

VOLUME B

Modulo N • Il terreno

TESTO		NTC (capitolo 6) CIRC. (parr. C6.4.2, C6.4.3)																																				
Par.	Riferimento																																					
1.11	<p>Pag. 497 Azioni di calcolo (SLU)</p> <p>Le combinazioni di carico per le azioni possono essere poste nella forma:</p> $F_d = \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_1 + \gamma_{Q2} Q_2 + \gamma_{Q3} Q_3 + \dots$ <p>Le spinte della terra e dell'acqua sono considerate <i>carichi permanenti strutturali</i>, di tipo G_i.</p> <p>I coefficienti di sicurezza parziali vanno scelti (punto 6.2.3.1) «nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1), sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche».</p>																																					
	<p>Fondazioni dirette</p> <p>Modalità di verifica agli SLU</p> <p>Le indicazioni sintetiche riportate nel testo (DM 2005) vanno integrate con quanto riportato a fianco.</p> <p>Per l'uso dei diversi <i>approcci e combinazioni</i> si veda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scheda S.1 del modulo S; • schema riassuntivo di pag. S.4. 	<p>Par. 6.4.2.1</p> <p>Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.</p> <p>Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:</p> <p><i>SLU di tipo geotecnico (GEO)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno • collasso per scorrimento sul piano di posa • stabilità globale <p><i>SLU di tipo strutturale (STR)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato. <p>La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2 ($A_2 + M_2 + R_2$), con i coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II, azioni e parametri geotecnici, e nella tabella 6.8.I per le resistenze.</p> <p>Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Approccio 1, Combinazione 1 ($A_1 + M_1 + R_1$) o Combinazione 2 ($A_2 + M_2 + R_2$); • Approccio 2 ($A_1 + M_1 + R_3$). <p>Nelle verifiche effettuate con l'Approccio 2 e finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_k non deve essere considerato.</p>																																				
	<p>Tabella N.7 <i>Coefficienti parziali γ moltiplicatori delle azioni</i></p>	<p>Tabella 6.2.I <i>Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Carichi</th> <th style="text-align: center;">Effetto</th> <th style="text-align: center;">Coefficiente parziale</th> <th style="text-align: center;">Equ</th> <th style="text-align: center;">(A1) Str</th> <th style="text-align: center;">(A2) Geo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Permanenti</td> <td style="text-align: center;">Favorevole</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">γ_{G1}</td> <td style="text-align: center;">0,9</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sfavorevole</td> <td style="text-align: center;">1,1</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Permanenti non strutturali ⁽¹⁾</td> <td style="text-align: center;">Favorevole</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">γ_{G2}</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sfavorevole</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Variabili</td> <td style="text-align: center;">Favorevole</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">γ_Q</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sfavorevole</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>⁽¹⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (per esempio i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.</p>	Carichi	Effetto	Coefficiente parziale	Equ	(A1) Str	(A2) Geo	Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0	Sfavorevole	1,1	1,3	1,0	Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0	Sfavorevole	1,5	1,5	1,3	Variabili	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0	Sfavorevole	1,5	1,5	1,3
Carichi	Effetto	Coefficiente parziale	Equ	(A1) Str	(A2) Geo																																	
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0																																	
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0																																	
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0																																	
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3																																	
Variabili	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0																																	
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3																																	
	Si noti che il coefficiente γ_{G1} (STR), coerentemente con il caso generale, è passato dal valore 1,4 al valore 1,3.																																					
	<p>Tabella N.8 <i>Coefficienti parziali γ da applicare ai parametri geotecnici</i></p>	<p>Tabella 6.2.II <i>Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno</i></p>																																				
	Le due tabelle sono identiche.																																					

VOLUME B

Modulo N • Il terreno

TESTO DM 88 - DM 96 - EC7 - DM 2005		NTC (capitolo 6) CIRC. (parr. C6.4.2, C6.4.3)																																																											
Par.	Riferimento																																																												
		<p>Tabella 6.4.I <i>Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Verifica</th> <th colspan="3">Coefficiente parziale γ_R</th> </tr> <tr> <th>(R1)</th> <th>(R2)</th> <th>(R3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacità portante</td><td>1,0</td><td>1,8</td><td>2,3</td></tr> <tr> <td>Scorrimento</td><td>1,0</td><td>1,1</td><td>1,1</td></tr> </tbody> </table>	Verifica	Coefficiente parziale γ_R			(R1)	(R2)	(R3)	Capacità portante	1,0	1,8	2,3	Scorrimento	1,0	1,1	1,1																																												
Verifica	Coefficiente parziale γ_R																																																												
	(R1)	(R2)	(R3)																																																										
Capacità portante	1,0	1,8	2,3																																																										
Scorrimento	1,0	1,1	1,1																																																										
Portanza di calcolo dei pali	<p>Modalità di verifica agli SLU</p> <p>Le indicazioni sintetiche riportate nel testo (DM 2005) vanno integrate con quanto riportato a fianco.</p>	<p>Par. 6.4.3.1</p> <p>Fra le azioni permanenti deve essere incluso il peso proprio del palo e l'effetto dell'attrito negativo, quest'ultimo valutato con i coefficienti γ_M del caso M1 della tabella 6.2.II.</p> <p>Le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:</p> <p><i>SLU di tipo geotecnico (GEO)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali • collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali • collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione • stabilità globale <p><i>SLU di tipo strutturale (STR)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • raggiungimento della resistenza dei pali • raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali. <p>La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e nella tabella 6.8.I per le resistenze globali ($\gamma_R = 1,1$).</p> <p>Le rimanenti verifiche devono essere effettuate tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II, seguendo almeno uno dei due approcci:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Approccio 1: Combinazione 1 (A1 + M1 + R1), Combinazione 2 (A2 + M2 + R2); • Approccio 2 (A1 + M1 + R3). <p>Nelle verifiche effettuate con l'Approccio 2 e finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere considerato.</p>																																																											
	<p>Tabella N.9 <i>Coefficienti ξ_3 e ξ_4 da applicare alla resistenza media R_{media} e minima R_{min} ricavate da prove in situ</i></p>	<p>Tabella 6.4.III <i>Fattori di correlazione ξ_1 e ξ_2 per la determinazione della resistenza caratteristica a partire dai risultati di prove di carico statico su pali pilota</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Numero di prove di carico</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>≥ 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ_1</td> <td>1,40</td> <td>1,30</td> <td>1,20</td> <td>1,10</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ξ_2</td> <td>1,40</td> <td>1,20</td> <td>1,05</td> <td>1,00</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Numero di prove di carico	1	2	3	4	≥ 5	ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,0	ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,0																																									
Numero di prove di carico	1	2	3	4	≥ 5																																																								
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,0																																																								
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,0																																																								
I coefficienti ξ_3 e ξ_4 della tabella N.9 sono sostituiti, rispettivamente, dai coefficienti ξ_3 e ξ_4 della più specifica tabella 6.4.III.																																																													
	<p>Tabella N.9 <i>Coefficienti γ da applicare alla resistenza caratteristica per ricavare la resistenza di calcolo dei pali</i></p>	<p>Tabella 6.4.III <i>Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Resistenza</th> <th colspan="3">Pali infissi</th> <th colspan="3">Pali trivellati</th> <th colspan="3">Pali a elica continua</th> </tr> <tr> <th>(R1)</th> <th>(R2)</th> <th>(R3)</th> <th>(R1)</th> <th>(R2)</th> <th>(R3)</th> <th>(R1)</th> <th>(R2)</th> <th>(R3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Base</td><td>1,0</td><td>1,45</td><td>1,15</td><td>1,0</td><td>1,70</td><td>1,35</td><td>1,0</td><td>1,60</td><td>1,30</td></tr> <tr> <td>Laterale in compressione</td><td>1,0</td><td>1,45</td><td>1,15</td><td>1,0</td><td>1,45</td><td>1,15</td><td>1,0</td><td>1,45</td><td>1,15</td></tr> <tr> <td>Totale (¹)</td><td>1,0</td><td>1,45</td><td>1,15</td><td>1,0</td><td>1,60</td><td>1,30</td><td>1,0</td><td>1,55</td><td>1,25</td></tr> <tr> <td>Laterale in trazione</td><td>1,0</td><td>1,60</td><td>1,25</td><td>1,0</td><td>1,60</td><td>1,25</td><td>1,0</td><td>1,60</td><td>1,25</td></tr> </tbody> </table> <p>(¹) Da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.</p>	Resistenza	Pali infissi			Pali trivellati			Pali a elica continua			(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	Base	1,0	1,45	1,15	1,0	1,70	1,35	1,0	1,60	1,30	Laterale in compressione	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	Totale (¹)	1,0	1,45	1,15	1,0	1,60	1,30	1,0	1,55	1,25	Laterale in trazione	1,0	1,60	1,25	1,0	1,60	1,25	1,0	1,60	1,25
Resistenza	Pali infissi			Pali trivellati			Pali a elica continua																																																						
	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)																																																				
Base	1,0	1,45	1,15	1,0	1,70	1,35	1,0	1,60	1,30																																																				
Laterale in compressione	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15																																																				
Totale (¹)	1,0	1,45	1,15	1,0	1,60	1,30	1,0	1,55	1,25																																																				
Laterale in trazione	1,0	1,60	1,25	1,0	1,60	1,25	1,0	1,60	1,25																																																				

VOLUME B

Modulo N • Il terreno

TESTO DM 88 - DM 96 - EC7 - DM 2005		NTC (capitolo 6) CIRC. (parr. C6.4.2, C6.4.3)
Par.	Riferimento	
I coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche della tabella N.10 sono sostituiti da quelli, più dettagliati, della tabella 6.4.II.		

A parte la variazione di alcuni coefficienti e la diversa articolazione di alcune formule, l'approccio di calcolo proposto dalle NTC resta identico a quello del DM 2005.

Verifiche non sismiche: metodi semplificati consentiti dalle NTC

1 (Par. 2.7). Per costruzioni ricadenti in zona 4, di tipo 1 e 2 e di classe d'uso I e II, le verifiche di sicurezza possono essere condotte **alle tensioni ammissibili**.

Per tali verifiche si deve fare riferimento al DM 14 febbraio 1992 per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al DM 20 novembre 1987 per le strutture in muratura e al DM 11 marzo 1988 per opere e sistemi geotecnici. In questo caso tali norme si devono applicare integralmente, salvo per i materiali, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle presenti norme tecniche.

2 (Punto 4.5.6.4). Per le *costruzioni semplici* in muratura sono consentite **regole di progetto semplificate** che non prevedono verifiche di sicurezza dettagliate.