva dei carichi  
Se  $SgmLimV=0$  per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

**SCARICA** = Impronta non sollecitata o in trazione

**DECOMPR** = Verifica soddisfatta:

lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

---

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

**$\gamma_\varphi, \gamma_C$**  : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (Tabella 6.2.II D.M. 2008)

**$\gamma_r$**  : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (Tabella 6.4.I D.M. 2008)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

**Comb.** : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

**Tipo Elem.** : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

**Elem. N.ro** : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento

**N** : Scarico verticale

**$\operatorname{tg} \varphi / \gamma_\varphi / \gamma_r$**  : Coefficiente attrito di progetto

**C/  $\gamma_C / \gamma_r$**  : Adesione di progetto

**Area** : Area ridotta

**Vres** : Resistenza allo scorrimento dell'elemento strutturale

**Fh** : Azione orizzontale trasmessa dall'elemento strutturale

**Verifica Locale** : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

**S(Vres)** : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

**S(Fh)** : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

**Verifica Globale** : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

---

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei cedimenti.

<b>Filo</b>	: numero del filo fisso in corrispondenza del quale viene calcolato lo stato deformativo
<b>Comb.</b>	: numero di combinazione di carico
<b>Ced.El.</b>	: cedimento elastico
<b>Ced.Ed.</b>	: cedimento edometrico

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella dello stato tensionale.

<b>Filo</b>	: numero del filo fisso in corrispondenza del quale viene calcolato lo stato tensionale
<b>Quot</b>	: quota dalla superficie in corrispondenza della quale viene calcolato lo stato tensionale
<b>Tens.</b>	: tensione verticale indotta dai carichi esterni



COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1					
DESCRIZIONI	31	32	33	34	
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	
Var.Neve h<=1000	0,00	0,00	0,00	0,00	
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00	0,00	
Corr. Tors. dir. 0	-0,30	0,30	-0,30	0,30	
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	-1,00	1,00	1,00	
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.					
DESCRIZIONI	1	2			
Peso Strutturale	1,00	1,00			
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00			
Var.Amb.affol.	1,00	0,70			
Var.Neve h<=1000	0,50	1,00			
Var.Coperture	1,00	0,00			
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00			
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00			
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00			
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00			

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.					
DESCRIZIONI	1	2			
Peso Strutturale	1,00	1,00			
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00			
Var.Amb.affol.	0,70	0,60			
Var.Neve h<=1000	0,00	0,20			
Var.Coperture	0,00	0,00			
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00			
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00			
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00			
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00			

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.					
DESCRIZIONI	1				
Peso Strutturale	1,00				
Perm.Non Strutturale	1,00				
Var.Amb.affol.	0,60				
Var.Neve h<=1000	0,00				
Var.Coperture	0,00				
Corr. Tors. dir. 0	0,00				
Corr. Tors. dir. 90	0,00				
Sisma direz. grd 0	0,00				
Sisma direz. grd 90	0,00				

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER						
Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	A1 / 1	101271	0	0	861807	282388
	A1 / 2	100305	0	0	850973	278412
	X+ A1 / 9	71751	1164	3901	2897294	193489
	X- A1 / 15	70466	1164	3838	1730887	188104
	Y+ A1 / 19	63136	3448	1040	1215347	152170
	Y- A1 / 25	75708	4128	1224	1348232	212982
2	A1 / 1	101777	0	0	1304392	108578
	A1 / 2	100792	0	0	1287689	106586
	X+ A1 / 8	70782	1148	3849	1725864	50734
	X- A1 / 15	69870	1155	3806	76485	52279
	Y+ A1 / 22	66805	3649	1101	1078751	114795
	Y- A1 / 24	72427	3949	1171	1165904	17174
3	A1 / 1	101478	0	0	1278620	112926
	A1 / 2	100493	0	0	1264227	110919
	X+ A1 / 3	70614	1167	3846	1761844	54009
	X- A1 / 12	69702	1130	3790	44330	56150
	Y+ A1 / 19	72369	3953	1193	1177534	21713
	Y- A1 / 25	66431	3622	1074	1084195	116313
4	A1 / 1	102497	0	0	879527	311971
	A1 / 2	101501	0	0	868072	307435
	X+ A1 / 6	72083	1191	3926	2702181	210169
	X- A1 / 12	71277	1156	3876	1518141	205671
	Y+ A1 / 22	75916	4146	1251	1298386	227839

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER						
Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	Y- A1 / 24	64181	3500	1038	1171102	173151
5	A1 / 1	90656	0	0	214479	445674
	A1 / 2	89658	0	0	215233	437733
	X+ A1 / 9	51741	2813	839	508731	148159
	X- A1 / 15	73553	4006	1216	918094	419123
	Y+ A1 / 29	58539	947	3192	273408	289076
	Y- A1 / 31	69907	1152	3818	523597	345334
6	A1 / 1	82135	0	0	91108	282723
	A1 / 2	81208	0	0	92957	277963
	X+ A1 / 9	66260	3603	1075	715578	255511
	X- A1 / 15	46863	2552	774	462705	107617
	Y+ A1 / 19	52582	867	2872	129631	182271
	Y- A1 / 25	63190	1022	3446	419238	216405
7	A1 / 1	64718	0	0	3282	368151
	A1 / 2	63927	0	0	2926	361279
	X+ A1 / 6	39677	2161	656	21547	177473
	X- A1 / 13	46167	2510	749	33610	273412
	Y+ A1 / 29	43932	710	2395	75973	240051
	Y- A1 / 34	43791	722	2392	71527	239123
8	A1 / 1	58579	0	0	1790	221388
	A1 / 2	57864	0	0	1677	217526
	X+ A1 / 3	41845	2279	692	29791	163392
	X- A1 / 15	35649	1942	589	31489	110914
	Y+ A1 / 19	39731	655	2170	67281	145256
	Y- A1 / 24	39604	640	2159	65109	144710
9	A1 / 1	93824	0	0	280462	462746
	A1 / 2	92772	0	0	281010	454373
	X+ A1 / 6	53760	2928	889	427267	163939
	X- A1 / 12	75606	4111	1227	912293	423048
	Y+ A1 / 28	71982	1163	3925	532813	353591
	Y- A1 / 34	60526	997	3306	338296	297082
10	A1 / 1	84862	0	0	164761	293846
	A1 / 2	83905	0	0	164637	288878
	X+ A1 / 6	68140	3711	1126	710331	259415
	X- A1 / 12	48646	2645	789	389500	117387
	Y+ A1 / 22	65058	1072	3553	423773	222530
	Y- A1 / 24	54394	880	2966	194357	188069

PARAMETRI GEOTECNICI TRAVI WINKLER												
IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA						NON DRENATA		
Trave N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	F <sup>i</sup> Grd	C' kg/cm <sup>q</sup>	Mod.El kg/cm <sup>q</sup>	Poiss on	P base kg/cm <sup>q</sup>	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cm <sup>q</sup>	P base kg/cm <sup>q</sup>
1	1,60	M1	1800	22,00	0,10	50,00	0,40	0,29	63,37	56,90		
2	1,60	M1	1800	22,00	0,10	50,00	0,40	0,29	63,37	56,90		
3	1,60	M1	1800	22,00	0,10	50,00	0,40	0,29	63,37	56,90		
4	1,60	M1	1800	22,00	0,10	50,00	0,40	0,29	63,37	56,90		
5	1,60	M1	1800	22,00	0,10	50,00	0,40	0,29	63,37	54,73		











**STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Freq 2**

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
4,1	0,17			4,1	0,13									
4,2	0,13			4,2	0,13									
4,3	0,13			4,3	0,13									
4,4	0,09			4,4	0,09									
4,5	0,08			4,5	0,04									

**STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Perm 1**

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
1	1,6	0,82	2	1,6	0,88	3	1,6	0,82	4	1,6	0,91	5	1,6	0,82
1,7	0,81			1,7	0,86		1,7	0,81		1,7	0,89		1,7	0,82
1,8	0,78			1,8	0,82		1,8	0,80		1,8	0,87		1,8	0,81
1,9	0,75			1,9	0,78		1,9	0,78		1,9	0,83		1,9	0,78
2,0	0,71			2,0	0,73		2,0	0,75		2,0	0,79		2,0	0,76
2,1	0,67			2,1	0,68		2,1	0,72		2,1	0,76		2,1	0,73
2,2	0,63			2,2	0,64		2,2	0,69		2,2	0,72		2,2	0,70
2,3	0,59			2,3	0,60		2,3	0,66		2,3	0,69		2,3	0,67
2,4	0,56			2,4	0,56		2,4	0,64		2,4	0,65		2,4	0,64
2,5	0,53			2,5	0,53		2,5	0,61		2,5	0,62		2,5	0,61
2,6	0,50			2,6	0,50		2,6	0,58		2,6	0,60		2,6	0,59
2,7	0,47			2,7	0,47		2,7	0,53		2,7	0,54		2,7	0,53
2,8	0,45			2,8	0,44		2,8	0,51		2,8	0,52		2,8	0,51
2,9	0,42			2,9	0,42		2,9	0,49		2,9	0,46		2,9	0,49
3,0	0,40			3,0	0,40		3,0	0,47		3,0	0,41		3,0	0,47
3,1	0,38			3,1	0,38		3,1	0,41		3,1	0,38		3,1	0,41
3,2	0,37			3,2	0,33		3,2	0,36		3,2	0,37		3,2	0,36
3,3	0,33			3,3	0,29		3,3	0,35		3,3	0,35		3,3	0,35
3,4	0,31			3,4	0,28		3,4	0,33		3,4	0,34		3,4	0,34
3,5	0,30			3,5	0,27		3,5	0,31		3,5	0,28		3,5	0,31
3,6	0,26			3,6	0,22		3,6	0,30		3,6	0,26		3,6	0,30
3,7	0,22			3,7	0,22		3,7	0,28		3,7	0,25		3,7	0,28
3,8	0,20			3,8	0,16		3,8	0,26		3,8	0,23		3,8	0,26
3,9	0,18			3,9	0,14		3,9	0,21		3,9	0,22		3,9	0,21
4,0	0,17			4,0	0,14		4,0	0,18		4,0	0,18		4,0	0,18
4,1	0,13			4,1	0,13		4,1	0,18		4,1	0,18		4,1	0,17
4,2	0,13			4,2	0,13		4,2	0,17		4,2	0,17		4,2	0,17
4,3	0,13			4,3	0,13		4,3	0,16		4,3	0,16		4,3	0,16
4,4	0,09			4,4	0,09		4,4	0,15		4,4	0,16		4,4	0,15
4,5	0,08			4,5	0,04		4,5	0,15		4,5	0,15		4,5	0,15
7	1,6	0,83	8	1,6	0,89									
1,7	0,82		1,7	0,87										
1,8	0,79		1,8	0,83										
1,9	0,76		1,9	0,78										
2,0	0,71		2,0	0,74										
2,1	0,67		2,1	0,69										
2,2	0,63		2,2	0,65										
2,3	0,60		2,3	0,60										
2,4	0,56		2,4	0,57										
2,5	0,53		2,5	0,53										
2,6	0,50		2,6	0,50										
2,7	0,47		2,7	0,47										
2,8	0,45		2,8	0,45										
2,9	0,43		2,9	0,43										
3,0	0,41		3,0	0,40										
3,1	0,39		3,1	0,38										
3,2	0,37		3,2	0,33										
3,3	0,35		3,3	0,30										
3,4	0,32		3,4	0,28										
3,5	0,30		3,5	0,27										
3,6	0,26		3,6	0,23										
3,7	0,22		3,7	0,22										
3,8	0,20		3,8	0,16										
3,9	0,19		3,9	0,15										
4,0	0,17		4,0	0,14										
4,1	0,17		4,1	0,13										
4,2	0,13		4,2	0,13										
4,3	0,13		4,3	0,12										
4,4	0,09		4,4	0,09										
4,5	0,08		4,5	0,04										