

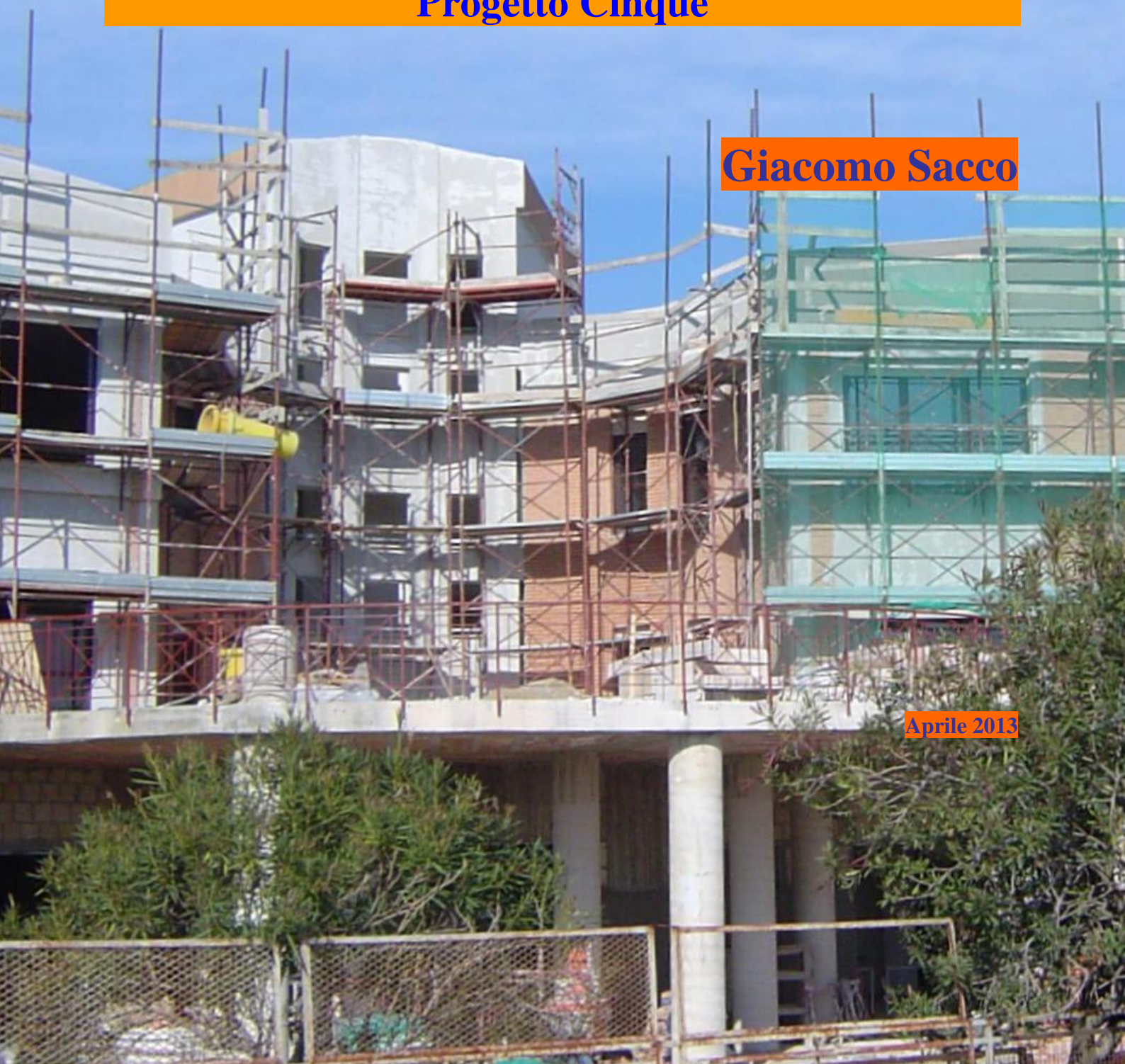
Costruzioni Edili

Corso in moduli

Per le V classi degli Istituti Tecnici per Geometri
indirizzi Liceo Tecnico – Edile Territoriale e
Progetto Cinque

Giacomo Sacco

Aprile 2013



Indice

Modulo 1 Geotecnica pag. 5

1.1 - Natura e classificazione delle rocce sciolte	pag. 6
1.2 - Resistenza a rottura del terreno	pag. 8
1.3 - Spinta delle terre	pag. 12
1.3.1 - Teoria di Coulomb	
1.3.2 - Metodo grafico di Poncelet	
1.3.3 - Spinta del terreno con sovraccarico	
1.4 - Indagini sui terreni	pag. 17
Esercizi svolti modulo 1	pag. 23

Modulo 2 Muri di sostegno pag. 24

2.1 - Generalità sui muri di sostegno	pag. 25
2.2 - Azioni statiche sul muro	pag. 28
2.3 - Azioni provocate dal sisma	pag. 30
2.4 - Verifiche	pag. 49
2.4.1 - Verifiche del complesso muro + fondazione	
2.4.2 - Verifica a scorrimento rispetto al terreno di fondazione	
2.4.3 - Verifica a ribaltamento del complesso muro + fondazione	
2.4.4 - Verifica a schiacciamento del terreno di fondazione	
2.4.5 - Verifica del solo muro	
2.4.6 - Verifica a scorrimento del solo muro	
2.4.7 - Verifica a ribaltamento del solo muro	

Esercizi modulo 2	pag. 54
-------------------	---------

Modulo 3 Appalto dei lavori e documenti precontrattuali pag. 55

3.1 - Appalto delle opere	pag. 56
3.2 - Computo metrico estimativo ed elenco prezzi	pag. 57
3.3 - Capitolato generale d'appalto	pag. 58
3.4 - Capitolato speciale d'appalto	pag. 58
3.5 - Foglio di patti e condizioni	pag. 59
3.6 - Esempio di documenti precontrattuali	pag. 59
3.3.1 - Elenco prezzi	
3.3.2 - Computo metrico estimativo	
3.3.3 - Foglio di patti e condizioni	

Modulo 4 Esecuzione e contabilità dei lavori pag. 71

4.1- Funzioni del direttore dei lavori	pag. 72
4.2 - Consegna dei lavori	pag. 72
4.3 - Registri di cantiere	pag. 72
4.4 - Stato di avanzamento lavori e certificati di pagamento	pag. 73
4.5 - Esempio di contabilità dei lavori	pag. 74
Libretto delle misure (prima parte)	
Registro di contabilità (prima parte)	
Sommaro del registro di contabilità (prima parte)	
Primo stato di avanzamento	
Primo certificato di pagamento	
Libretto delle misure (completo)	
Registro di contabilità (completo)	
Sommaro del registro di contabilità (completo)	
Secondo stato di avanzamento	
Secondo certificato di pagamento	

Modulo 5 Il cantiere edile pag. 108

5.1 - Organizzazione del cantiere edile	pag. 109
5.2 - La sicurezza nei cantieri	pag. 110
5.3 - Figure e compiti definiti dalla legge ai fini della sicurezza	pag. 111
5.4 – Adempimenti in funzione egli uomini/giorno	pag. 116
5.5 - La notifica preliminare	pag. 117
5.6 – Esempio di calcolo degli uomini giorno	pag. 119
5.7 - Opere provvisoriale	pag. 120
5.7.1 – Ponteggi	
5.7.2 – Parasassi	
5.7.3 – Scavi	
5.7.4 – Rampe	

Modulo 6 Tecniche di intervento antisismico sui fabbricati in muratura pag. 123

6.1 – Premessa	pag. 124
6.2 – Interventi in fondazione	pag. 124
6.2.1 – Rinforzo mediante sottofondazioni	pag. 124
6.2.1 – Rinforzo mediante micropali	pag. 125
6.3 – Interventi sulla muratura	pag. 125
6.3.1 – Iniezione di miscele leganti	pag. 126
6.3.2 – Intervento mediante rete e betoncino sull'intera parete	pag. 127
6.3.3 – Riparazione di lesione isolata con rete e betoncino	pag. 127
6.3.4 – Riparazione di lesioni isolate col metodo cuci-scuci	pag. 128
6.3.5 – Intervento con lastre armate	pag. 128

6.4 – Inserimento di nuovi solai in c.a. pag. 129

6.5 – Consolidamento di volte con materiali compositi pag. 129

6.5.1 – Consolidamento di volte con rete in fibra di vetro pag. 130

6.5.2 – Consolidamento di volte con tessuto in fibra di vetro o di carbonio pag. 130

Allegato 1: modelli per la contabilità dei lavori pag.132

Modulo

1

Elementi di geotecnica e spinta delle terre

1.2 - Natura e classificazione delle rocce sciolte	pag . 6
1.2 - Fondazioni superficiali	pag. 8
1.2.1 - Resistenza a rottura del terreno	.
1.2.2 - Verifica delle fondazioni	.
1.2.3 - Criteri generali di progetto per le fondazioni superficiali	.
<u>1.3 – Indagini sui terreni</u>	<u>pag. 12</u>
<u>1.4 - Spinta delle terre</u>	<u>pag. 17</u>
1.4. 1 - Teoria di Coulomb	.
1.4. 2 - Metodo grafico di Poncelet	.
1.4.3 – Spinta del terreno con sovraccarico	.
<u>Esercizi svolti modulo 1</u>	<u>pag. 23</u>

Modulo 2 **Muri di sostegno** **pag. 24**

1.1 - Natura e classificazione delle rocce sciolte tura e classificazione delle rocce sciolte

Un modo molto semplice per classificare le rocce è quello di dividerle in due grandi gruppi: **rocce lapidee** e **rocce sciolte**.

La differenza tra i due tipi di roccia è data dall'intensità del legame esistente tra i vari componenti costituenti una roccia. Possiamo definire **rocce lapidee** quelle che dopo una serie successiva di immersioni in acqua ed essiccamenti, si mantengono inalterate, mentre le **rocce sciolte** si disgregano in particelle o frammenti. Nel seguito ci occuperemo dello studio solo delle rocce sciolte.

Le rocce sciolte sono composte da un insieme di più particelle di varie dimensioni. La determinazione del diametro delle diverse particelle che compongono una roccia sciolta, prende il nome di **analisi granulometrica**.

Una suddivisione delle rocce sciolte basata sull'analisi granulometrica è quella riportata nella tabella sottostante, basata sul diametro medio d delle particelle che le compongono.

Argilla	$d < 0.002$	mm
Limo	$0.002 < d < 0.02$	mm
Sabbia	$0.02 < d < 2$	mm
Ghiaia	$2 < d < 200$	mm
Blocchi	$d < 200$	mm

Tra le particelle, che costituiscono una roccia sciolta, è presente sempre **l'attrito**. In alcuni casi, oltre all'attrito può esserci un altro legame tra le particelle, comunque non sufficientemente forte da far considerare tali rocce come lapidee, tale legame è la **coesione**. In base alla presenza o meno della coesione, le rocce sciolte vengono divise in **terreni coerenti**, con coesione diversa da zero e **terreni incoerenti** con coesione pari a zero. Un esempio di terreno incoerente è rappresentato dalla **sabbia**, mentre un esempio di terreno coerente è rappresentato dall' **argilla**.

Come è noto la forza di attrito dipende dalla forza normale N applicata sulla superficie di scorrimento e dalla scabrezza delle superfici a contatto, scabrezza che viene riassunta da una costante chiamata coefficiente di attrito f_a . La forza normale è costituita dal peso del terreno sovrastante la superficie che si sta prendendo in considerazione. La relazione che lega la resistenza dovuta all'attrito, indicata con T , alla forza normale N e al coefficiente di attrito è la seguente:

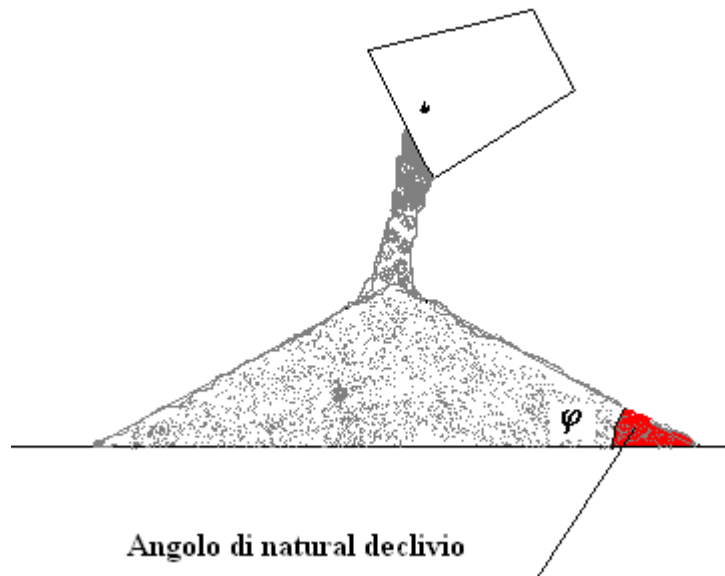
Se $T = N \cdot f_a$ dividiamo primo e secondo termine per l'area A avremo:

$$\frac{T}{A} = \frac{N}{A} \cdot f_a \quad \text{Ossia: } \tau = \sigma \cdot f_a$$

Per capire in modo semplice l'attrito di un terreno, si può ricorrere ad un semplice esperimento: prendere un secchio di sabbia e versarla a terra, otterremo un monticello di terreno, il

cui angolo di inclinazione viene detto angolo di **natural declivio** o **angolo di attrito interno del terreno**. Il coefficiente di attrito f_a , è proprio uguale alla tangente di questo angolo che si indica, usualmente, con la lettera φ . Quindi la relazione scritta in precedenza diventa:

$$\tau = \sigma \cdot \tan \varphi$$



La coesione è la forza di adesione dei granelli di terra uno con l'altro, essa non dipende dallo sforzo normale, ma solo dalla presenza di acqua e anche dalla granulometria del terreno.

L'attrito nasce sempre quando ci sono due superfici in contatto, purchè si sia in presenza anche di una forza normale alla superficie. Nel caso dei terreni sciolti tale azione è sempre presente, e dipende dalle caratteristiche fisiche del terreno: granulometria, (ossia dimensione dei granelli che compongono il terreno), porosità del terreno (rapporto tra volume dei vuoti e volume totale). La forza normale è costituita dal peso del terreno sovrastante la superficie che si sta prendendo in considerazione. La coesione, invece è una caratteristica che possono avere i terreni sciolti, e dipende dalla natura chimica del terreno stesso, essa pertanto non è sempre presente.

Esempio di terreno dotato di coesione è l'argilla, esempio di terreno privo di coesione, detto perciò incoerente, è la sabbia.

I terreni sciolti non possono essere sistemati in modo da avere una superficie perfettamente verticale, perché essi franano e vanno a disporsi secondo una superficie inclinata dell'angolo di attrito, nel caso di terreni incoerenti, e secondo un angolo maggiore, dipendente dal grado di coesione, nel caso di terreni coerenti.

Nel caso di terreni coerenti, la resistenza a taglio del terreno, indicando con c la resistenza per unità di area dovuta alla coesione, diventa:

$$\tau = \sigma \cdot \tan \varphi + c$$

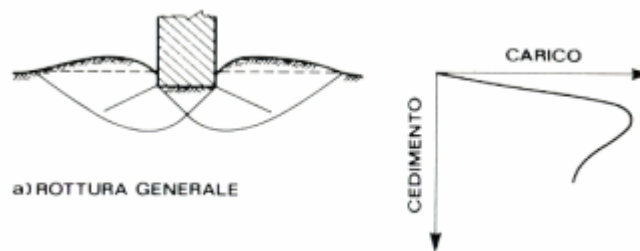
Che rappresenta l'equazione di una retta non passante per l'origine degli assi.

1.2 - Fondazioni superficiali

1.2.1 Resistenza a rottura del terreno

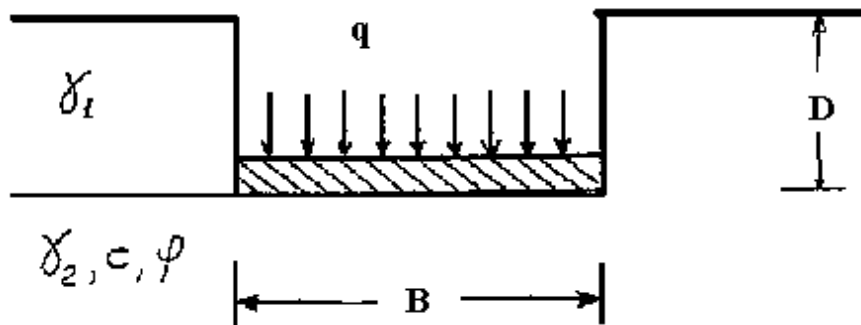
La resistenza di un terreno dipende, oltre che dalle caratteristiche del terreno stesso (angolo di attrito, coesione, peso specifico) anche dalla **forma** della fondazione.

Si definisce carico limite del complesso terreno-fondazioni il carico per unità di area che porta a rottura il terreno, ossia che fa aumentare notevolmente i cedimenti, detto in modo semplice diremo che la fondazione “sprofonda” sotto quel carico.



Per una fondazione di forma rettangolare allungata ($L \gg B$), ad esempio una fondazione di un muro continuo o di una trave), con piano di posa a profondità D sottoposta a carichi verticali e centrati e con piano di campagna orizzontale, l'espressione del carico limite, (formula di **Terzaghi**) è la seguente:

$$\sigma_{lim} = N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + N_c \cdot C + N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$



Schema per il calcolo del carico limite

In cui γ_1 e γ_2 sono i pesi dell'unità di volume (pesi specifici) rispettivamente del terreno posto al disopra ed al disotto del piano di posa;

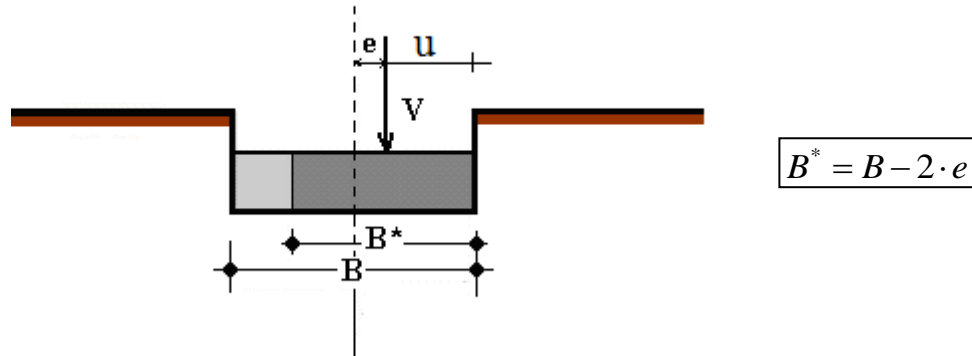
C è la coesione;

N_q , N_c , N_γ sono coefficienti adimensionali ricavati sulla base della teoria della plasticità e funzione dell'angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa. I valori di tali coefficienti, in funzione dell'angolo di attrito del terreno, sono riportati nella tabella **TER1**.

- **Carico limite per carico inclinato ed eccentrico rispetto al baricentro**

Il calcolo della tensione limite del complesso fondazione-terreno viene eseguita anche in questo caso mediante la formula di **Terzaghi**, modificata però per tenere conto della eccentricità del carico e della sua inclinazione.

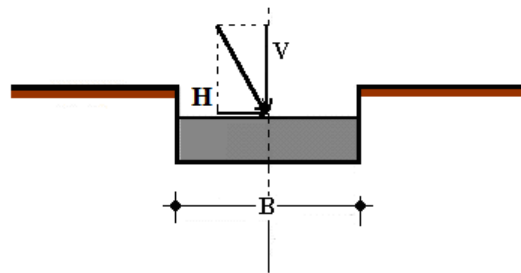
- **Forza eccentrica**



Si tiene conto dell'eccentricità della forza considerando, invece che la larghezza effettiva della fondazione, una larghezza ridotta B^* . Questa larghezza ridotta, che corrisponde alla larghezza di una fondazione equivalente rispetto alla quale il carico verticale sarebbe centrato.

- **Forza inclinata**

Per tenere conto della inclinazione della forza, si introducono dei coefficienti che tengono conto della componente verticale ed orizzontale della forza stessa. Questi coefficienti sono indicati con i_c , i_q , i_γ .



Si riportano i coefficienti validi solo per **terreni incoerenti (c=0)**:

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^2; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^3;$$

La formula di Terzaghi modificata, allora è:

$$\sigma_{\text{lim}} = N_\gamma \cdot \gamma_t \cdot \frac{B^*}{2} \cdot i_\gamma + Nq \cdot \gamma_t \cdot H_f \cdot i_q$$

1.2.2 - Verifica delle fondazioni

Come sempre, per la verifica agli stati limite, i carichi vengono aumentati, moltiplicandoli per dei coefficienti, diversi a seconda del carico, mentre i parametri di resistenza del terreno, vengono diminuiti, dividendoli per altri coefficienti. A differenza di come si fa con gli altri materiali di costruzione, tali coefficienti non sono sempre gli stessi, ma variano a secondo della verifica che si sta eseguendo. Ovviamente, quali coefficienti usare, volta per volta, viene indicato dalla normativa.

Per la verifica deve aversi:

$$Ed \leq Rd$$

dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, Rd è la resistenza a rottura.

Per i carichi, quando il suo effetto è favorevole alla stabilità della struttura, anzichè amplificarlo, lo si prende col suo valore effettivo, oppure si riduce o non lo si considera affatto, come nel caso dei carichi variabili. Quando il loro effetto è sfavorevole, li si amplifica sempre, in misura diversa se sono permanenti o variabili. Il tutto secondo la seguente tabella, dove sono riportati, per ogni tipo di carico, tre diversi valori dei coefficienti: quelli riportati nella colonna EQU, A1, A2, ovviamente se ne usa uno solo, in combinazione con i valori riportati nelle colonne M1 ed M2 per le resistenze. Le combinazioni da utilizzare saranno esplicitate nel seguito.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1	1
	Sfavorevole		1,1	1,3	1
Permanenti non strutturali ¹	Favorevole	γ_{G2}	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Varabili	Favorevole	γ_{G1}	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Per i parametri di resistenza abbiamo la seguente tabella:

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi$	γ_φ	1	1,25
Coesione efficace	c'	γ_c	1	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Per i coefficienti parziali, abbiamo la seguente tabella:

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Lo stato limite ultimo delle fondazioni superficiali può essere raggiunto per rottura del terreno o per rottura degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) - Rottura del terreno
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

- SLU di tipo strutturale (STR) - Rottura degli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

1.2.3 - CRITERI GENERALI DI PROGETTO PER LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

1.3 - Indagini sui terreni

Per determinare le caratteristiche dei terreni è necessario eseguire delle indagini su di esso. Abbiamo due categorie di indagini: indagini in **sito** ed indagini in **laboratorio**. Sono indagini, ovviamente di natura diversa che presentano entrambi vantaggi e svantaggi. Le indagini in sito hanno il vantaggio di esaminare il terreno nel suo stato naturale, ossia indisturbato, mentre quelle di laboratorio esaminano campioni di terreno che necessariamente vengono prelevati dal terreno e quindi in qualche modo disturbati.

1.3.1 - Indagini in sito

Con tali indagini possiamo rilevare le caratteristiche geologiche dei terreni, ma anche di resistenza. Abbiamo indagini di tipo **diretto**, quando l'esame avviene tramite il prelievo di campioni di terreno, e indiretto, quando invece usiamo attrezzature che ci permettono di raccogliere informazioni senza prelevare campioni di terreno.

Sondaggi diretti a rotazione (carotaggi)

Si eseguono con una speciale trivella che preleva da diversa profondità campioni di terreno (carote), esaminando le quali si ricostruisce la stratigrafia del terreno.

Indagine indiretta tramite sonda geoelettrica

Di facile esecuzione e poco costosa, questa indagine permette specialmente di rilevare la presenza di falde acquifere. Si esegue generando una corrente continua tramite una semplice batteria e misurandone le cadute di tensione ad una certa distanza dove vengono posizionati degli elettrodi collegati con cavi all'unità di misurazione. Attraverso tali cadute di tensione si risale alla resistività delle rocce e quindi alla sua natura.

Indagini Geosismiche

Si basa sulla propagazione di onde elastiche nelle rocce e sulla riflessione di esse causata dai vari strati di rocce. Le onde sismiche vengono generate mediante microesplosioni e rilevate mediante geofoni.

Prove penetrometriche

Permettono di rilevare la resistenza del terreno ai carichi verticali. Il concetto è molto semplice, in pratica si tratta di infiggere una punta di acciaio di forma tronco-conica nel terreno. La punta è avvitata alla estremità di un'asta in acciaio sulla cui sommità viene posto un incudine che viene battuto su un maglio che può essere azionato sia manualmente che meccanicamente. Il maglio viene sempre fatto cadere dalla stessa altezza, in modo da trasmettere alla punta sempre la stessa energia. Il numero dei colpi necessari per infiggere la punta di una determinata quantità (ad esempio 10 cm) rivela la resistenza alla punta del terreno. Elaborando opportunamente i dati ottenuti è

possibile ottenere la tensione ammissibile del terreno. E' evidente che tale tensione non tiene conto delle caratteristiche della fondazione. La prova va eseguita per una profondità pari a due tre volte la larghezza della fondazione.

La resistenza alla punta viene determinata mediante una relazione, nota come formula olandese o degli olandesi.

Con M ed m , misurati in Kg, H ed h in cm e A in cm^2 , la formula è la seguente:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{A \cdot h \cdot (M + m)}$$

Dove:

- M è la massa del maglio;
- H la volata del maglio;
- N il numero di colpi necessario per un affondamento pari ad h ;
- A è l'area della punta;
- h è l'affondamento pari a 10 cm;
- m è la massa battuta (incudine + aste + portapunta).

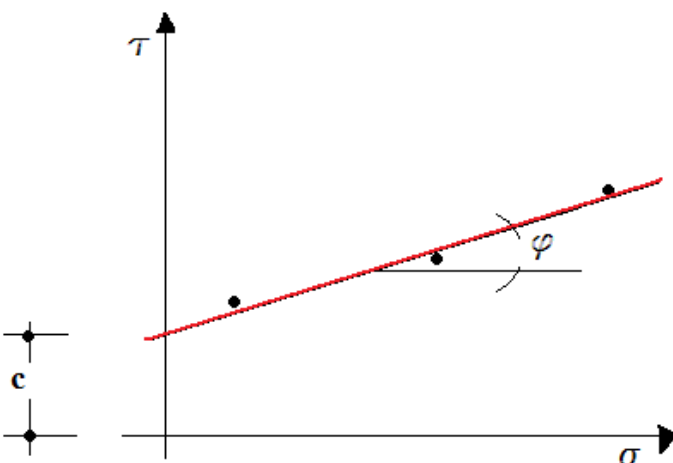
La tensione ammissibile viene calcolata assumendo per N la media dei colpi calcolata per una profondità pari a 2 – 3 volte la larghezza della fondazione e dividendo per 20:

$$\sigma_{amm} = \frac{R_d}{2} \quad dN / cmq .$$

1.3.2 - Indagini in laboratorio

Tali indagini si eseguono su campioni prelevati sul posto ed esaminati in laboratorio. E' di fondamentale importanza che tali campioni siano disturbati il meno possibile. Le prove in laboratorio consentono di rilevare, oltre al peso specifico e ad altre caratteristiche dei terreni, **l'angolo di attrito e la coesione**.

A tale risultato si può giungere mediante due tipi diversi di prove: la prova di **taglio diretto** e la **prova triassiale**.



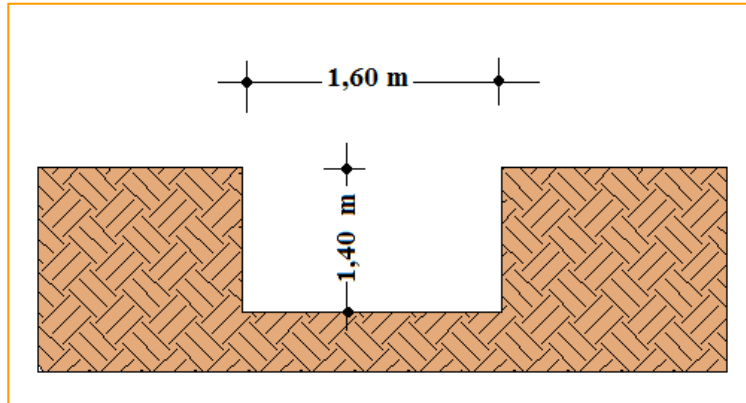
Con entrambi le prove si può tracciare la retta:

$$\tau = \sigma \cdot \tan \varphi + c$$

Per tracciare tale retta sarebbero sufficienti due prove, ma, a causa dell'incertezza sperimentale sono indispensabili tre prove.

Esercizio N. 1

Calcolare il carico limite terreno-fondazione. La fondazione sia rettangolare allungata, il terreno abbia le seguenti caratteristiche: peso specifico 18 KN/m^3 ; angolo di attrito 32° , coesione 1 KN/m^2 .



Soluzione:

Dalla tabella TER1 rileviamo i coefficienti: $N_c = 32,49$; $N_q = 23,18$; $N_\gamma = 30,22$;

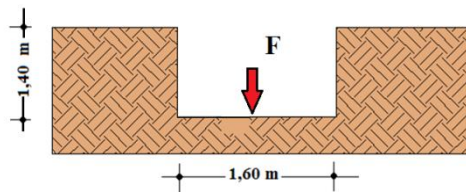
$$\sigma_{\text{lim}} = N_q \cdot \gamma_t \cdot D + N_c \cdot C + N_\gamma \cdot \gamma_t \cdot \frac{B}{2};$$

$$\sigma_{\text{lim}} = 23,18 \cdot 18 \cdot 1,4 + 32,49 \cdot 0,1 + 30,22 \cdot 18 \cdot \frac{1,4}{2} = 968,16 \text{ KN/m}^2 = 0,97 \text{ N/mm}^2$$

Esercizio N. 2

Verificare la fondazione rettangolare lunga, con sezione come in figura, sottoposta ad un carico centrato, per ogni metro, di 30.000 dN . Tale carico è composto da 20.000 dN derivanti da carichi permanenti, e da 10.000 dN derivanti da carichi variabili.

Il terreno ha le seguenti caratteristiche: angolo di attrito 30° , coesione $0,01 \text{ dN/cm}^2$; peso specifico del terreno 1.800 dN/m^3 .



Usiamo per la verifica l'approccio 2: A1+M1+R3. Calcoliamo il carico di progetto:

$$F_D = F_g \cdot \gamma_g + F_q \cdot \gamma_q = 20.000 \cdot 1,3 + 10.000 \cdot 1,5 = 41.000 \text{ dN};$$

Calcolo del carico limite. Si osserva che i coefficienti da utilizzare per i parametri del terreno, riportati nella colonna M1, sono tutti pari ad 1, pertanto i parametri geotecnici del terreno non vengono modificati.

$$\sigma_{lim} = N_c \cdot c + N_q \cdot \gamma_t \cdot D + N_\gamma \cdot \gamma_t \cdot \frac{B}{2}$$

$$\sigma_{lim} = 30,14 \cdot 100 + 18,40 \cdot 1.800 \cdot 1,4 + 22,40 \cdot 1.800 \cdot \frac{1,2}{2} = 73.574 \text{ dN/m}^2$$

La resistenza per ogni metro di fondazione, sarà:

$$R = \sigma_{lim} \cdot A = 73.571 \cdot 1,20 \cdot 1,00 = 88.289 \text{ dN};$$

La resistenza si calcola applicando il coefficiente della tabella R3:

$$R_D = \frac{R}{\gamma_D} = \frac{88.289}{2.3} = 38.386 \text{ dN};$$

Poichè risulta $41.000 \text{ dN} > 38.386 \text{ dN}$, la fondazione **non è verificata**.

Tab. TER1 - Coefficienti per il calcolo del carico limite

φ	N_c	N_q	N_γ	N_q / N_c	$\text{tang } \varphi$
0	5,14	1,00	0,00	0,20	0,00
1	5,38	1,09	0,07	0,20	0,02
2	5,63	1,20	0,15	0,21	0,03
3	5,90	1,31	0,24	0,22	0,05
4	6,19	1,43	0,34	0,23	0,07
5	6,49	1,57	0,45	0,24	0,09
6	6,81	1,72	0,57	0,25	0,11
7	7,16	1,88	0,71	0,28	0,12
8	7,53	2,06	0,86	0,27	0,14
9	7,92	2,25	1,03	0,28	0,16
10	8,35	2,47	1,22	0,30	0,18
11	8,80	2,71	1,44	0,31	0,19
12	9,28	2,97	1,69	0,32	0,21
13	9,81	3,26	1,97	0,33	0,23
14	10,37	3,59	2,29	0,35	0,25
15	10,98	3,94	2,65	0,36	0,27
16	11,63	4,34	3,06	0,37	0,29
17	12,34	4,77	3,53	0,39	0,31
18	13,10	5,26	4,07	0,40	0,32
19	13,93	5,80	4,68	0,42	0,34
20	14,83	6,40	5,39	0,43	0,36
21	15,82	7,07	6,20	0,45	0,38
22	16,88	7,82	7,13	0,46	0,40
23	18,05	8,66	8,20	0,48	0,42
24	19,32	9,60	9,44	0,50	0,45
25	20,72	10,66	10,88	0,51	0,47
26	22,25	11,85	12,54	0,53	0,49
27	23,94	13,20	14,47	0,55	0,51
28	25,80	14,72	16,72	0,57	0,53
29	27,86	16,40	19,34	0,59	0,55
30	30,14	18,40	22,40	0,61	0,58
31	32,67	20,63	25,99	0,63	0,60
32	35,49	23,18	30,22	0,65	0,62
33	38,64	26,09	35,19	0,68	0,65
34	42,16	29,44	41,06	0,70	0,67
35	46,12	33,30	48,03	0,72	0,70
36	50,59	37,75	56,31	0,75	0,73
37	55,63	42,92	66,19	0,77	0,75
38	61,35	48,93	78,03	0,80	0,78
39	67,87	55,96	92,25	0,82	0,81
40	75,31	64,20	109,41	0,85	0,84
41	83,86	73,90	130,22	0,88	0,87
42	93,71	85,38	155,55	0,91	0,90
43	105,11	99,02	186,54	0,94	0,93
44	118,37	115,33	224,64	0,97	0,97
45	133,88	134,88	271,76	1,01	1,00
46	152,10	158,51	330,35	1,04	1,04
47	173,64	187,21	403,67	1,08	1,07
48	199,26	222,31	496,01	1,12	1,11
49	229,93	265,51	613,16	1,15	1,15
50	266,89	319,07	762,89	1,20	1,19

1.4 - Spinta delle terre

I terreni sciolti non possono essere sistemati in modo da avere una superficie verticale o che si avvicini alla verticale, perchè essi franano e vanno a disporsi spontaneamente secondo una superficie inclinata di un angolo pari all'angolo di attrito, nel caso di terreni incoerenti, e secondo un angolo maggiore, dipendente dal grado di coesione, nel caso di terreni coerenti.

Volendo sistemare un terreno, in modo da avere una superficie verticale, è allora necessario realizzare una opera che impedisca al terreno di franare. Tale opera in generale viene detta opera di sostegno ed è costituita, nei casi più frequenti, da un muro di sostegno.

Il muro di sostegno impedisce al terreno di franare, esso riceve quindi dal terreno stesso una spinta che tende a ribaltare o comunque a far muovere il muro. Il muro stesso deve essere in grado di resistere a tale spinta e pertanto deve essere adeguatamente dimensionato. E' necessario quindi, per poter correttamente dimensionare il muro, conoscere la spinta che il terreno può esercitare su di esso.

La spinta del terreno può venire calcolata solo in modo approssimato, vista la incertezza del materiale, per fare ciò esistono diverse teorie, sia numeriche che grafiche, le quali danno risultati accettabili.

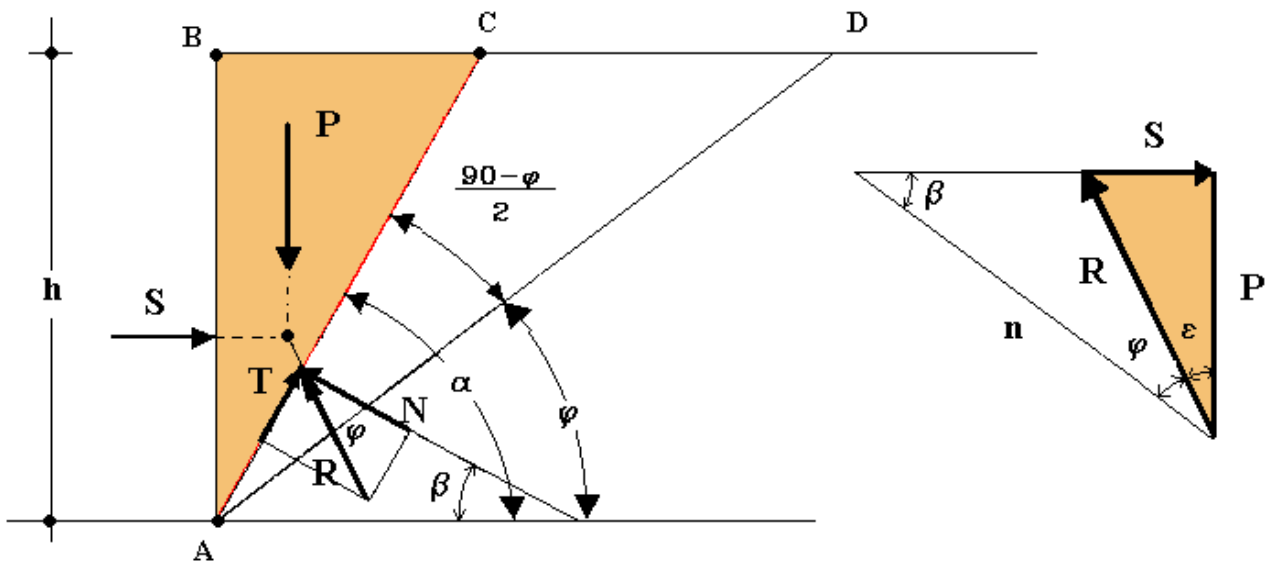
Ci occuperemo nel seguito della spinta dei **terreni incoerenti ed in zona non soggetta a terremoti**. Tale spinta dipende dal peso specifico del materiale, dall'angolo di attrito del terreno, dall'inclinazione della superficie del terreno rispetto all'orizzontale, dalla inclinazione del paramento interno del muro rispetto alla verticale, e dall'attrito tra la superficie interna del muro ed il terreno stesso.

La superficie di scorrimento, secondo cui frana il terreno, è di forma concava, come può vedersi osservando la superficie del terreno dopo che si è verificata una frana. Tale superficie, tuttavia, viene considerata piana per semplificare il problema.

Diverse sono le teorie che permettono di determinare la spinta del terreno, una di queste è dovuta a Coulomb e si basa sull'equilibrio delle forze che agiscono sul terreno. Di seguito viene riportata la dimostrazione di come si ottiene la spinta di un terrapieno nel caso più semplice, ossia nel caso di superficie del terreno orizzontale, parete interna del muro (quella a contatto col terreno) verticale e trascurando l'attrito tra terreno e muro di sostegno.

1. 4. 1 – La Teoria di Coulomb

La teoria di coulomb si basa sull'equilibrio limite di tutte le forze che agiscono sul terreno.



In figura, la parte colorata ABC rappresenta il terreno che tende a franare, essa viene chiamata **cuneo di spinta** perché ha forma triangolare e profondità di 1,00 metri. In rosso è rappresentato il **piano di scorrimento** del terreno, tale piano è inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale, angolo che non si conosce, φ è l'angolo di attrito interno del terreno, S è l'azione che il muro esercita sul cuneo di spinta che è uguale e contraria all'azione che il terreno esercita sul muro, P è il peso del terreno, N è la reazione normale del terreno sottostante, T è la reazione tangenziale del terreno sottostante ed è dovuta all'attrito, R è la risultante tra N e T ed è inclinata di φ rispetto alla normale n alla superficie di scorrimento, infatti la forza di attrito T deve essere:

$$T = N \tan(\varphi).$$

Per determinare la spinta S imponiamo l'equilibrio tra tutte le forze. Per avere l'equilibrio è necessario che la somma dei momenti di tutte le forze, rispetto ad un punto generico si pari a zero e che la somma delle forze si anche uguale a zero. La prima condizione porta a concludere che le tre forze convergono in un punto, infatti in tal caso la somma dei momenti rispetto a quel punto è zero essendo nulle le distanze delle forze stesse dal punto. La seconda condizione, somma delle forze pari a zero è soddisfatta se il poligono delle forze è chiuso, come mostrato in figura. Si ha allora, che:

$$S = P \cdot \tan(\varepsilon) \quad (1)$$

Per determinare ε osserviamo che l'angolo β , angolo formato dalla orizzontale e la normale alla superficie di scorrimento è pari a:

$$\beta = 90 - \alpha; \text{ e che si ha: } \beta + \varphi + \varepsilon + 90 = 180 \text{ e quindi: } \varepsilon = 90 - \varphi - \beta$$

$\varepsilon = 90 - \varphi - (90 - \alpha) = \alpha - \varphi$; pertanto si ha :

$$S = P \cdot \tan(\alpha - \varphi) \quad (2)$$

Per calcolare il peso P, calcoliamo prima il lato $BC = h \cdot \tan(90 - \alpha)$;

$$P = \frac{BC \cdot h}{2} \cdot \gamma_t; \quad P = \frac{1}{2} h \cdot \tan(90 - \alpha) \cdot h \cdot \gamma_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan(90 - \alpha)$$

dove con γ_t abbiamo indicato il peso specifico del terreno.

Sostituendo nella (2) si ha:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan g(90 - \alpha) \cdot \tan g(\alpha - \varphi) \quad (3)$$

Il valore della spinta varia al variare dell'angolo α che come detto è incognito, a noi interessa il valore massimo di tale spinta. Si può dimostrare che tale massimo si ha quando l'angolo α è tale che la superficie di scorrimento sia bisettrice dell'angolo $90 - \varphi$, ossia si abbia:

$$\alpha = \varphi + \frac{90 - \varphi}{2} = \frac{90 + \varphi}{2};$$

sostituendo nella (3) si ha:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan g\left(90 - \frac{90 + \varphi}{2}\right) \cdot \tan g\left(\frac{90 + \varphi}{2} - \varphi\right);$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan g\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right) \cdot \tan g\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right);$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan g^2\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right)$$

Se indichiamo con:

$$K_a = \tan g^2\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right) \quad \text{si ha:} \quad S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot K_a$$

K_a viene detto **coefficiente di spinta attiva del terreno**.

Una formula generale, che permette di tenere conto anche dell'angolo di attrito terra-muro δ , dell'angolo formato tra la superficie del terreno e l'orizzontale ω , dell'angolo formato tra la parete interna del muro e la verticale β è la seguente:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \omega)}{\cos(\delta + \beta) \cdot \cos(\beta - \omega)}} \right]^2}$$

I coefficienti di spinta attiva K_a , calcolati secondo tale formula nel caso di terreno orizzontale e parete interna del muro, quella a contatto col terreno, verticale, sono riportati nella seguente tabella. Si è considerato, nel calcolo, l'attrito tra terreno e parete interna del muro.

φ	Ka	φ	Ka
20	0.438	36	0.235
21	0.421	37	0.225
22	0.405	38	0.216
23	0.389	39	0.208
24	0.375	40	0.200
25	0.360	41	0.191
26	0.347	42	0.184
27	0.334	43	0.176
28	0.321	44	0.169
29	0.309	45	0.162
30	0.297	46	0.155
31	0.286	47	0.148
32	0.275	48	0.142
33	0.264	49	0.135
34	0.254	50	0.129

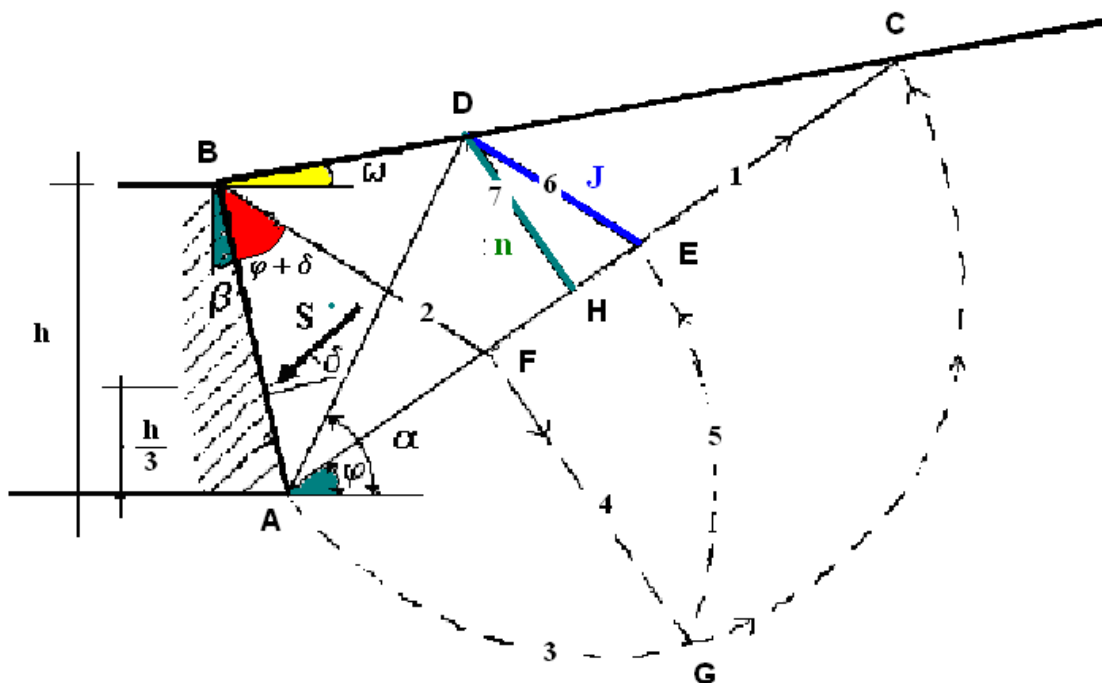
1.4.2 - Metodo grafico di Poncelet

Tale metodo permette di calcolare la spinta tenendo conto della inclinazione del terreno sulla orizzontale ω , della inclinazione del paramento interno del muro α , rispetto alla verticale, dell'angolo di attrito terra-muro δ . La spinta S sarà inclinata rispetto alla normale al muro, dell'angolo β , (quindi di un angolo $\beta + \delta$ rispetto alla orizzontale) e sarà applicata ad un terzo dell'altezza.

Per utilizzare tale metodo è necessario eseguire in scala il disegno riportato in figura. Dopo avere disegnato il paramento interno del muro e la superficie del terreno si eseguono le seguenti operazioni:

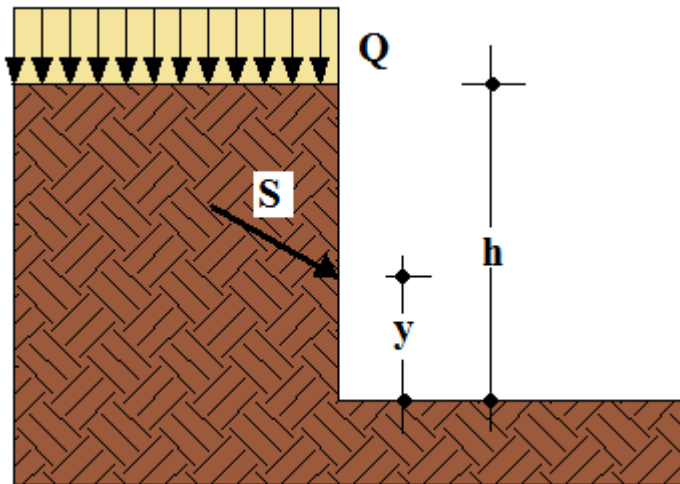
- 1 – si traccia, a partire da punto A, una retta inclinata dell'angolo di attrito φ , fino ad intersecare la superficie del terreno nel punto C;
- 2 – si traccia una retta, con angolo $\varphi + \delta$ rispetto al paramento interno del muro, a partire da punto B, fino ad incontrare la retta A – C nel punto F, tale retta prende il nome di retta di direzione;
- 3 – si traccia il semicerchio A-C;
- 4 – si traccia, a partire dal punto F, la perpendicolare alla retta A-C, fino ad incontrare il semicerchio nel punto G;
- 5 – facendo centro in A e con apertura di compasso A-G, si traccia un arco di cerchio, fino ad incontrare, nel punto E, la retta A-C;
- 6 – si traccia il segmento E-D, parallelo alla retta di direzione;
- 7 – si traccia il segmento D-H, a partire dal punto D, perpendicolare alla retta A-C;
- Il valore della spinta S sarà :
$$S = \frac{J \cdot n \cdot \gamma_t}{2} ;$$

J ed n dovranno essere letti nella scala delle lunghezze del disegno.



1.4.3 - Spinta del terreno con sovraccarico

Se sul terreno che sovrasta il muro insiste un carico ripartito, esso produce un incremento della spinta sul muro. Per determinare la spinta, in questa situazione, si trasforma il carico in altezza di terreno avente le stesse caratteristiche del terreno che insiste sul muro, in particolare, avente lo stesso peso specifico γ .



Allora detta h_1 l'altezza di terra equivalente al carico distribuito si ha:

$$h_1 \cdot \gamma = Q; \text{ e quindi:}$$

$$h_1 = \frac{Q}{\gamma};$$

la spinta si calcola mediante la formula:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h_1}{h} \right)$$

Ed il suo punto di applicazione sarà:

$$y = \frac{h}{3} \cdot \frac{h + 3h_1}{h + 2h_1}$$

Esercizio N. 2

Calcolare la spinta che un terreno, con peso specifico 18 KN/m^3 , angolo di attrito di 28° ; coesione 0, esercita su un muro di altezza pari a m. 3,00.

Svolgimento:

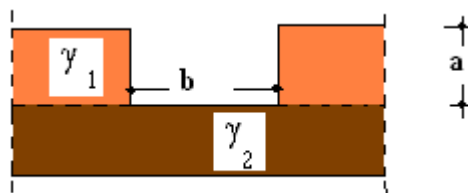
$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot K_a \qquad S = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 3^2 \cdot 0,321 = 26 \text{ KN};$$

Esercizi modulo 1

Esercizio N. 1

Data la fondazione in figura, calcolare la tensione ammissibile.

$$\gamma_1 = 19 \text{ KN}; \gamma_2 = 20 \text{ KN}; \\ a = 1,2 \text{ m}; b = 2,0 \text{ m}.$$



Esercizio N. 2

Ricercare la spinta massima che si ha al variare dell'angolo α secondo la formula :

$$S = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot h^2 \cdot \tan g(90 - \alpha) \cdot \tan g(\alpha - \varphi)$$

facendo variare l'angolo α da φ a 90° di 5° . Verificare che la massima spinta si ha per $\alpha = \frac{90 + \varphi}{2}$

Dati: $\varphi = 26^\circ$; $h = 3,20 \text{ m}$; $\gamma_t = 18 \text{ KN}$.

Esercizio N. 3

Calcolare la spinta di un terrapieno di altezza m 3,40, $\varphi = 34^\circ$, $\gamma = 19 \text{ KN}$, superficie del terreno inclinata di 10° rispetto all'orizzontale.

Esercizio N. 4

Calcolare la spinta del terrapieno dell'esercizio 3 col metodo grafico di Poncelet.

Esercizio N. 5

Calcolare la spinta del terrapieno con sovraccarico di 20 KN/m^2 ed il suo punto di applicazione.

Modulo

2

Muri di sostegno

<u>2.1 - Generalità sui muri di sostegno</u>	<u>pag. 25</u>
<u>2.2 – Azioni statiche sul muro</u>	<u>pag. 28</u>
<u>2.3 – Azioni provocate dal sisma</u>	<u>pag. 30</u>
<u>2.4 - Verifiche</u>	
<u>2.4.1 - Verifiche del complesso muro + fondazione</u>	
<u>2.4.2 - Verifica a scorrimento rispetto al terreno di fondazione</u>	
<u>2.4.3 - Verifica a ribaltamento del complesso muro + fondazione</u>	
<u>2.4.4 - Verifica a schiacciamento del terreno di fondazione</u>	
<u>2.4.5 - Verifica del solo muro</u>	
<u>2.4.6 - Verifica a scorrimento del solo muro</u>	
<u>2.4.7 - Verifica a ribaltamento del solo muro</u>	

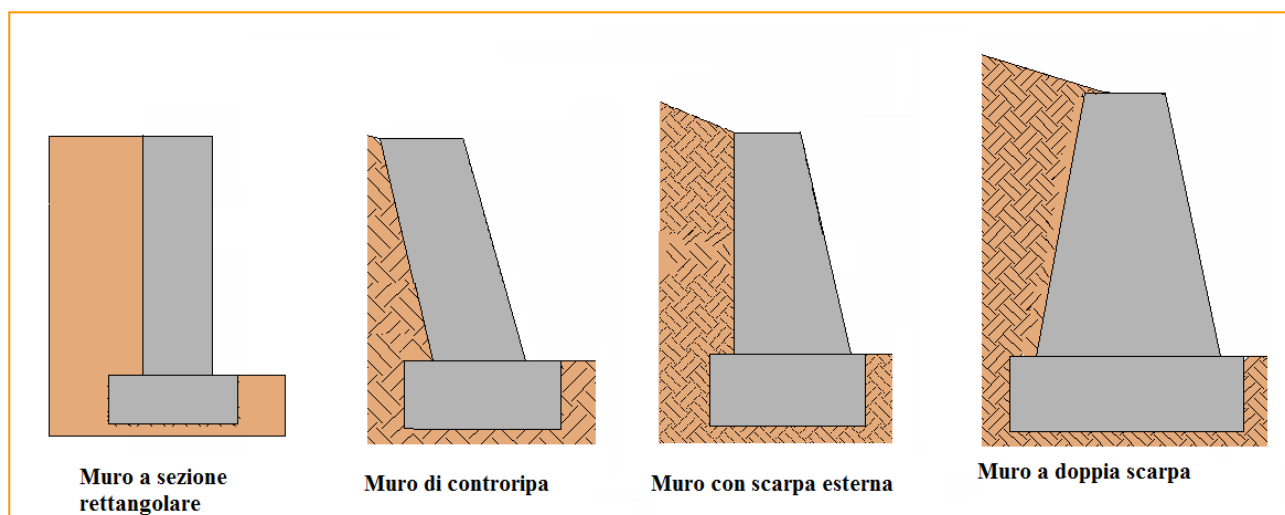
<u>Esercizi modulo 2</u>	<u>pag. 54</u>
--------------------------	----------------

2.1 - Generalità sui muri di sostegno

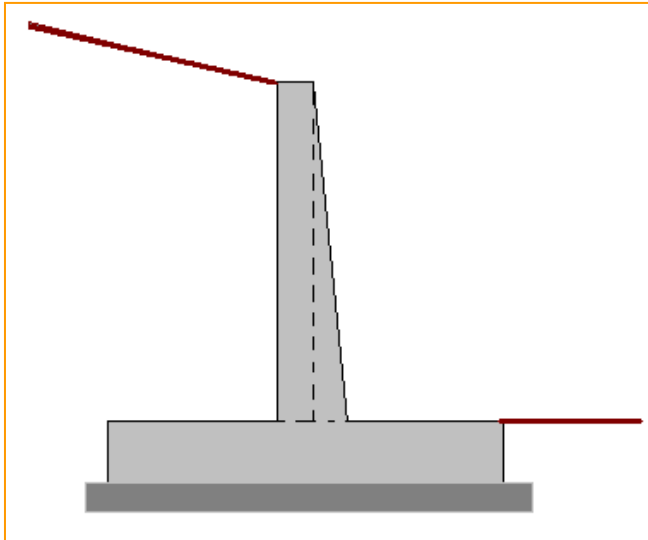
I muri di sostegno sono opere che si utilizzano per impedire il verificarsi di frane di terreni. Sono molto usati nelle costruzioni stradali per limitare la lunghezza delle scarpate sia in sterro che in riporto. Possiamo dividerli in muri di sostegno a gravità e in muri di sostegno in cemento armato. I primi devono la loro resistenza principalmente grazie al loro peso, e possono essere realizzati sia in calcestruzzo semplice che in muratura, generalmente di pietrame, i secondi devono la propria resistenza, principalmente alla loro forma, essendo più leggeri di quelli a gravità.

La forma dei muri di sostegno in calcestruzzo semplice può essere rettangolare, per muri di modesta altezza, trapezoidale con entrambe le facce inclinate o solo una inclinata e l'altra verticale, o a parallelogramma, inclinato verso il terreno.

Ecco alcune delle più comuni sezioni dei muri in cls.:



I muri in calcestruzzo armato, hanno in genere forma a T rovesciata. Gli spessori di tali muri sono modesti se paragonati a quelli in cls, la fondazione è solidale con il muro grazie all'effetto di collegamento delle armature, mentre nei muri in cls, la fondazione ed il muro vanno considerate separati.

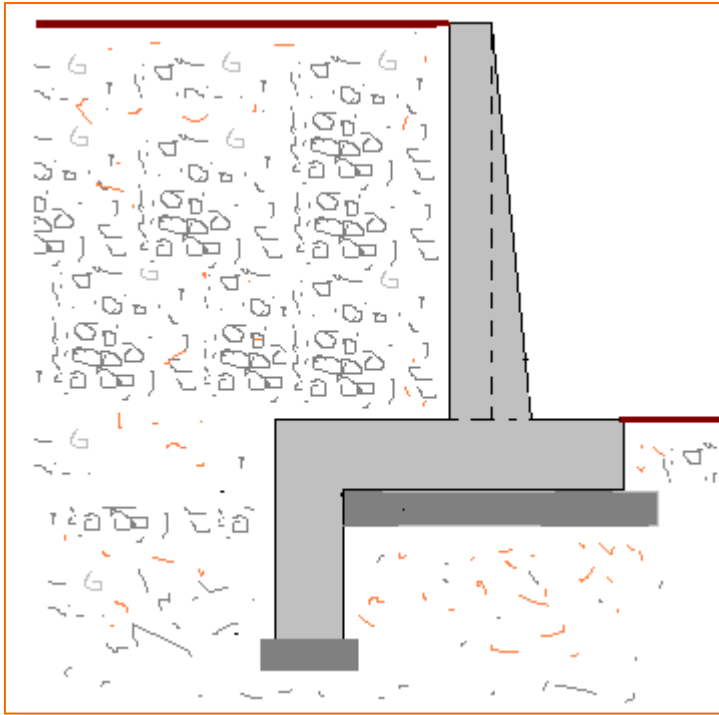


Muro in c.a. con suola di monte e di valle di lunghezza paragonabili.



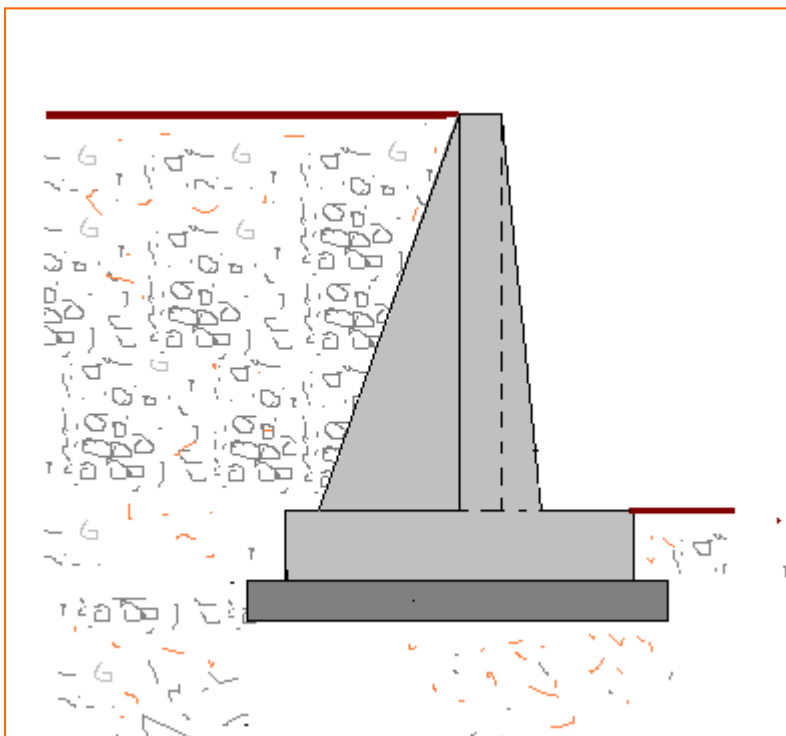
Muro con suola a monte molto larga e suola a valle quasi assente.

Può essere adottata nel caso in cui non è possibile invadere con l'opera il terreno a valle. In altri casi può essere necessaria la situazione opposta, ossia suola a valle estesa e suola a monte quasi assente. In questo tipo di muro il contributo più importante per la stabilità viene fornita dal terreno che insiste sulla suola di monte.



Muro con dente di fondazione.

Si usa tale soluzione nel caso in cui non si riesca a soddisfare la verifica a scorrimento.

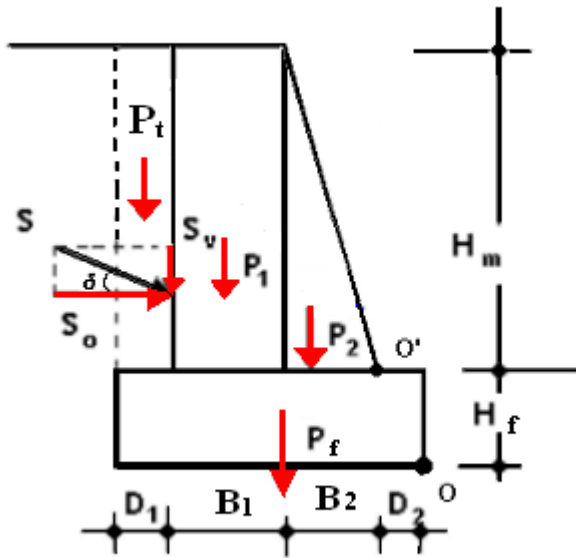


Muri a contrafforti

Si usano per altezze importanti. I contrafforti possono essere entro terra, come l'esempio in figura, o fuori terra, ossia all'esterno.

2.2 - Azioni statiche sul muro

Consideriamo il muro di sostegno in calcestruzzo semplice in figura. Le azioni statiche che agiscono su di esso, in assenza di terremoto sono quelle mostrate, e sono:



- Peso proprio del muro, diviso, per comodità, nelle componenti P_1 , P_2 , P_f
- Spinta del terreno S , scomposta nelle sue componenti orizzontali e verticali, rispettivamente S_o ed S_v .
 - Peso del terreno sulla fondazione P_t

Calcolo delle azioni statiche

Le azioni statiche si calcolano, per l'esempio in figura, nel modo seguente:

Pesi del muro:

$$P_1 = B_1 \cdot H_m \cdot \gamma_c;$$

Dove γ_c è il peso specifico del calcestruzzo, assunto, in genere pari a 2400 daN/mc;

$$P_2 = \frac{1}{2} B_2 \cdot H_m \cdot \gamma_c$$

$$P_f = B_f \cdot H_f \cdot \gamma_c;$$

dove B_f è la base della fondazione, pari a $D_1 + B_1 + B_2 + D_2$;

Peso del terreno insistente sul dente di fondazione:

$$P_t = D_1 \cdot H_m \cdot \gamma_t;$$

dove γ_t è il peso specifico del terreno;

Spinta statica del terreno:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot K_a$$

Dove:

- $\mathbf{h} = \mathbf{Hm} + \mathbf{Hf}$ nel caso di verifica del complesso muro + fondazione $\mathbf{h} = \mathbf{Hm}$ nel caso di verifica del solo muro.
- È il coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche, cioè calcolato in assenza di terremoto:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \beta)}{\cos^2(\beta) \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \omega)}{\cos(\delta + \beta) \cdot \cos(\beta - \omega)}} \right]^2}$$

Le componenti orizzontali e verticali della spinta, saranno:

$$S_o = S \cdot \cos(\delta) ; \quad S_v = S \cdot \sin(\delta)$$

Dove δ è l'angolo di attrito terra – muro che può assumersi pari a $\frac{2}{3}\varphi$.

Nel caso di terreno orizzontale ($\omega=0$), paramento interno del muro verticale ($\beta=0$), e trascurando l'attrito tra terreno e muro di sostegno ($\delta=0$), per K_a si può utilizzare la formula seguente:

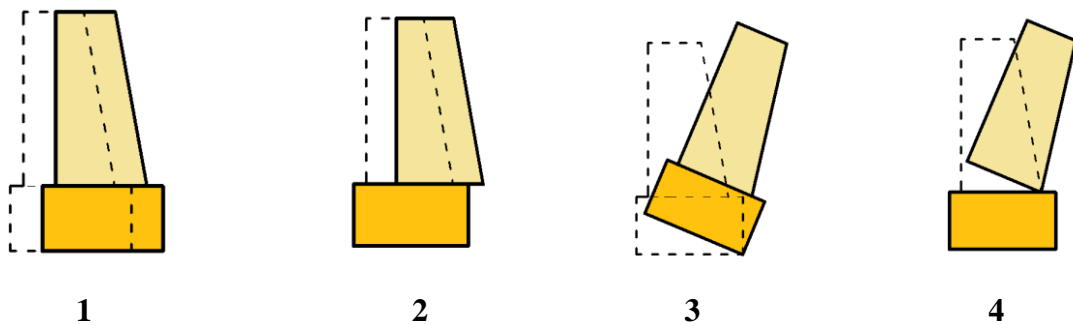
$$K_a = \tan^2\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right)$$

In questo caso la spinta sarà orizzontale.

2.3 - Verifiche

Sotto l'azione della spinta del terreno il muro può ribaltarsi o spostarsi orizzontalmente. A tali movimenti si oppongono le forze peso del muro insieme alla componente verticale della spinta ed al peso del terreno che grava direttamente sulla fondazione.

Nei muri in calcestruzzo semplice, inoltre, il muro in elevazione e la fondazione, non sono un unico corpo, sia perché i getti del calcestruzzo non vengono eseguiti nello stesso tempo, sia perché il calcestruzzo non resiste a trazione, è possibile quindi, che il muro si ribalti o si muova, indipendentemente dalla fondazione, come mostrato nelle seguenti figure.



- 1) **Muro e fondazione scivolano insieme**
- 2) **Il muro scivola sulla fondazione**
- 3) **Il muro e la fondazione si ribaltano insieme**
- 4) **Il muro in elevazione si ribalta sulla fondazione.**

Le verifiche di stabilità da eseguire allora sono:

- verifica a scorrimento del complesso muro – fondazione rispetto al terreno di fondazione;
- verifica a scorrimento del solo muro rispetto alla fondazione;
- verifica a ribaltamento del complesso muro fondazione, come se fossero un unico corpo;
- verifica a ribaltamento del solo muro.

Oltre a tali verifiche, va eseguita la verifica a schiacciamento del terreno di fondazione e la verifica di stabilità globale del complesso terreno – muro di sostegno.

Quando si esegue la verifica, sia a scorrimento che a ribaltamento, del solo muro, la spinta va calcolata tenendo conto della sola altezza del muro. Quando invece, si devono eseguire le verifiche a scorrimento, a ribaltamento del muro insieme alla fondazione, e quella a schiacciamento, la spinta va calcolata, sommando all'altezza del muro l'altezza della fondazione.

Le verifiche dovranno essere eseguite col metodo degli stati limite. Si possono utilizzare in alternativa, i due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3)

Per la sola verifica a ribaltamento si deve utilizzare necessariamente la combinazione:
(EQU+M2+R2)

I coefficienti da usare sono riportati nelle tabelle seguenti. Rispetto alle fondazioni superficiali, cambiano i valori solo dei coefficienti di tipo R.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1	1
	Sfavorevole		1,1	1,3	1
Permanenti non strutturali ¹	Favorevole	γ_{G2}	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Varabili	Favorevole	γ_{G1}	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Per i parametri di resistenza abbiamo la seguente tabella:

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	Tan φ	γ_φ	1	1,25
Coesione efficace	c'	γ_c	1	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1	1

Per i coefficienti parziali, abbiamo la seguente tabella:

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$

2.3.1 - Verifica a scorrimento del complesso muro+fondazione

La forza che tende a fare scivolare l'insieme muro + fondazione rispetto al terreno sono le forze orizzontali, costituite, in questo caso, solo dalla componente orizzontale della spinta. La forza che si oppone a tale scorrimento, è la forza di attrito che nasce tra fondazione e terreno. Tale forza di attrito è proporzionale alla forza normale agente sul terreno e ad un coefficiente di attrito che dipende dalla natura delle superfici a contatto, in questo caso calcestruzzo con terreno, tale coefficiente di attrito può calcolarsi con la formula:

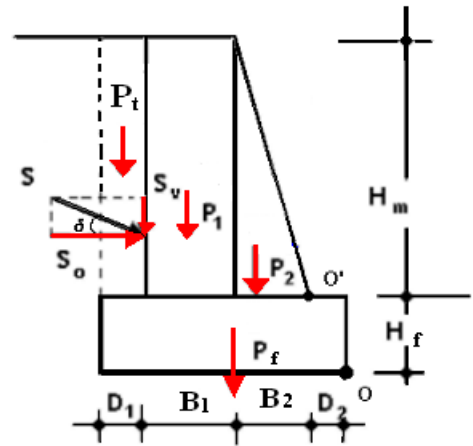
$$f_a = \text{tang } \varphi^*$$

con φ^* si è indicato l'angolo di attrito tra terreno e fondazione, φ^* può essere assunto pari:

$$\varphi^* = \frac{2}{3}\varphi$$

Calcolo della spinta statica:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot Ka \cdot H_T^2$$



Le componenti orizzontali e verticali della spinta saranno:

$$S_o = S \cdot \text{Cos } \delta \quad - \text{ componente orizzontale della spinta;}$$

$$S_v = S \cdot \text{Sen } \delta \quad - \text{ componente verticale della spinta.}$$

Anche per l'angolo δ si può assumere $\delta^* = \frac{2}{3}\varphi$

Somma delle forze verticali:

$$\sum F_v = P_1 + P_2 + P_f + P_t + S_v$$

Somma delle forze orizzontali:

$$\sum F_o = S_o + \Delta S_o + W_1 + W_2 + W_f + W_t$$

$$F_A = \sum F_v \cdot f_a; \quad F_S = \sum F_o$$

La formula di verifica è:

$$\frac{F_A}{\gamma_R \cdot F_S} \geq 1$$

Poiché, di solito, la verifica a scorrimento è la più gravosa, si può utilizzare, per il dimensionamento di massima di un muro di sostegno in calcestruzzo semplice, la seguente formula, che tiene conto appunto, del soddisfacimento della verifica a scorrimento. La formula, a valori approssimati.

$$B_1 = \left(\frac{0,164}{f_a} - 0,6 \cdot p \right) \cdot H_m \cdot \left(1 + \frac{3h'}{1,2 \cdot H_m} \right)$$

Dove si sono indicati con:

- **B₁** lo spessore in sommità del muro;
- **f_a** il coefficiente di attrito tra terreno e fondazione;
- **h'** l'altezza del terreno equivalente al sovraccarico;
- **H_m** l'altezza del solo muro;
- **p** pendenza del paramento esterno.

Esercizio 1

Dimensionare un muro di sostegno in calcestruzzo semplice, per il terrapieno avente le seguenti caratteristiche:

altezza $H_m = 3,00$ m; angolo di attrito interno del terreno $\varphi=30^\circ$; peso specifico del terreno $\gamma_t=1800$ dN/mc; superficie del terreno orizzontale ($\omega=0$); paramento interno del muro verticale ($\beta =0$); sovraccarico $Q=900$ dN/mq.

Calcolo dell'altezza di terreno equivalente al sovraccarico:

$$h' = \frac{Q}{\gamma_t} = \frac{900}{1.800} = 0,50m$$

Per il predimensionamento del muro, con paramento interno verticale, paramento esterno avente scarpa pari a p , utilizziamo la seguente formula :

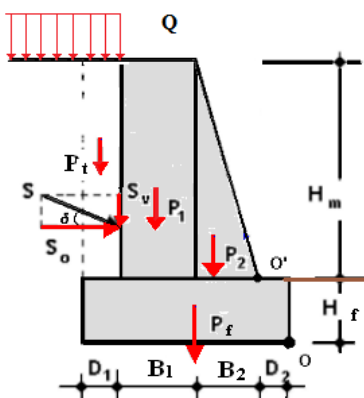
$$B_1 = \left(\frac{0,164}{f_a} - 0,6 \cdot p \right) \cdot H_m \cdot \left(1 + \frac{3h'}{1,2 \cdot H_m} \right)$$

Assumendo una scarpa $p=20\%$ e come angolo di attrito fondazione-terreno $2\varphi/3$, si ha:

$$B_1 = \left(\frac{0,164}{0,364} - 0,6 \cdot 0,2 \right) \cdot 3,00 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 0,50}{1,2 \cdot 3,00} \right) = 1,39 \text{ m} \cong 1,40 \text{ m};$$

La base del triangolo di valle sar : $B_2 = 0,20 \cdot H = 0,20 \cdot 3,00 = 0,60$ m. Definiamo le altre dimensioni: $H_f = 0,60$ m; $D_1 = D_2 = 0,20$ m;

$$B_f = D_1 + B_1 + B_2 + D_2 = 0,20 + 1,40 + 0,60 + 0,20 = 2,40 \text{ m}.$$



Esercizio 2

Verificare a scorrimento rispetto al terreno di fondazione, il muro dell'esercizio precedente.

La forza che tende a fare scivolare l'insieme muro + fondazione rispetto al terreno sono le forze orizzontali, costituite, in questo caso, solo dalla componente orizzontale della spinta. La forza che si oppone a tale scorrimento, è la forza di attrito che nasce tra fondazione e terreno. Tale forza di attrito è proporzionale alla forza normale agente sul terreno e ad un coefficiente di attrito che dipende dalla natura delle superfici a contatto, in questo caso calcestruzzo - terreno, tale coefficiente di attrito può calcolarsi con la formula:

$$f_a = \text{tang } \varphi^* ; \text{ con } \varphi^* \text{ si è indicato l'angolo di attrito tra terreno e fondazione.}$$

Per la verifica utilizziamo l'approccio 2 (A1+M1+R3)

Vediamo come modificare i parametri di carico e di resistenza, in base ai coefficienti forniti dalla normativa e riportati nelle tabelle precedenti.

TABELLA COEFFICIENTI A1

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ	Valore	Valore modificato (valore* γ)
Peso proprio del muro	favorevole	1	2.400 dN/mc	2.400 dN/mc
Peso proprio terreno sul dente di fondazione	favorevole	1	1.800 dN/mc	1.800 dN/mc
Carico accidentale sul dente di fondazione	favorevole	0	900 dN/mq	0
Carico accidentale ai fini del calcolo della spinta	sfavorevole	1.5	0,50 m	0,75 m

TABELLA COEFFICIENTI M1

Grandezza	Valore	Coefficiente parziale	Formula	Valore corretto
Peso specifico terreno	1.800 dN/mc	$\gamma_\gamma=1$	$\frac{\gamma_t}{\gamma_\gamma}$	1.800 dN/mc
Tanφ	tan(30) = 0.577	$\gamma_\phi=1$	$\frac{\tan \phi}{\gamma_\gamma}$	0.577; φ=30

Calcolo del peso proprio del muro

$$P_1 = B_1 \cdot H_m \cdot \gamma_c = 1,40 \cdot 3,00 \cdot 2.400 = 10.080 \text{ daN} ;$$

$$P_2 = \frac{1}{2} B_2 \cdot H_m \cdot \gamma_c = \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 3.00 \cdot 2.400 = 2.160 \text{ daN}$$

$$P_f = B_f \cdot H_f \cdot \gamma_c = 2,40 \cdot 0,60 \cdot 2.400 = 3.456 \text{ daN} ;$$

Calcolo del peso del terreno insistente sul dente di fondazione

$$P_t = D_1 \cdot H_m \cdot \gamma_t = 0.20 \cdot 3.00 \cdot 1.800 = 1.080 \text{ daN} ;$$

Calcolo dell'angolo di attrito terra-muro:

$$\delta = \frac{2}{3} \phi = \frac{2}{3} \cdot 30 = 20^\circ$$

Calcolo del coefficiente di spinta attiva:

$$K_a = \tan^2\left(\frac{90 - \phi}{2}\right) = \tan^2\left(\frac{90 - 30}{2}\right) = 0.33$$

Calcolo dell'altezza di terreno equivalente al sovraccarico.

$$h' = \frac{1,5 \cdot Q}{\gamma_t} = \frac{1,5 \cdot 900}{1800} = 0,75 \text{ m}$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h'}{h}\right) \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 1.800 \cdot 3,60^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0,75}{3,60}\right) \cdot 0,33 = 5.502 \text{ dN}$$

Poiché non si è tenuto conto dell'attrito terra-muro, tale spinta sarà orizzontale, quindi $S_v=0$.

$$\sum F_v = P_1 + P_2 + P_f + P_{tv} = 10.080 + 2.160 + 3.456 + 1.080 = 16.676 \text{ daN}$$

$$F_A = \sum F_v \cdot \tan(20) = 16.675 \cdot \tan(20) = 6.105 \text{ dN};$$

$$F_S = S = 5.502 \text{ dN}$$

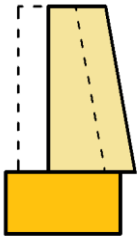
Verifica:
$$\frac{F_A}{\gamma_R \cdot F_S} = \frac{6.105}{1,1 \cdot 5.502} = 1,01 > 1$$

La verifica è soddisfatta.

2.3.2 - Verifica a scorrimento rispetto alla fondazione.

Questa verifica va eseguita solo per i muri di sostegno in muratura e per quelli in calcestruzzo semplice, poiché il muro in elevazione e la sua fondazione sono corpi separati. Non va eseguita per i muri in calcestruzzo armato per i quali la fondazione ed il muro in elevazione sono collegati e resi un unico corpo solido, dalle armature metalliche.

La verifica si esegue considerando che sia il solo muro in elevazione a scivolare sulla fondazione, le due superfici a contatto, quindi, questa volta sono **calcestruzzo-calcestruzzo**, il coefficiente di attrito si può assumere pari a **0,75**.



Ovviamente la spinta da considerare è solo quella agente sul muro in elevazione:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot Ka \cdot H_m^2$$

La formula di verifica è la seguente:

$$\frac{F_A}{\gamma_R \cdot F_S} \geq 1$$

dove:

$$F_A = \sum F_v \cdot f_a;$$

$$F_S = \sum F_o$$

$$\sum F_v = P_1 + P_2 + S_v$$

$$\sum F_o = S_o$$

Esercizio 3

Verificare, il muro dell'esercizio precedente, a scorrimento rispetto alla fondazione.

Calcolo della spinta

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h_m^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h'}{h_m}\right) \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 1.800 \cdot 3,00^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0,75}{3,00}\right) \cdot 0,33 = 4.010 \text{ dN}$$

Poiché non si è tenuto conto dell'attrito terra-muro, tale spinta sarà orizzontale, quindi $S_v=0$.

$$\sum F_v = P_1 + P_{2v} = 10.080 + 2.160 = 12.240 \text{ daN}$$

$$F_A = \sum F_v \cdot 0,75 = 12.240 \cdot 0,75 = 9.180 \text{ dN};$$

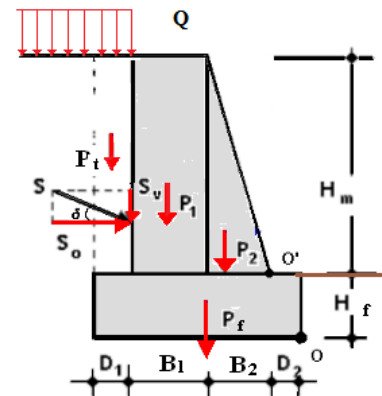
$$F_S = S = 4.010 \text{ dN} \quad \text{Verifica:} \quad \frac{F_A}{\gamma_R \cdot F_S} = \frac{9.180}{1,1 \cdot 4.010} = 2,08 > 1$$

La verifica è soddisfatta.

2.3.3 - Verifica a ribaltamento del complesso muro + fondazione.

Il ribaltamento tende ad avvenire intorno al punto **o**, il momento che provoca il ribaltamento, viene detto momento ribaltante ed è dovuto alla componente orizzontale della spinta, mentre il momento che si oppone al ribaltamento, è detto momento stabilizzante ed è dovuto alle forze verticali.

Il momento stabilizzante si calcola così:



$$M_{stab} = P_1 \cdot \left(\frac{B_1}{2} + B_2 + D_2 \right) + P_2 \cdot \left(\frac{2}{3} B_2 + D_2 \right) + P_f \cdot \frac{B_f}{2} + S_v \cdot (B_1 + B_2 + D_2) + P_t \cdot \left(\frac{D_1}{2} + B_1 + B_2 + D_2 \right)$$

Il momento ribaltante si calcola così:

$$M_{rib} = S_o \cdot Y$$

dove Y è la distanza del punto di applicazione della spinta. Y si calcola con:

$$Y = \frac{H_T}{3} \text{ in assenza di sovraccarico;}$$

e con :

$$Y = \frac{1}{3} \cdot (H_T) \cdot \frac{H_T + 3H'}{H_T + 2H'}$$

in presenza di sovraccarico, con H' altezza di terreno equivalente al sovraccarico Q:

$$H' = \frac{Q}{\gamma}$$

La formula di verifica è la seguente:

$$\frac{M_{Stab}}{M_{Rib}} \geq 1$$

Esercizio 4

Eeguire la verifica a ribaltamento del complesso muro-fondazione, del muro dell'esercizio precedente.

Per tale verifica si deve usare la combinazione (EQU + M2 +1), i parametri da utilizzare sono quelli mostrati nelle tabelle seguenti:

Carichi	Effetto	(EQU) Coefficiente parziale γ	Valore	Valore modificato (valore $\cdot\gamma$)
Peso proprio del muro	favorevole	0,9	2.400 dN/mc	2.160 dN/mc
Peso proprio terreno sul dente di fondazione	favorevole	0,9	1.800 dN/mc	1.620 dN/mc
Carico accidentale sul dente di fondazione	favorevole	0 (0,9 assimilandolo a carico strutturale)	900 dN/mq	0
Carico accidentale ai fini del calcolo della spinta	sfavorevole	1.5	900 dN/mq $h' = 0,50$ m	1.350 dN/mq $h' = 0,75$ m

Grandezza	Valore	Coefficiente parziale (M2)	Formula	Valore corretto
Peso specifico terreno	1.800 dN/mc	$\gamma_\gamma = 1$	$\frac{\gamma_t}{\gamma_\gamma}$	1.800 dN/mc
Tan φ	tan(30) = 0.577	$\gamma_\varphi = 1,25$	$\frac{\tan \varphi}{\gamma_\gamma}$	0.4616; $\varphi = 24,78$

$$\gamma_R = 1$$

$$P_1 = B_1 \cdot H_m \cdot \gamma_c = 1,40 \cdot 3,00 \cdot 2.160 = 9.072 \text{ daN} ;$$

$$P_2 = \frac{1}{2} B_2 \cdot H_m \cdot \gamma_c = \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 3.00 \cdot 2.160 = 1.944 \text{ daN}$$

$$P_f = B_f \cdot H_f \cdot \gamma_c = 2,40 \cdot 0,60 \cdot 2.160 = 3.110 \text{ daN};$$

Calcolo del peso del terreno insistente sul dente di fondazione

$$P_t = D_1 \cdot H_m \cdot \gamma_t = 0,20 \cdot 3,00 \cdot 1.620 = 972 \text{ daN};$$

Calcolo del coefficiente di spinta attiva:

$$K_a = \tan^2\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right) = \tan^2\left(\frac{90 - 24,78}{2}\right) = 0,41$$

posto ht = hm + hf = 3,00 + 0,60 = 3,60 m, si ha:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h_t^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h'}{h_t}\right) \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 1.800 \cdot 3,60^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0,75}{3,60}\right) \cdot 0,41 = 6.775 \text{ dN}$$

Calcolo del momento stabilizzante:

$$M_{stab} = P_1 \cdot \left(\frac{B_1}{2} + B_2 + D_2\right) + P_2 \cdot \left(\frac{2}{3} B_2 + D_2\right) + P_F \cdot \frac{B_F}{2} + P_t \cdot \left(\frac{D_1}{2} + B_1 + B_2 + D_2\right) =$$

$$= 9.072 \cdot \left(\frac{1,40}{2} + 0,60 + 0,20\right) + 1.944 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 0,60 + 0,20\right) + 3.110 \cdot \frac{1,40}{2} + 975 \cdot \left(\frac{0,20}{2} + 1,40 + 0,60 + 0,20\right)$$

Calcolo del momento ribaltante:

$$Y = \frac{1}{3} h_t \cdot \frac{h_t + 3h'}{h_t + 2H'} = \frac{1}{3} \cdot 3,60 \cdot \frac{3,60 + 3 \cdot 0,75}{3,60 + 2 \cdot 0,75} = 1,30 \text{ m};$$

$$M_{rib} = S_o \cdot Y = 6.775 \cdot 1,30 = 8.807,5 \text{ dN} \cdot \text{m};$$

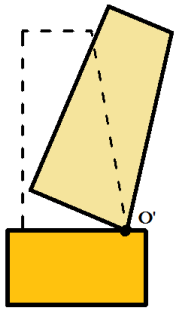
Verifica:

$$\frac{M_{Stab}}{M_{Rib}} = \frac{20.742}{8.807,5} = 2,35 > 1$$

La verifica è soddisfatta.

2.3.4 - Verifica a ribaltamento del solo muro.

Così come per la verifica a scorrimento, anche questa verifica a ribaltamento del solo muro va eseguita solo per i muri in calcestruzzo semplice e per i muri in muratura. Essa considera la possibilità che sia il solo muro in elevazione a ribaltarsi, come mostrato in figura.



La spinta agente va calcolata considerando la sola altezza del muro.

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h_m^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h'}{h} \right) \cdot K_a$$

Il ribaltamento tende ad avvenire intorno al punto **O'**.

Il momento stabilizzante si calcola così:

$$M_{stab} = P_1 \cdot \left(\frac{B_1}{2} + B_2 \right) + P_2 \cdot \frac{2}{3} B_2 + S_v \cdot (B_1 + B_2)$$

Il momento ribaltante si calcola così:

$$M_{rib} = S_o \cdot Y$$

dove **Y** si calcola:

$$Y = \frac{H_m}{3} \quad \text{in assenza di sovraccarico}$$

$$Y = \frac{1}{3} H_m \cdot \frac{H_m + 3H'}{H_m + 2H'} \quad \text{in presenza di sovraccarico.}$$

La formula di verifica, tenendo presente che il coefficiente $\gamma_{R=1}$, è la seguente:

$$\frac{M_{Stab}}{M_{Rib}} \geq 1$$

Esercizio 5

Eseguire la verifica a ribaltamento del solo muro dell'esercizio precedente.

Calcolo della spinta

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h_m^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot h'}{h}\right) \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 1.800 \cdot 3,00^2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0,75}{3,00}\right) \cdot 0,41 = 4.982 \text{ dN}$$

Calcolo del momento stabilizzante:

$$M_{stab} = P_1 \cdot \left(\frac{B_1}{2} + B_2\right) + P_2 \cdot \frac{2}{3} \cdot B_2 = 9.072 \cdot \left(\frac{1,40}{2} + 0,60\right) + 1.944 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,60 = 12.571 \text{ daN};$$

Calcolo del momento ribaltante:

$$Y = \frac{1}{3} H_m \cdot \frac{H_m + 3H'}{H_m + 2H'} = \frac{1}{3} \cdot 3,00 \cdot \frac{3,00 + 3 \cdot 0,75}{3,00 + 2 \cdot 0,75} = 1,17 \text{ m};$$

$$M_{rib} = S_o \cdot Y = 4.982 \cdot 1,17 = 5.829 \text{ dN} \cdot \text{m};$$

Verifica:

$$\frac{M_{Stab}}{M_{Rib}} = \frac{12.571}{5.829} = 2,16 > 1$$

La verifica è soddisfatta.

2.3.5 - Verifica a schiacciamento del terreno di fondazione

Con questa verifica andiamo a vedere se il terreno di fondazione sopporta il peso del muro e le azioni che agiscono su di esso. Ossia che il terreno di fondazione non “sprofondi”, cioè non si rompa.

Il calcolo della tensione limite del complesso fondazione-terreno viene eseguita mediante la formula di **Terzaghi**, modificata per tenere conto della eccentricità del carico e della sua inclinazione. Nel caso di terreno con coesione nulla, e con i simboli della figura, sarà:

$$\sigma_{\text{lim}} = N_{\gamma} \cdot \gamma_t \cdot \frac{B^*}{2} \cdot i_{\gamma} + N_q \cdot \gamma_t \cdot H_f \cdot i_q;$$

dove:

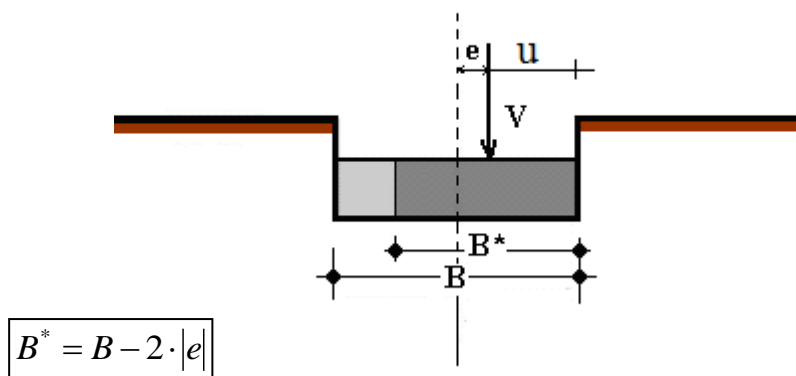
σ_{lim} è la tensione di rottura del terreno;

N_{γ} ed N_q , sono coefficienti che si trovano tabellati in funzione dell'angolo di attrito φ del terreno;

i_{γ} i_q sono coefficienti che dipendono dalla inclinazione del carico e possono venire calcolati mediante:

$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^2$; $i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^3$ dove H e V sono le componenti orizzontali e verticali dell'azione complessiva agente sul terreno che si possono calcolare, rispettivamente:

$$H = \sum F_o ; V = \sum F_v$$



B^* è la larghezza ridotta della fondazione, essa è la larghezza che corrisponde ad una fondazione equivalente rispetto alla quale il carico verticale è centrato.

Per calcolare la distanza della risultante delle forze verticali dal bordo della fondazione, procediamo nel modo seguente:

$$V = \sum F_v = P_1 + P_2 + P_f + P_t + S_v \qquad u = \frac{M_{Stab.} - M_{Rib}}{V}$$

Il carico limite per un metro di fondazione si calcola: $Q_{lim} = \sigma_{lim} \cdot B^* \cdot 1$

La verifica si esegue così: $\frac{Q_{lim}}{\gamma_R \cdot V} \geq 1$

Esercizio 6

Eeguire la verifica a schiacciamento del terreno del muro dell'esercizio precedente.

Per questa verifica usiamo l'approccio 2: (A1+M1+R3)

Vediamo come modificare i parametri di carico e di resistenza, in base ai coefficienti forniti dalla normativa e riportati nelle tabelle precedenti.

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ (A1)	Valore	Valore modificato (valore* γ)
Peso proprio del muro	sfavorevole	1,3	2.400 dN/mc	3.120 dN/mc
Peso proprio terreno sul dente di fondazione	sfavorevole	1,3	1.800 dN/mc	2.340 dN/mc
Carico accidentale sul dente di fondazione	sfavorevole	1,5	900 dN/mq	1.350 dN/mq
Carico accidentale ai fini del calcolo della spinta	sfavorevole	1,5	900 dN/mq $h' = 0,50$ m	1.350 dN/mq $h' = 0,75$ m

Grandezza	Valore	Coefficiente parziale (M1)	Formula	Valore corretto
Peso specifico terreno	1.800 dN/mc	$\gamma_\gamma = 1$	$\frac{\gamma_t}{\gamma_\gamma}$	1.800 dN/mc
Tanφ	$\tan(30) = 0.577$	$\gamma_\varphi = 1$	$\frac{\tan \varphi}{\gamma_\gamma}$	0.577; $\varphi = 30$

$$\gamma_R = 1,4$$

Calcolo pesi del muro

$$P_1 = B_1 \cdot H_m \cdot \gamma_c = 1,40 \cdot 3,00 \cdot 3.120 = 13.482 \text{ daN} ;$$

$$P_2 = \frac{1}{2} B_2 \cdot H_m \cdot \gamma_c = \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 3,00 \cdot 3.120 = 2.808 \text{ daN}$$

$$P_f = B_f \cdot H_f \cdot \gamma_c = 2,40 \cdot 0,60 \cdot 3.120 = 4.493 \text{ daN} ;$$

Calcolo del peso del terreno insistente sul dente di fondazione

$$P_t = D_1 \cdot H_m \cdot \gamma_t = 0,20 \cdot 3,00 \cdot 2.340 = 1.188 \text{ daN} ;$$

Calcolo del sovraccarico agente sul dente di fondazione:

$$P_s = D_1 \cdot Q = 0,20 \cdot 1.350 = 270 \text{ daN};$$

$$\sum F_v = P_1 + P_2 + P_f + P_t + P_s = 13.482 + 2.808 + 4.493 + 1.188 + 270 = 22.241 \text{ daN}$$

Per calcolare la distanza della risultante dal bordo della fondazione, dobbiamo ricalcolare i momenti ribaltante e stabilizzante.

Calcolo del momento stabilizzante:

$$\begin{aligned} M_{stab} &= P_1 \cdot \left(\frac{B_1}{2} + B_2 + D_2 \right) + P_2 \cdot \left(\frac{2}{3} B_2 + D_2 \right) + P_f \cdot \frac{B_f}{2} + P_t \cdot \left(\frac{D_1}{2} + B_1 + B_2 + D_2 \right) = \\ &= 13.482 \cdot \left(\frac{1,40}{2} + 0,60 + 0,20 \right) + 2.808 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 0,60 + 0,20 \right) + 4.493 \cdot \frac{2,40}{2} + \\ &+ (1.188 + 270) \cdot \left(\frac{0,20}{2} + 1,40 + 0,60 + 0,20 \right) = 28.406 \text{ daN} \cdot m \end{aligned}$$

Calcolo del momento ribaltante:

$$M_{rib} = S_o \cdot Y = 5.502 \cdot 1,30 = 7.152,6 \text{ daN} \cdot m;$$

Calcolo della distanza u della risultante dal bordo più compresso:

$$u = \frac{M_{Stab.} - M_{Rib}}{\sum F_v} = \frac{28.406 - 7.152,6}{22.241} = 0,96 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - u = \frac{2,40}{2} - 0,96 = 0,24; \quad B^* = B - 2 \cdot |e| = 2,40 - |0,24| = 1,92 \text{ m};$$

Calcolo del carico limite:

$$\sigma_{\text{lim}} = N_{\gamma} \cdot \gamma_t \cdot \frac{B^*}{2} \cdot i_{\gamma} + N_q \cdot \gamma_t \cdot H_f \cdot i_q;$$

I coefficienti N_{γ} , N_q , secondo la tabella valgono: $N_{\gamma} = 22,40$, $N_q = 18,40$;

Calcolo dei coefficienti i_q e i_{γ} :

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^2; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^3; \quad H = \sum F_o = 5.502 \text{ daN}; \quad V = \sum F_v = 22.241 \text{ daN};$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{5.502}{22.241}\right)^2 = 0,566; \quad i_q = \left(1 - \frac{5.502}{22.241}\right)^3 = 0,426$$

$$\sigma_{\text{lim}} = 22,40 \cdot 1.800 \cdot \frac{1,92}{2} \cdot 0,566 + 18,40 \cdot 1.800 \cdot 0,60 \cdot 0,426 = 30.373 \text{ daN} / \text{m}^2;$$

$$Q_{\text{lim}} = \sigma_{\text{lim}} \cdot B^* \cdot 1 = 30.373 \cdot 1,92 \cdot 1 = 58.317 \text{ daN} / \text{m}^2$$

Verifica:
$$\frac{Q_{\text{lim}}}{\gamma_R \cdot V} = \frac{58.317}{1,4 \cdot 22.241} = 1,87 > 1$$

La verifica è soddisfatta.

2.4 - Azioni provocate dal sisma

Il terremoto provoca un brusco movimento del terreno, movimento che in generale avviene sia in senso orizzontale che in senso verticale, si è in presenza quindi di accelerazioni prodotte dal terremoto, per effetto di tali accelerazioni, le masse che si trovano sul terreno, ed anche il terreno stesso, subiscono delle forze di inerzia date dalla relazione:

$$F = m \cdot a$$

dove abbiamo indicato con **a** l'accelerazione dovuta al sisma.



Naturalmente se l'accelerazione è orizzontale, la forza provocata dal sisma sarà orizzontale, mentre se l'accelerazione è verticale, la forza che nasce sarà verticale. Tali forze avranno verso alterno: sinistra - destra; basso – alto.

Moltiplichiamo e dividiamo tale relazione per **g** accelerazione di gravità.

$$F = m \cdot a \cdot \frac{g}{g} \quad F = m \cdot g \cdot \frac{a}{g} = P \cdot K$$

Dove con **P** abbiamo indicato il peso del corpo soggetto all'accelerazione sismica e con **K** il rapporto tra l'accelerazione sismica e l'accelerazione di gravità.

La normativa indica con **K_h** il rapporto tra accelerazioni orizzontali e accelerazione di gravità, per le accelerazioni orizzontali, e **K_v** il rapporto tra accelerazioni sismica verticali e accelerazione di gravità.

Tali coefficienti sono fissati dalla normativa nel modo seguente:

$$K_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g} \quad K_v = \pm 0,5 \cdot K_h$$

dove:

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g = accelerazione di gravità.

L'accelerazione massima a_{max} può essere valutata con la relazione:

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

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T),

a_g = rapporto tra l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e l'accelerazione di gravità.

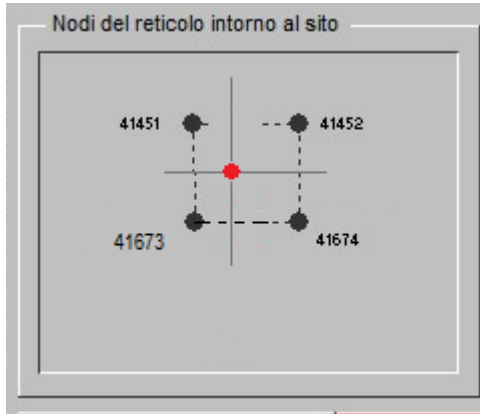
Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella tabella seguente:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1,0
T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Il valore di a_g varia in base al luogo in cui si trova la struttura da progettare. A tal fine su tutto il territorio nazionale è stato creato un reticolo a maglia quadrata di punti, a ciascun nodo del reticolo è stato attribuito un valore di a_g . Il calcolo del valore di a_g del sito interessato, si fa facendo l'interpolazione lineare dei quattro punti della maglia dentro cui ricade. Per eseguire tale calcolo, si può utilizzare il programma Spettri. NTC, scaricabile anche dal sito costruzioni5.xoom.it, inserendo le coordinate geografiche del sito (latitudine e longitudine) oppure il nome del comune.



Alle azioni statiche, viste precedentemente, si aggiungono delle forze di inerzia orizzontali, W_1, W_2, W_3 e un incremento di spinta del terreno, indicato con ΔS . Essa sarà applicata, per muri liberi di ruotare intorno al piede, nello stesso punto di quella statica, altrimenti sarà applicata a metà altezza del muro. Non si considerano spinte idrostatiche, poiché stiamo esaminando il caso di muro di sostegno al disopra della falda acquifera.

Le forze di inerzia W_1, W_2, W_f, W_t , dipendono dal **coefficiente sismico orizzontale K_h** , definito in precedenza:

$$W_1 = P_1 \cdot K_h; \quad W_2 = P_2 \cdot K_h; \quad W_f = P_f \cdot K_h;$$

Le forze di inerzia verticali, saranno applicate nel baricentro dei pesi e potranno essere dirette sia verso il basso, $(+K_v)$ che verso l'alto $(-K_v)$. Tali forze non sono rappresentate in figura.

Invece di essere considerate separatamente possono essere considerate come incremento delle forze verticali, che così diventeranno:

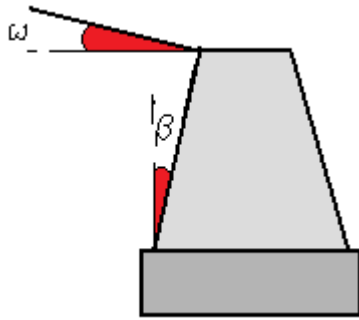
$$P_t \cdot (1 \pm K_v); \quad P_1 \cdot (1 \pm K_v); \quad P_2 \cdot (1 \pm K_v); \quad P_3 \cdot (1 \pm K_v); \quad P_f \cdot (1 \pm K_v)$$

L'accelerazione sismica sul cuneo di spinta provoca un incremento della spinta del terreno. Per calcolare tale spinta, tenendo conto anche della variazione di peso del cuneo di spinta, dovuta all'accelerazione verticale, si usa la formula seguente:

$$S = \frac{1}{2} (1 \pm K_v) \cdot \gamma_t h^2 K'_a$$

Il coefficiente di spinta attivo, K'_a , si può calcolare con la formula di Mononobe ed Okabe:

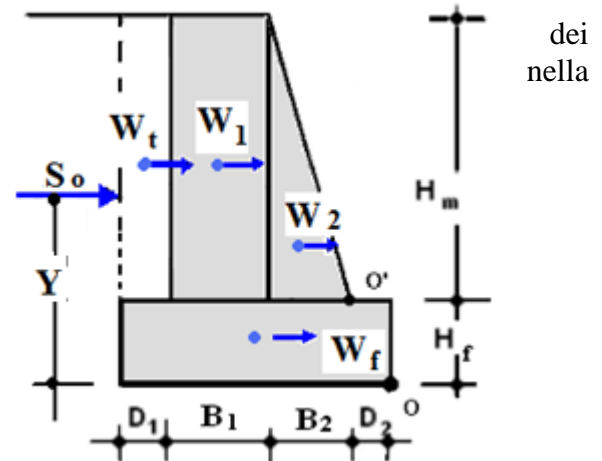
$$K'_a = \frac{\cos^2(\varphi - \beta - \theta)}{\cos^2(\beta + \theta) \cdot \cos(\beta + \theta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \omega - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(\beta - \omega)}} \right]^2}$$



Introducendo l'angolo ϑ che dipende dall'accelerazione sismica:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 \mp K_v} \right)$$

Tutte le azioni sono applicate nel baricentro pesi. Le azioni sismiche orizzontali sono mostrate figura seguente.



2.4 - Verifiche

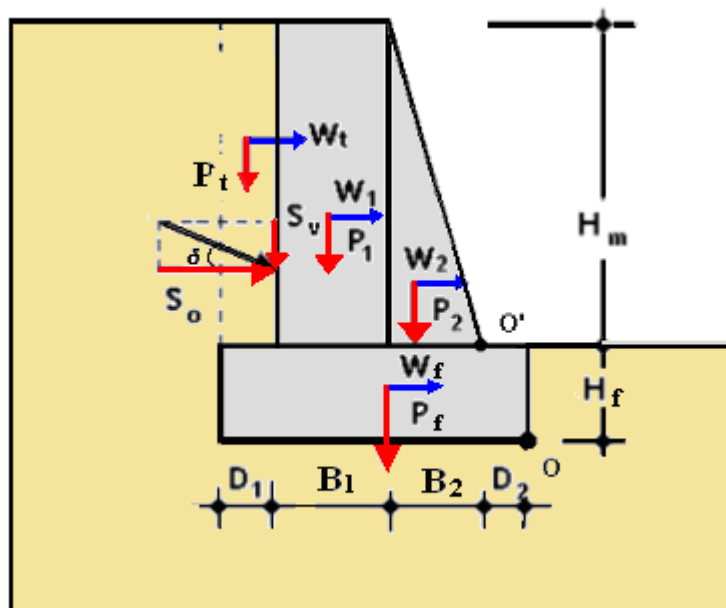
Le verifiche da eseguire sono le stesse viste in precedenza, e cioè:

- verifica a scorrimento del complesso muro – fondazione sul terreno di fondazione;
- verifica a ribaltamento del complesso muro fondazione, come se fossero un unico corpo;
- verifica a scorrimento del solo muro rispetto alla fondazione;
- verifica a ribaltamento del solo muro.
- verifica a schiacciamento del terreno di fondazione
- verifica di stabilità globale del complesso terreno – muro di sostegno.

E' da tenere presente che vanno eseguite due serie di verifiche: una con +K_v e l'altra con -K_v.

Quando si esegue la verifica, sia a scorrimento che a ribaltamento, del solo muro, la spinta va calcolata tenendo conto della sola altezza del muro. Quando invece, si devono eseguire le verifiche a scorrimento, a ribaltamento del muro insieme alla fondazione, e quella a schiacciamento, la spinta va calcolata, sommando all'altezza del muro l'altezza della fondazione.

Le azioni che agiscono sul muro sono quelle mostrate nella figura sottostante.



Anche in questo caso le verifiche dovranno essere eseguite col metodo degli stati limite. Si può utilizzare uno dei due approcci visti in precedenza. I parametri da utilizzare sono gli stessi tranne quelli relativi ai carichi che sono i seguenti:

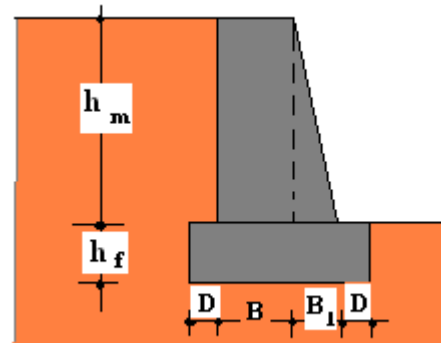
CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1	1
	Sfavorevole		1	1	1
Permanenti non strutturali ¹	Favorevole	γ_{G2}	0	0	0
	Sfavorevole		1	1	1
Varabili	Favorevole	γ_{G1}	0	0	0
	Sfavorevole		1	1	1

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Esercizi modulo 2

Esercizio N. 1

Verificare a scorrimento rispetto al terreno il muro di sostegno in figura, con $B = 0,80$ m; $B_f = 1,60$ m; $B_2 = 0,40$ m; $D = 0,20$ m; $\gamma_t = 18$ KN; $\varphi = 32^\circ$.



Esercizio N. 2

Eeguire la verifica a ribaltamento rispetto al terreno, del muro dell'esercizio 1.

Esercizio N. 3

Calcolare la tensione ammissibile terreno-fondazione e verificare a schiacciamento il muro dell'esercizio 1.

Esercizio N.4

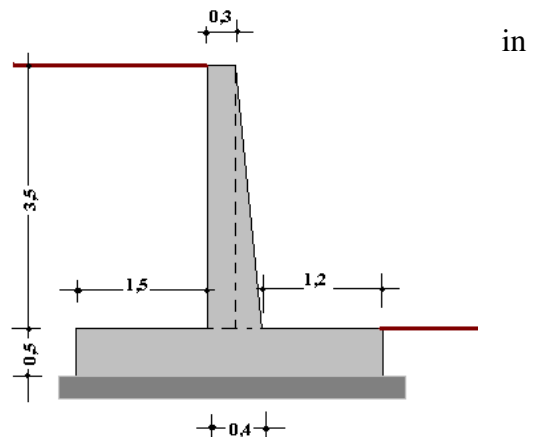
Eeguire le verifiche a scorrimento e a ribaltamento del solo muro dell'esercizio 1. Assumere come coefficiente di attrito calcestruzzo – fondazione 0,75.

Esercizio N. 5

Dato il terrapieno di altezza m 3,60, con $\gamma_t = 18$ KN, $\varphi = 34^\circ$ progettare e verificare un muro di sostegno in cls in zona sismica di II categoria.

Esercizio N. 6

Eeguire le verifiche di stabilità del muro di sostegno c.a. in figura, con $\varphi = 30^\circ$ $\gamma_t = 18$ KN



Modulo 3

Appalto dei lavori e documenti precontrattuali

3.1 – Appalto delle opere	pag. 56
3.2 - Computo metrico estimativo ed elenco prezzi	pag. 57
3.3 - Capitolato generale d'appalto	pag. 58
3.4 - Capitolato speciale d'appalto	pag. 58
3.5 – Foglio di patti e condizioni	pag. 59
3.6 - Esempio di documenti precontrattuali	pag. 59
3.3.1 – Elenco prezzi	
3.3.2 – Computo metrico estimativo	
3.3.3 – Foglio di patti e condizioni	

3.1 – Appalto delle opere

Per appalto delle opere si intende quell'operazione con la quale una pubblica amministrazione, affida ad una impresa la esecuzione di una opera dietro compenso. L'appalto viene definito dal Codice Civile art. 1655 nel seguente modo: *“L'appalto è il contratto col quale una parte assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, il compimento di un'opera o di un servizio verso un corrispettivo in denaro”*.

Gli appalti sono regolati dalla legge quadro in materia di lavori pubblici ([Legge 11 febbraio 1994 n. 109 e successive modifiche ed integrazioni](#)), la cosiddetta “legge Merloni”

Tale legge individua tre tipologie di appalto: appalto a **misura**, appalto a **corpo**, appalto misto a **corpo e a misura**.

Nell'appalto a misura il corrispettivo da pagare all'impresa viene determinato in base all'effettiva esecuzione delle singole quantità dei lavori, mentre nell'appalto a corpo, il compenso da corrispondere all'impresa è una cifra fissa che viene riferita alla esecuzione dell'opera nel suo complesso. L'appalto a corpo e a misura è una forma mista tra le prime due. La legge sugli appalti consente di effettuare le gare di appalto a misura fino ad un importo di 500.000 euro, mentre per cifre di importo superiore, obbliga al ricorso all'appalto a corpo. La procedura per l'espletamento di una gara di appalto, molto sommariamente, sono le seguenti: l'Amministrazione redige il progetto definitivo, e reperisce i finanziamenti necessari, le imprese fanno le loro offerte e si aggiudicano la gara in base al maggior ribasso percentuale sull'importo dei lavori, ossia si aggiudica la possibilità di eseguire il lavoro quell'impresa che ha offerto il maggiore “sconto” sull'importo previsto. Alla gara di appalto possono partecipare le imprese che hanno i requisiti previsti dalla legge, sia in merito al possesso delle attrezzature e dei mezzi finanziari per realizzare l'opera, nonché dei requisiti morali previsti in particolare dalla legislazione antimafia.

Ci sono diverse forme di appalto, alcune di esse vengono riportate, sinteticamente nella seguente tabella.

Tipo di appalto	
Appalto integrato	Sulla base del progetto definitivo, l'amministrazione affida l'esecuzione dei lavori a quell'impresa che ha fatto la migliore offerta e che dovrà eseguire, oltre ai lavori anche la progettazione esecutiva avvalendosi di tecnici qualificati in possesso dei requisiti professionali già previsti nel bando di gara.
Project financing	Con questo termine Inglese, si indica una forma particolare per la redazione di un'opera pubblica, con questa forma di appalto è il privato che si fa promotore della realizzazione dell'opera, reperisce le risorse finanziarie per la sua realizzazione avendone in cambio, per un certo numero di anni, la gestione e quindi il recupero delle somme investite oltre ad un utile. L'amministrazione deve individuare almeno due concorrenti per questo tipo di appalto.

Appalto per l'esecuzione di soli	L'amministrazione esegue tutte le fasi progettuali, reperisce le risorse e sulla base di un progetto esecutivo espleta la gara e aggiudica la
---	---

lavori	esecuzione al migliore offerente.
Modalità di svolgimento della gara	
Trattativa privata	L'amministrazione scelgono una impresa e con essa negoziano le condizioni del contratto. Tale forma di appalto è ammessa solo per lavori con importo fino a 100.000 euro.
Licitazione privata (gare ristrette)	L'amministrazione invita un numero selezionato di imprese che possono presentare le offerte.
Bando pubblico (gare aperte)	Qualsiasi impresa, in possesso dei requisiti richiesti può partecipare alla gara.

3.2 - Computo metrico estimativo ed elenco prezzi

Tale documento è di importanza basilare per stabilire preventivamente il costo totale dell'opera. In esso trovano posto tutti i lavori necessari per realizzare quanto previsto nel progetto esecutivo, nonché tutte le altre spese comunque da sostenere collegate all'esecuzione dell'opera.

Possiamo dividere pertanto il costo dell'opera in tre categorie:

- a) Lavori soggetti a ribasso d'asta,;
- b) Oneri diretti e specifici per la sicurezza, non soggetti al ribasso d'asta;
- c) somme a disposizione dell'amministrazione.

Nella categoria lavori vanno contabilizzati i lavori veri e propri necessari per realizzare l'opera, come ad esempio: scavi di fondazione, calcestruzzo per opere di fondazione, casseforme.

Gli oneri per la sicurezza, che in passato facevano parte del costo delle singole lavorazioni, ed erano perciò anche essi soggetti al ribasso d'asta, secondo la normativa attuale vanno stralciati e non sono più sottoposti al ribasso d'asta. Lo scopo che si vuole raggiungere è quello di fare in modo che le imprese non risparmino sulla sicurezza, visto l'elevato numero di incidenti sul lavoro che si verificano. Gli oneri per la sicurezza si dividono in oneri diretti e specifici, quelli specifici sono i costi che si devono affrontare per opere connesse direttamente con la sicurezza, si cita ad esempio, la realizzazione della recinzione del cantiere. Gli oneri diretti sono gli oneri connessi alle singole lavorazioni, per la loro valutazione è necessario che gli elenchi prezzi contengano l'indicazione dell'incidenza della sicurezza per la singola categoria di lavoro, oppure è necessario una valutazione analitica di essi.

Nelle somme a disposizione dell'amministrazione, vanno contabilizzate le spese da sostenere per: progettazione dell'opera, direzione e contabilità dei lavori, eventuali spese per indagini geologiche e geotecniche, collaudo, IVA.

Le quantità dei lavori da eseguire, vanno desunte dai disegni esecutivi di progetto, che pertanto devono essere completi e dettagliati, nonché adeguatamente quotati, il costo unitario dei lavori viene rilevato dall'**Elenco Prezzi Unitari**, che è anche esso a corredo del progetto. Tale elenco prezzi è un elaborato sempre a cura del progettista, dove vengono riportati, numerati progressivamente, le singole voci di costo dei lavori, con la descrizione dettagliata del lavoro da

compiere, l'unità di misura da utilizzare ed infine il costo unitario, al netto di IVA, desunto da

appositi elenchi prezzi che vengono redatti e periodicamente aggiornati dagli assessorati regionali ai lavori pubblici in collaborazione con le associazioni di categoria. Di seguito viene riportato un semplice esempio di elenco prezzi che verrà utilizzato poi per redigere il computo metrico di esempio relativo ad un muro di sostegno in calcestruzzo semplice.

3.3 - Capitolato generale d'appalto

Il [capitolato generale d'appalto](#) contiene una serie di norme fondamentali per l'esecuzione delle opere pubbliche. Esso viene approvato tramite decreto dal ministero dei lavori pubblici (quello attualmente in vigore è stato approvato il 19 aprile 2000). I contenuti del capitolato generale d'appalto sono ben definiti dall'art. 1 dello stesso che così recita:

Art. 1. Contenuto del capitolato generale

1. Il capitolato generale d'appalto, in prosieguo denominato capitolato, contiene la disciplina regolamentare dei rapporti tra le amministrazioni aggiudicatrici e i soggetti affidatari di lavori pubblici.
2. Le disposizioni del capitolato devono essere espressamente richiamate nel contratto di appalto; esse si sostituiscono di diritto alle eventuali clausole difformi di contratto o di capitolato speciale, ove non diversamente disposto dalla legge o dal regolamento.

3.4 - Capitolato speciale d'appalto

Il capitolato speciale d'appalto, contiene una serie di norme specifiche da rispettare sia da parte dell'impresa che dell'ente appaltante. Anche esso, insieme al computo metrico, all'elenco prezzi ed al capitolato generale d'appalto, fa parte del contratto. I contenuti, sono suddivisi in capitoli che contengono una serie di articoli. Un possibile suddivisione in capitoli è la seguente:

CAPITOLO 1	OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO DESCRIZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE , VARIAZIONI DELLE OPERE
CAPITOLO 2	DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO MODO DI VALUTARE I LAVORI
CAPITOLO 3	QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO; ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI
CAPITOLO 4	ESECUZIONE DEI LAVORI Sospensione e ripresa dei lavori; Proroghe; Tempo utile per l'ultimazione dei lavori;
CAPITOLO 5	PAGAMENTI E COLLAUDO

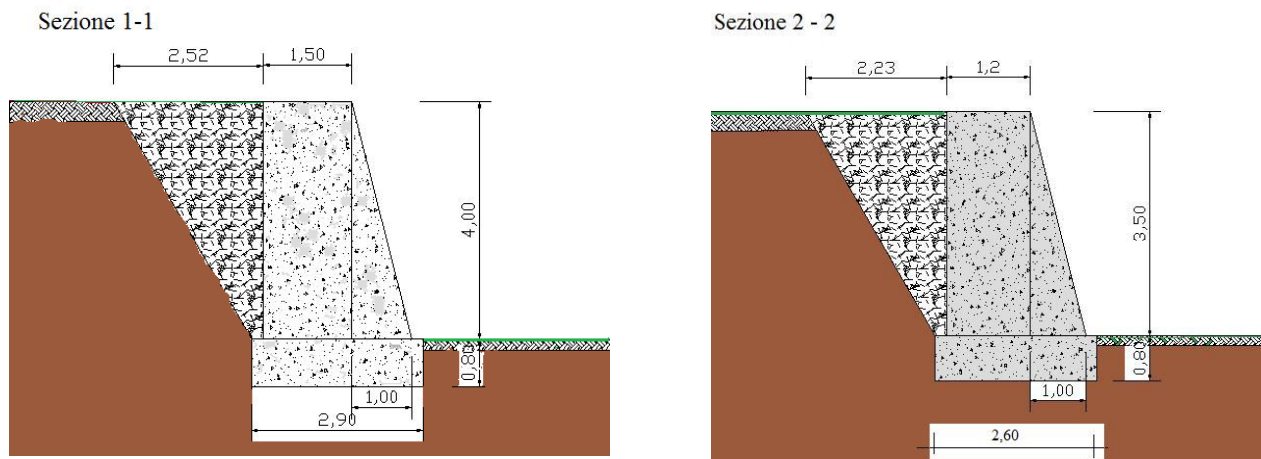
3.5 - Foglio di patti e condizioni

Per lavori di modesta entità, il capitolato generale d'appalto può essere sostituito dal foglio di patti e condizioni. Esso è un documento molto più sintetico del capitolato speciale. I suoi contenuti in genere sono: *oggetto dell'appalto, modalità di esecuzione dei lavori, modalità di misurazione, disposizioni riguardanti l'appalto, quali: tempo di ultimazione, penale per il ritardo, pagamenti in acconto.*

Nell'esempio allegato viene riportato un foglio di patti e condizioni inerente la realizzazione di un muro di sostegno in calcestruzzo semplice.

3.6 - Esempio di documentazione precontrattuale

Si supponga di dovere eseguire la contabilità del muro di sostegno riportato in figura, dove la sezione 1-1 del muro si ritiene si sviluppi per una lunghezza di 100,00 m e la sezione 2-2 si sviluppa per una lunghezza di m 80. Per quanto riguarda il volume del terreno da sbancare, si è supposta una area media di 13,00 m² per la sezione 1 – 1 e di m² 10,20 per la sezione 2 – 2.



Comune di _____

Provincia di _____

Progetto per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Elenco Prezzi Unitari

Data _____

Il responsabile del procedimento

Il progettista:

N.	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Incidenza manodopera
1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)	m ³	3,14	11,15%
2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)	m ³	3,70	11,08%
3	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme.	m ³	92,00	7,17%
4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi. In elevazione. Classe di resistenza Rck 25 N/mm ²	m ³	110,00	6,82%

5	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.	m ²	25,04	57,15%
6	Tube in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.	m	5,00	33,59%
7	Rinterro con ghiaia grossa o ciottoloni, eseguito con l'ausilio di mezzi meccanici.	m ³	20,10	27,32%
8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.	m ²	15,94	48,19%

Comune di _____

Provincia di _____

Progetto per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Computo metrico estimativo

Data _____

Il responsabile del procedimento

Il progettista:

Num Ord.	Designazione dei lavori	DIMENSIONI				Quantità	N. ordine elenco prezzi	Prezzo	IMPORTI €	
		Par.ug.	Lung.	Larg.	H/peso				Parziale	TOTALE
	a) Lavori soggetti a ribasso									
1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)									
	m ² 13,00		100,00			1300,00				
	m ² 10,20		80,00			816,00				
						2116,00	1	3,14	6.644,24	
2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)									
			100,00	2,90	0,80	232,00				
			80,00	2,60	0,80	166,40				
						398,40	2	3,70	1.474,08	
	A riportare								8.118,32	

Num Ord.	Designazione dei lavori	DIMENSIONI				Quantità	N. ordine elenco prezzi	Prezzo	IMPORTI €	
		Par.ug.	Lung.	Larg.	H/peso				Parziale	TOTALE
	Riporto							8.118,32		
3	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme.									
						398,40	3	92,00	36.652,80	
4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi. In elevazione. Classe di resistenza Rck 25 N/mm ²									
		0,5	100,00	1,50	4,00	600,00				
			100,00	1,00	4,00	200,00				
		0,5	80,00	1,20	3,50	336,00				
			80,00	1,00	3,50	140,00				
						1276,00	4	110,00	140.360,00	
	A riportare								185.131,12	

Num Ord.	Designazione dei lavori	DIMENSIONI				Quantità	N. ordine elenco prezzi	Prezzo	IMPORTI €	
		Par.ug.	Lung.	Larg.	H/peso				Parziale	TOTALE
	Riporto							185.131,12		
5	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.		100,00		4,00	400,00				
			100,00		4,12	412,00				
			80,00		3,50	280,00				
			80,00		3,64	291,20				
		5	1,50		4,00	30,00				
		5/2	1,00		4,00	10,00				
		4	1,20		3,50	16,80				
		4/2	1,00		3,50	7,00				
						1.447,00	5	25,04	36.232,88	
6	Tube in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.									
		100/1,5	2,50			166,67				
		100/1,5	2,00			133,33				
		80/1,5	2,20			117,33				
		80/1,5	1,70			90,67				
						508,00	6	5,00	2.540,00	
7	Rinterro con ghiaia grossa o ciottoloni, eseguito con l'ausilio di mezzi meccanici.									
		0,5	100,00	2,52+0,20	4,00	544,00				
		0,5	80,00	2,23+0,20	3,50	340,20				
						884,20	7	20,10	17.772,42	
	Totale lavori soggetti a ribasso								241.676,42	

Num Ord.	Designazione dei lavori	DIMENSIONI				Quantità	N. ordine elenco prezzi	Prezzo	IMPORTI €	
		Par.ug	Lung.	Larg.	H/peso				Parziale	TOTALE
	Riporto									241.676,42
	B) oneri per la sicurezza									
8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.									
		2	100		2	400,00				
		2	80		2	360,00				
		3	10		2	60,00				
						820,00	8	15,94	13.070,80	
	Totale lavori non soggetti a ribasso									13.070,80
	Importo totale lavori									254.747,22
	C) Somme a disposizione dell'amministrazione									
10	Per progettazione, direzione dei lavori, contabilità e collaudo								25.000,00	
11	Per IVA su spese tecniche (20% x 25.000)								5.000,00	
12	Per IVA sui lavori (20% x 243.343,32)								48.668,66	
	Totale somme a disposizione dell'amministrazione									78.668,66
	IMPORTO TOTALE PROGETTO									334.782,68
	IN CIFRA TONDA									333.418,88

Comune di _____

Provincia di _____

Progetto per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Foglio di patti e condizioni

Data _____

Il responsabile del procedimento

Il progettista:

Art. 1 – Oggetto ed ammontare dell'appalto.

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e necessarie per la costruzione di un muro di sostegno. L'importo complessiva dei lavori è di € **254.747,22**.

Art. 2 - Documenti annessi al contratto.

Fanno parte integrante del Contratto di appalto il Capitolato Generale d'appalto delle opere pubbliche, il presente foglio di condizioni l'elenco prezzi, il computo metrico estimativo e i disegni di progetto.

Art. 3 - Osservanza di Capitolato, di Leggi e di Regolamenti.

Oltre a ciò che è contenuto nel presente foglio di patti e condizioni, l'Impresa appaltante è tenuta all'osservanza delle norme e disposizioni che si intendono qui richiamate ed accettate:

- a) Capitolato Generale per le opere pubbliche che fa parte integrante del contratto d'appalto;
- b) Norme sulla sicurezza nei cantieri;
- c) Tutte le leggi in materia di sicurezza e previdenza sociali;
- d)

Art. 4 - Tempo utile per la ultimazione dei lavori- penale per il ritardo.

Il tempo utile per ultimare i lavori è stabilito in giorni 180 naturali, successivi e continui. Tale tempo utile decorre dalla data del verbale di consegna dei lavori.

La penale pecuniaria è stabilita in € 50,00 per ogni giorno di ritardo nella ultimazione dei lavori.

Art. 5 – Pagamenti in acconto.

Il pagamento dei lavori verrà effettuato in due rate complessive. La prima rata sarà pagata all'esecuzione di lavori per un importo di € 120.000,00.

Art. 6 - Conto finale e certificato di regolare esecuzione

Il conto finale ed il certificato di regolare esecuzione verranno compilati entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

Art. 7 - Obblighi ed oneri a carico dell'appaltatore.

Sono a carico dell'appaltatore i seguenti oneri:

1) Forniture di tutto il personale necessario, nonché dei pichetti o/o, legnami e quanto altro occorre per il tracciamento e la misurazione dei lavori;

2) L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione, invalidità, e le altre disposizioni in vigore e che potranno intervenire in corso di appalto.

Il pagamento del lavoro avverrà solo in presenza di dichiarazioni da parte degli Istituti Assicurativi che l'appaltatore è in regola con gli adempimenti assicurativi stessi;

3) Le spese di registrazione contratto ed atti relativi;

4) Gli oneri derivanti da puntellature, necessarie alla stabilità delle opere durante l'esecuzione dei lavori.

Art. 8 - Modalità di esecuzione delle varie categorie di lavori.

Ciascuna categoria di lavoro verrà eseguita secondo le buone norme tecniche e secondo le prescrizioni delle varie voci dell'elenco prezzi, previa presentazione dei campioni da approvarsi dalla Direzione Lavori.

L'impresa appaltatrice dei lavori è completamente responsabile della viabilità nonché dei danni arrecati a terzi per i lavori stessi.

Art. 9 - Valutazione dei lavori.

I lavori saranno contabilizzati a misura sulla base dei corrispondenti prezzi unitari.

Detti prezzi si intendono tutti soggetti al ribasso contrattuale. Per tutte le opere dell'appalto le quantità di lavoro eseguite saranno determinate con misure geometriche, viene escluso ogni altro metodo.

Art. 10 - Elenco dei prezzi unitari.

Nei prezzi è da ritenersi compreso ogni compenso per le assicurazioni degli operai contro gli infortuni e per tutte le assicurazioni sociali, per forniture e consumo di attrezzi e di utensili di ogni genere, non esclusa la carriola ad una ruota, nonché ogni corrispettivo per tutti gli oneri a carico dell'appaltatore previsti dal presente Foglio di Condizioni e dal Capitolato Generale vigente per gli appalti dei lavori pubblici.

Nei prezzi dei noli, materiali a piè d'opera e delle opere composte si intende compreso ogni compenso per le assicurazioni sociali degli operai e per quelle contro gli infortuni, ogni compenso per ponti di servizio, puntellature, ripari, armature, depositi ed estrazioni di materiali, nonché per trasporto, collocamento e consegna dei medesimi in qualunque punto ove se ne richieda l'impiego, per consumo di attrezzi, mezzi di trasporto e quanto altro possa occorrere al totale e perfetto eseguimento dei lavori e si intende parimenti compresa nei prezzi stessi, ogni retribuzione per tutti gli oneri che sono a carico dell'Impresa ai sensi del presente Foglio di Condizioni, nonché del Capitolato Generale sopracitato.

Modulo

4

Esecuzione e contabilità dei lavori

4.1- Funzioni del direttore dei lavori	pag. 72
4.2 - Consegna dei lavori	pag. 72
4.3 - Registri di cantiere	pag. 72
4.4 - Stato di avanzamento lavori e certificati di pagamento	pag. 73
4.5 - Esempio di contabilità dei lavori	pag. 74
Libretto delle misure (prima parte)	
Registro di contabilità (prima parte)	
Sommario del registro di contabilità (prima parte)	
Primo stato di avanzamento	
Primo certificato di pagamento	
Libretto delle misure (completo)	
Registro di contabilità (completo)	
Sommario del registro di contabilità (completo)	
Secondo stato di avanzamento	
Secondo certificato di pagamento	

Modulo 5 **Il cantiere edile**

pag. 108

4.1 - Funzioni del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, è un tecnico nominato dal committente che ha il compito di curare, per conto di esso, la buona esecuzione dei lavori.

Egli:

- controlla che i lavori vengano eseguiti secondo gli elaborati progettuali e secondo le modalità previste nel capitolato speciale di appalto e nell'elenco prezzi;
- verifica che la qualità e la provenienza dei materiali rispetti quanto previsto nel contratto di appalto e nei documenti allegati, in particolare al capitolato speciale di appalto e all'elenco prezzi;
- propone al committente varianti in corso d'opera che ritiene utili per affrontare situazioni non previste o comunque per migliorare l'opera;
- Redige le varianti in corso d'opera;
- Sovrintende al prelievo dei campioni di materiali da sottoporre a prove di laboratorio;
- Esegue i rilievi e le misurazioni necessarie, durante l'esecuzione dei lavori, per quantificare lo stato di avanzamento dei lavori, ossia quanto dei lavori previsti è stato fino a quel momento realizzato;
- Redige i libretti contabili e i certificati per i pagamenti all'impresa;
- Ordina la sospensione dei lavori e la loro ripresa, quando è necessario;
- Può ordinare la non utilizzazione di personale che egli non ritenga qualificato per eseguire le lavorazioni previste.

4.2 - Consegna dei lavori

Quando tutte le procedure burocratiche sono state eseguite, il contratto firmato e registrato e non ci sono ostacoli di qualsiasi tipo all'inizio dei lavori, si procede alla consegna dei lavori. La consegna dei lavori avviene nel seguente modo: dietro convocazione scritta, da parte del direttore dei lavori, l'impresa o un suo rappresentante e il direttore dei lavori o un suo rappresentante si incontrano sul luogo dove deve essere realizzata l'opera progettata, constatano che lo stato dei luoghi corrisponda a quanto in progetto e che non ci siano ostacoli all'effettivo inizio dei lavori. Il Direttore dei Lavori, redige un verbale, in duplice esemplare, in cui vengono descritte le suddette operazioni. Nel caso in cui l'impresa avesse delle osservazioni o riserve da fare, esse vengono riportate sul verbale che viene firmato dalle parti convenute.

Dalla data riportata su tale documento, decorre il tempo concesso all'impresa per l'esecuzione dei lavori.

4.3 - Registri di cantiere

I registri di cantiere sono diversi in base anche al tipo di lavoro da eseguire. Qui vengono indicati quelli indispensabili che sono: libretto delle misure, registro di contabilità, sommario del registro di contabilità. Tutti i registri sono compilati a cura del Direttore dei lavori.

- **Libretto delle misure.**

È un registro dove il direttore dei lavori annota i lavori via via che vengono eseguiti. Vengono riportate la data, le dimensioni ed un disegno esplicativo, anche a mano libera, delle misure

rilevate. Nel caso in cui uno schizzo a mano libero non sia sufficiente, si esegue una vera e propria tavola, a cui si rimanda per controllare le misure rilevate. L'insieme di queste tavole, costituiscono i disegni di contabilità. Le misure sono rilevate in presenza di un rappresentante dell'impresa, che, nel caso in cui non sia d'accordo sulle quantità rilevate, può chiedere di inserire i motivi del disaccordo sul libretto stesso. Per ogni opera possono essere redatti più di un libretto delle misure, che vanno numerati come libretto n. 1, libretto n. 2 ecc. Un modello per il libretto delle misure, può essere prelevato da qui.

- **Registro di contabilità**

Il registro di contabilità è il più importante registro di cantiere. Esso è composto da un numero di pagine che vengono firmate in bianco sia dal Direttore dei lavori che dall'impresa prima che venga riportata qualsiasi annotazione. Il registro deve essere costituito prima che si inizi la effettiva misura dei lavori eseguiti. Esso deve avere perciò data certa e pertanto viene bollata dall'Ufficio del Registro. In tale registro vengono riportati: la data, le quantità dei lavori eseguite, desunte dal libretto delle misure, i prezzi unitari, desunti dall'elenco prezzi, al lordo del ribasso d'asta, l'importo dei lavori eseguiti. Ad ogni stato di avanzamento si calcola il totale dei lavori eseguiti che viene riportato nella colonna somme liquidate, nella colonna delle somme pagate, vengono riportate le somme effettivamente pagate all'impresa mediante il certificato di pagamento. L'impresa firma il registro ad ogni stato di avanzamento e tale firma vale per accettazione degli importi calcolati, nel caso in cui l'impresa non sia d'accordo su quanto calcolato, può fare inserire delle riserve, se su tali riserve si raggiunge un accordo, si procede normalmente, altrimenti l'impresa può ricorrere al tribunale amministrativo. Un modello per il registro di contabilità, può essere prelevato da qui.

- **Sommario del registro di contabilità**

E' questo un registro che viene firmato solo dal Direttore dei Lavori, poiché è solo un riassunto del registro di Contabilità. In esso i lavori eseguiti sono ordinati secondo lo stesso ordine dell'elenco prezzi. E' utile per redigere lo stato di avanzamento lavori. Un modello per sommario del registro di contabilità, può essere prelevato da qui.

4.4 - Stato di avanzamento lavori e certificati di pagamento

- **Stato di avanzamento lavori**

Dal sommario del registro di contabilità, il Direttore dei Lavori desume le quantità delle singole lavorazioni eseguite con i relativi importi. Questo documento fornisce l'importo totale di tutti i lavori eseguiti fino alla data della sua emissione, dando, quindi anche una rappresentazione del punto in cui si è arrivati nella realizzazione dell'opera, appunto lo "stato di avanzamento lavori" (S.A.L.). E' in tale documento che viene detratto il ribasso d'asta contrattuale. Un modello di stato di avanzamento, può essere prelevato da qui.

- **Certificato di pagamento**

E' il documento con cui vengono pagati gli acconti all'impresa. Le somme vengono dedotte dallo Stato di Avanzamento Lavori, ma non vengono pagate per intero, poiché su di esse si effettua una

ritenuta dello 0,40% che verrà erogata alla fine dei lavori in sede di contabilità finale, una volta constatato che l'impresa è in regola con gli obblighi assicurativi degli operai.

4.5 - Esempio di contabilità dei lavori.

Nell'esempio seguente, il libretto delle misure, il registro di contabilità ed il sommario del registro di contabilità, vengono riportati due volte. Ovviamente i registri sono unici, ma vengono riportati due volte perché sia chiara la sequenza in cui essi devono essere compilati.

Libretto delle misure (compilato per il primo stato di avanzamento)

Registro di contabilità (compilato per il primo stato di avanzamento)

Sommario del registro di contabilità (compilato per il primo stato di avanzamento)

Primo Stato di Avanzamento

Primo Certificato di pagamento

Libretto delle misure (compilato per intero)

Registro di contabilità (compilato per intero)

Sommario del registro di contabilità (compilato per intero)

Secondo ed ultimo Stato di Avanzamento

Secondo Certificato di pagamento

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

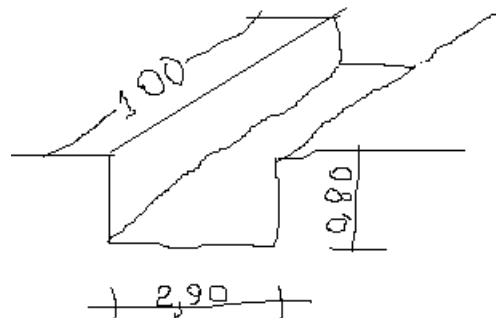
Libretto delle misure

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni	
			Lung.	Larg.	Altezza			
02.01.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.						Vedi tavola n. 1
			2 2	100,00 10,00	2,00 2,00	400,00 40,00		
							440,00	
09.01.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m						Vedi tavola n. 2
		m ² 13,00		100,00		1300,00		
							1300,00	
22.01.08	2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggetto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)						
			100,00	2,90	0,80	232,00		
							232,00	

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		
29.01.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme. Quantità come al numero precedente					
						232,00	
06.02.08	6	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.					Vedi tavola n. 3
				100,00	4,00	400,00	
				100,00	4,12	412,00	
			5	1,50	4,00	30,00	
			5/2	1,00	4,00	10,00	
						852,00	
13.02.08	6	Tubo in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.					
			100/1,5	2,50		166,67	
			100/1,5	2,00		133,33	
						300,00	

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		
15.02.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi. In elevazione. Classe di resistenza Rck 25 N/mm ²					
			100,00	1,50	4,00	600,00	
		0,5	100,00	1,00	4,00	200,00	
						800,00	
		Data: 20.02.08					
		Il Direttore dei Lavori			L'Impresa		
		-----		-----	-----	-----	

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località "Ginestra"

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

Registro di contabilità

Il presente registro è distinto con il n° 1, è composto di n° 5 fogli numerati e firmati in bianco, è stato da me consegnato al direttore dei lavori _____ in data _____

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

(bollo ufficio registro)

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
1	02.01.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.	1	1		440,00	15,94	7.013,60		
2	09.01.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m³)	1	1		1300,00	3,14		4.082,00	
3	22.01.08	2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggetto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m³)	1	2		232,00	3,70		858,40	
			A riportare						7.013,60	4.904,4	

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Pagina 1

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
			Riporto						7.013,60	4.904,4	
4	29.01.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme.	1	2		232,00	92,00		21.344,00	
5	06.02.08	6	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.	1	2		852,00	25,04		21.334,08	
6	13.02.08	6	Tubo in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.	1	3		300,00	5,00		1.500,00	
7	15.02.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte.....	1	3		800,00	110,00		88.000,00	
			A riportare						7.013,60	137.118,48	

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Pagina 2

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
			<i>Riporto</i>						7.013,60	137.118,48	
			<i>Sommano</i>						7.013,60	137.118,48	
			Data 20.02.08								
			Il Direttore dei Lavori				L'impresa				
	8										
	9										
	10										

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

(N. B. vengono omesse le restanti due pagine bianche che saranno compilate al secondo stato di avanzamento lavori)

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: : 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

Sommario del registro di contabilità

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 1 Scavo di sbancamento		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 2 Scavo a sezione obbligata		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 3 Calcestruzzo per fondazioni		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 4 Calcestruzzo in elevazione		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 5 Casseforme		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 6 Tubi in pvc	
	Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario
	mc	3,14		mc	3,70		mc	92,00		mc	110,00		mq	25,04		ml	5,00
2	1300,00	4.082,00	3	232,00	858,40	4	232,00	21.344,00	7	800,00	88.000,00	5	852,00	21.334,08	6	300,00	1.500,00
	1300,00	4.082,00		232,00	858,40		232,00	21.344,00		800,00	88.000,00		852,00	21.334,08		300,00	1.500,00

Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 7 Ghiaia per drenaggio		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 8 Recinzione		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo	
	Unità di misura mc	Prezzo unitario 20,10		Unità di misura ml	Prezzo unitario 15,94		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario
	0,00	0,00	1	440,00	7.013,60												
	0,00	0,00		440,00	7.013,60												

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località "Ginestra"

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: : 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

Stato di avanzamento lavori N 1

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

N. d'ordine	Art. di elenco prezzi	Designazione dei lavori e delle provviste	Quantità	Prezzo Unitario	Importo		
					Parziale		Totale
					Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
1	1	Scavo di sbancamento	1300,00	3,14		4.082,00	
2	2	Scavo a sezione obbligata	232,00	3,70		858,40	
3	3	Calcestruzzo per fondazioni	232,00	92,00		21.344,00	
4	4	Calcestruzzo in elevazione	800,00	110,00		88.000,00	
5	5	Casseforme	852,00	25,04		21.334,08	
6	6	Tubi in pvc per drenaggio	300,00	5,00		1.500,00	
7	8	Recinzione del cantiere	440,00	15,94	7.013,60		
					7.013,64	137.118,48	
		Detrazione del ribasso d'asta contrattuale (12% su 137.118,48)				16.454,22	
		Risulta l'importo netto dei lavori soggetti a ribasso					120.664,26
		Importo lavori non soggetto a ribasso					7.013,64
		Risulta l'importo totale					127.677,90
		(Diconsi Euro centoventisettemilaseicentoseptantasette/90) oltre IVA					
		Data 20.02.08					
		Il Direttore dei Lavori					
		L'impresa					
		Il responsabile del procedimento					

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro : 225.746,05 al netto del ribasso d’asta del 12 %

Libretto delle misure

Data _____

Il responsabile del procedimento:

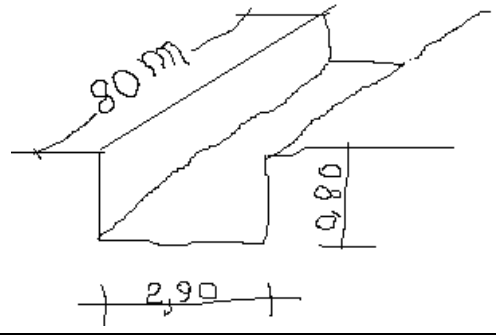
Il Direttore dei Lavori

L’Impresa

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni	
			Lung.	Larg.	Altezza			
02.01.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.						Vedi tavola n. 1
			2 2	100,00 10,00	2,00 2,00	400,00 40,00		
						440,00		
09.01.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte						Vedi tavola n. 2
		m ² 13,00		100,00		1300,00		
						1300,00		
22.01.08	2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggetto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)						
			100,00	2,90	0,80	232,00		
						232,00		

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni	
			Lung.	Larg.	Altezza			
29.01.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme. Quantità come al numero precedente						
							232,00	
06.02.08	6	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.						Vedi tavola n. 3
				100,00	4,00	400,00		
				100,00	4,12	412,00		
			5	1,50	4,00	30,00		
			5/2	1,00	4,00	10,00		
							852,00	
13.02.08	6	Tubo in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.						
			100/1,5	2,50		166,67		
			100/1,5	2,00		133,33		
							300,00	

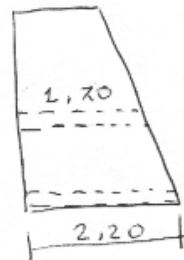
Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		
15.02.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi. In elevazione. Classe di resistenza Rck 25 N/mm ²					
			100,00	1,50	4,00	600,00	
		0,5	100,00	1,00	4,00	200,00	
						800,00	
		Data: 20.02.08					
		Il Direttore dei Lavori			L'Impresa		
		-----		-----	-----	-----	

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni	
			Lung.	Larg.	Altezza			
03.03.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.						Vedi tavola n. 5
		2	80,00 10,00		2,00 2,00	360,00 20,00		
							380,00	
10.03.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte						Vedi tavola n. 6
		m ² 10,20		80,00		816,00		
							816,00	
21.03.08	2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggotto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m ³)						
			80,00	2,60	0,80	166,40		
							166,40	

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		

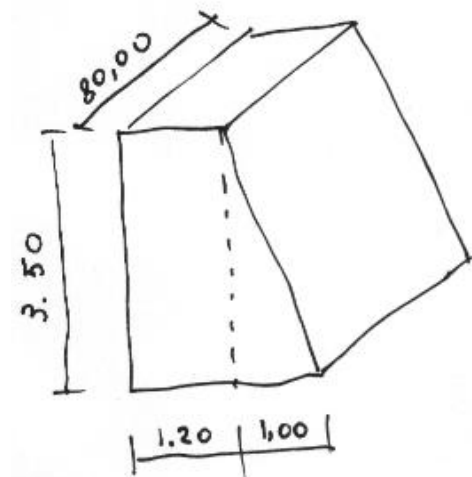
Pagina 4

29.03.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme. Quantità come al numero precedente						
						166,40		
02.04.08	5	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.						Vedi tavola n. 7
			80,00		3,50	280,00		
			80,00		3,64	291,20		
		4	1,20		3,50	16,80		
		4/2	1,00		3,50	7,00		
						595,00		
12.04.08	6	Tubo in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.						
		80/1,5	2,20			117,33		
		80/1,5	1,70			90,67		
						208,00		



Pagina 5

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		
15.04.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme, e ferro di armatura, compresi eventuali additivi. In elevazione. Classe di resistenza Rck 25 N/mm ²					
		0,5	80,00 80,00	1,20 1,00	3,50 3,50	336,00 140,00	
						476,00	
12.05.08	7	Rinterro con ghiaia grossa o ciottoloni, eseguito con l'ausilio di mezzi meccanici. 0,5					Vedi tavola n. 8
		0,5	100,00 80,00	2,52+0,20 2,23+0,20	4,00 3,50	544,00 340,20	
						884,20	
		Data: 22.05.08					
		Il Direttore dei Lavori			L'Impresa		
		-----	-----	-----	-----		



Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: : 225.746,05 al netto del ribasso d’asta del 12 %

Registro di contabilità

Il presente registro è distinto con il n° 1, è composto di n° 3 fogli numerati e firmati in bianco, è stato da me consegnato al direttore dei lavori _____ in data _____

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

L’Impresa

(bollo ufficio registro)

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
1	02.01.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e tabelle segnaletiche con rete di plastica stampata su paletti di legno.	1	1		440,00	15,94	7.013,60		
2	09.01.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m³)	1	1		1300,00	3,14		4.082,00	
3	22.01.08	2	Scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggetto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 m³)	1	2		232,00	3,70		858,40	
			A riportare						7.013,60	4.904,4	

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Pagina 1

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	

			Riporto						7.013,60	4.904,4	
4	29.01.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme.	1	2		232,00	92,00		21.344,00	
5	06.02.08	6	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.	1	2		852,00	25,04		21.334,08	
6	13.02.08	6	Tube in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.	1	3		300,00	5,00		1.500,00	
7	15.02.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto	1	3		800,00	110,00		88.000,00	
			<i>A riportare</i>						7.013,60	137.118,48	

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
			<i>Riporto</i>						7.013,60	137.118,48	
			<i>Sommano</i>						7.013,60	137.118,48	
			Data 20.02.08								
			Il Direttore dei Lavori				L'impresa				
	21.02.08		<i>Emesso il certificato di pagamento n. 1 in data 21.02.08 per €</i>								127.039,51
8	03.03.08	8	Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a m 2.00 con sostegni in paletti di legno. Completa delle necessarie controventature, segnalazioni luminose diurne e notturne e	1	4		380,00	15,94	6.057,20		
9	10.03.08	1	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto o per rilevato fino ad una distanza massima di 5000 m, in rocce sciolte	1	4		816,00	3,14		2.562,24	
10	21.03.08	2	Scavo a sezione obbligatoria, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggetto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rifiuto	1	5		166,40	3,70		615,68	
			<i>A riportare</i>						13.070,80	140.296,40	127.039,51

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
			<i>Riporto</i>						13.070,80	140.296,40	127.039,51
11	29.03.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera per opere di fondazione in cls, a dosaggio di qli 3 per mc di cemento 32.5 R, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, escluse le casseforme.				166,40	92,00		15.308,80	
12	02.04.08	5	Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Per opere in elevazione.	1	5		595,00	25,04		14.898,80	
13	12.04.08	6	Tube in PVC per fori di drenaggio del diametro esterno do 100 mm.	1	5		208,00	5,00		1.040,00	
14	15.04.08	4	Conglomerato cementizio fornito e posto in opera, a resistenza caratteristica e conforme alla norma UNI 9858; dimensione massima degli inerti pari a 30 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida); eseguito secondo le prescrizioni tecniche del Capitolato Speciale di Appalto	1	5		476,00	110,00		52.360,00	
			<i>A riportare</i>						13.070,80	223.904,00	127.039,51

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Pagina 4

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
			<i>Riporto</i>						13.070,80	223.904,00	127.039,51
15	12.05.08	7	Rinterro con ghiaia grossa o ciottoloni, eseguito con l'ausilio di mezzi meccanici.				884,20	20,10		17.772,42	
			<i>Sommano</i>						13.070,80	241.676,42	127.039,51
			Data 15.05.08								
			Il Direttore dei Lavori				L'Impresa				
			-----				-----	-----			

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località "Ginestra"

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: : 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

Sommario del registro di contabilità

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 1 Scavo di sbancamento		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 2 Scavo a sezione obbligata		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 3 Calcestruzzo per fondazioni		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 4 Calcestruzzo in elevazione		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 5 Casseforme		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 6 Tubi in pvc	
	Unità di misura mc	Prezzo unitario 3,14		Unità di misura mc	Prezzo unitario 3,70		Unità di misura mc	Prezzo unitario 92,00		Unità di misura mc	Prezzo unitario 110,00		Unità di misura mq	Prezzo unitario 25,04		Unità di misura ml	Prezzo unitario 5,00
2	1300,00	4.082,00	3	232,00	858,40	4	232,00	21.344,00	7	800,00	88.000,00	5	852,00	21.334,08	6	300,00	1.500,00
	1300,00	4.082,00		232,00	858,40		232,00	21.344,00		800,00	88.000,00		852,00	21.334,08		300,00	1.500,00
9	816,00	2.562,24	10	166,40	615,68	11	166,40	15.308,80	12	595,00	14.898,00	13	595,00	14.898,80	14	208,00	1.040,00
	2.116,00	6.644,24		398,40	1.474,08		398,40	36.652,80		1.276,00	140.360,00		1.447,00	36.232,00		508,00	2.540,00

Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 7 Ghiaia per drenaggio		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 8 Recinzione		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo	
	Unità di misura mc	Prezzo unitario 20,10		Unità di misura ml	Prezzo unitario 15,94		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario
	0,00	0,00	1	440,00	7.013,60												
	0,00	0,00		440,00	7.013,60												
14	884,20	17.772,42	9	380,00	6.57,20												
	884,20	17.772,42		820,00	13.070,80												

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località "Ginestra"

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro: 225.746,05 al netto del ribasso d'asta del 12 %

Stato di avanzamento lavori N 2 ed ultimo

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

N. d'ordine	Art. di elenco prezzi	Designazione dei lavori e delle provviste	Quantità	Prezzo Unitario	Importo		
					Parziale		Totale
					Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	
1	1	Scavo di sbancamento	2.116,00	3,14		6.644,24	
2	2	Scavo a sezione obbligata	398,40	3,70		1.474,08	
3	3	Calcestruzzo per fondazioni	398,40	92,00		36.652,80	
4	4	Calcestruzzo in elevazione	1.276,00	110,00		140.360,00	
5	5	Casseforme	1.447,00	25,04		36.232,00	
6	6	Tubi in pvc per drenaggio	508,00	5,00		2.540,00	
7	7	Ghiaia per drenaggio	884,20	20,10		17.772,42	
7	8	Recinzione del cantiere	820,00	15,94	13.070,80		
					13.070,80	241.676,42	
		Detrazione del ribasso d'asta contrattuale (12% su 241.676,42)				29.001,17	
		Risulta l'importo netto dei lavori soggetti a ribasso					212.675,25
		Importo lavori non soggetto a ribasso					13.070,80
		Risulta l'importo totale					225.746,05
		(Diconsi Euro Ducentoventicinquemilasettecentoquarantasei/05) oltre IVA Data 17.05.08					
		Il Direttore dei Lavori					
		L'impresa					
		Il responsabile del procedimento					

Modulo 5

Il cantiere edile

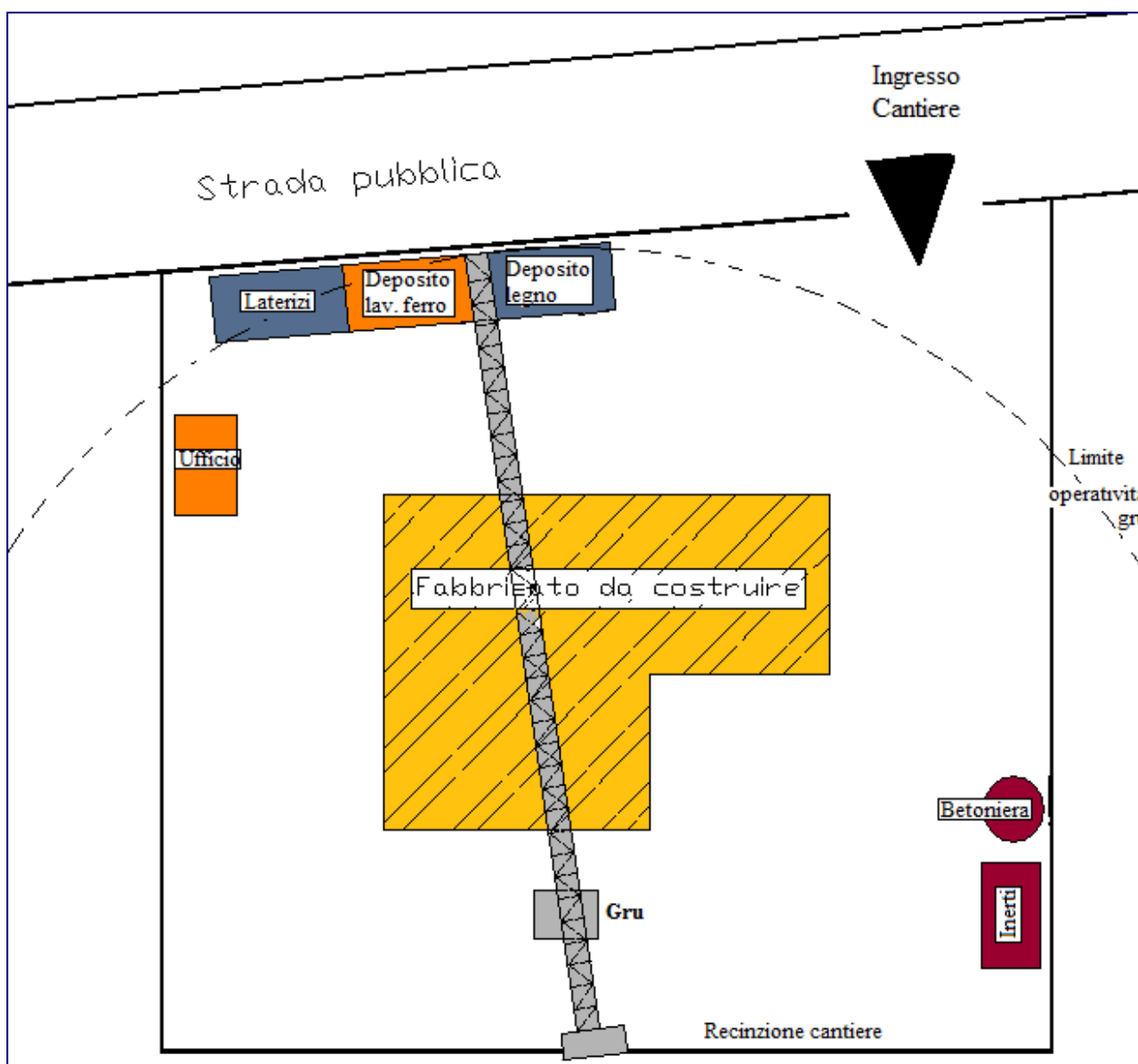
5.1 - Organizzazione del cantiere edile	pag. 109
5.2 - La sicurezza nei cantieri	pag. 111
5.4 - Adempimenti in funzione degli uomini/giorno	pag. 116
5.5 - La notifica preliminare	pag. 117
5.6 - Esempio di calcolo degli uomini giorno	pag. 119
5.7 - Opere provvisorie	pag. 120
5.7.1 - Ponteggi	pag. 120
5.7.2 - Parasassi	pag. 121
5.7.3 - Scavi	pag. 122
5.7.4 - Rampe	pag. 122

Modulo 6: tecniche di intervento antisismico sui fabbricati in muratura [pag. 123](#)

Il cantiere edile è il luogo dove vengono predisposti attrezzature e mezzi per realizzare una costruzione.

L'area del cantiere edile è un'area pericolosa sia per gli addetti che per gli estranei, perciò, specie negli ultimi tempi, sono state emanate una serie di leggi a tutela sia dei lavoratori del cantiere che per i cittadini chi in qualsiasi modo, possono entrare in contatto col cantiere stesso.

Un cantiere ben organizzato ed ordinato, non solo permette una più veloce esecuzione dei lavori, ma anche una maggiore sicurezza per gli addetti.



Nel progetto del cantiere, va sempre indicata l'area dove sorgerà l'opera, la recinzione del cantiere, le vie di accesso i luoghi dove vengono depositati i diversi materiali che servono per i lavori, nonché i luoghi dove tali materiali vengono lavorati prima di essere impiegati, ad esempio l'area di lavorazione del ferro per il cemento armato, la centrale di betonaggio del calcestruzzo.

Il cantiere va recintato per impedire l'accesso agli estranei. All'interno ed all'esterno va sistemata idonea segnaletica, ad esempio all'esterno va installata la segnaletica che indica il divieto di accesso per i non addetti, la segnaletica che avvisa la fuoriuscita di automezzi pesanti dal cantiere, nonché se necessario segnaletica anche notturna, quindi luminosa, che segnala la presenza del cantiere, se esso è pericoloso per la circolazione.

All'interno vanno segnalate la possibile caduta di oggetti dall'alto, l'obbligo di uso di particolari dispositivi di protezione individuali (DPI) come ad esempio le cuffie antirumore o la maschera antipolvere nelle zone dove essa è presente, divieti di usare fiamme libere nei pressi di materiali esplosivi o soggetti ad incendio (ad esempio vernici) segnaletica per avvertire del pericolo di folgorazione per la presenza di cavi o quadri elettrici.

5.2 - La sicurezza nei cantieri

Come già detto il cantiere edile è uno dei luoghi di lavoro più pericolosi, con rischi per la salute connessi sia alla presenza di sostanze nocive che per il verificarsi di incidenti anche mortali.

La tutela legislativa è contenuta già nella costituzione italiana, e precisamente nell' Art. 32 dove c'è scritto:

La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti.

E nell' Art. 41 che recita:

L'iniziativa economica privata è libera.

Non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana.

La competenza legislativa in materia di sicurezza sul lavoro è sia dello stato che delle regioni.

Oggi la legge specifica che tutela la sicurezza nei cantieri edili è la legge n. 484, nota come "direttiva cantieri".

5.3 - Figure e compiti definiti dalla legge ai fini della sicurezza.

Committente	
Chi è	il soggetto per conto del quale l'intera opera viene realizzata, indipendentemente da eventuali frazionamenti della sua realizzazione. Nel caso di appalto di opera pubblica, il committente è il soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto;
Cosa fa	<ol style="list-style-type: none"> 1 Il committente, nella fase di progettazione dell'opera, ed in particolare al momento delle scelte tecniche, nell'esecuzione del progetto e nell'organizzazione delle operazioni di cantiere, si attiene ai principi e alle misure generali di tutela di cui all'articolo 3 del D.Lgs. n.626/1994; al fine di permettere la pianificazione dell'esecuzione in condizioni di sicurezza, dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra loro, il committente o il responsabile dei lavori prevede nel progetto la durata di tali lavori o fasi di lavoro. 2. Il committente, nella fase della progettazione dell'opera, valuta il piano di sicurezza e di coordinamento ed il fascicolo contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione. 3. Nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea, il committente o il responsabile dei lavori, contestualmente all'affidamento dell'incarico di progettazione, designa il coordinatore per la progettazione in ognuno dei seguenti casi: <ol style="list-style-type: none"> a) nei cantieri la cui entità presunta è pari o superiore a 200 uomini/giorno; b) nei cantieri i cui lavori comportano i rischi particolari elencati nell'all. II; 4. Nei casi di cui al comma 3, il committente, prima dell'affidamento dei lavori, designa il coordinatore per l'esecuzione dei lavori, che deve essere in possesso di appositi titoli professionali. 4-bis La disposizione di cui al comma 4 si applica anche nel caso in cui, dopo l'affidamento dei lavori ad un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata ad una o più imprese. 5. Il committente, qualora in possesso dei requisiti, può svolgere le funzioni sia di coordinatore per la progettazione sia di coordinatore per l'esecuzione dei lavori. 6. Il committente comunica alle imprese esecutrici e ai lavoratori autonomi il nominativo del coordinatore per la progettazione e quello del coordinatore per l'esecuzione dei lavori; tali nominativi devono essere indicati nel cartello di cantiere. 7. Il committente può sostituire in qualsiasi momento, anche personalmente se in possesso dei requisiti soggetti designati in attuazione dei commi 3 e 4.

Committente

Cosa fa	<p>8. il committente, anche nel caso di affidamento dei lavori a unica impresa :</p> <p>a) verifica l'idoneità tecnico-professionale delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi in relazione ai lavori da affidare, anche attraverso l'iscrizione alla Camera di Commercio Industria e Artigianato;</p> <p>b) chiede alle imprese esecutrici una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto Nazionale della Previdenza Sociale (INPS), all'Istituto Nazionale Assicurazione Infortuni sul lavoro (INAIL) ed alle Casse Edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.</p> <p>9. prima dell'inizio dei lavori, trasmette alla Direzione Provinciale del lavoro ed alla ASL territorialmente competenti, la notifica preliminare elaborata conformemente all'allegato III, nonché gli eventuali aggiornamenti, nei casi previsti dall'art. 11.</p>
----------------	--

Responsabile dei lavori

Chi è	soggetto che può essere incaricato dal committente ai fini della progettazione o della esecuzione o del controllo dell'esecuzione dell'opera. Nel caso di appalto di opera pubblica, il responsabile dei lavori è il responsabile unico del procedimento ai sensi dell' art. 7 della L. 11/2/1994 n.109 e successive modifiche;
Cosa fa	Ha i compiti che gli vengono specificatamente assegnati dal committente. Ai fini della sicurezza, quindi, può sostituirlo in tutto o in parte.

Lavoratore autonomo

Chi è	persona fisica la cui attività professionale concorre alla realizzazione dell'opera senza vincolo di subordinazione;
Cosa fa	I lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri: a) utilizzano le attrezzature di lavoro in conformità alle disposizioni del titolo III del D.Lgs. 626/94; b) utilizzano i dispositivi di protezione individuale conformemente a quanto previsto dal titolo IV del D.Lgs. 626/94 ; c) si adeguano alle indicazioni fornite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ai fini della sicurezza.

Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera, denominato coordinatore per la progettazione:

Chi è	<p>Tecnico incaricato, dal committente o dal responsabile dei lavori, avente i seguenti titoli professionali:</p> <ul style="list-style-type: none">a) diploma di laurea in ingegneria o architettura, geologia, scienze agrarie o scienze forestali nonché attestazione da parte di datori di lavoro o committenti comprovante l'espletamento di attività lavorativa nel settore delle costruzioni per almeno un anno;b) diploma universitario in ingegneria o architettura nonché attestazione da parte di datori di lavoro o committenti comprovante l'espletamento di attività lavorative nel settore delle costruzioni per almeno due anni;c) diploma di geometra, perito industriale o perito agrario o agrotecnico, nonché attestazione da parte di datori di lavoro o committenti comprovante l'espletamento di attività lavorativa nel settore delle costruzioni per almeno tre anni. <p>I soggetti di cui al comma I devono essere altresì in possesso di attestato di frequenza a specifico corso in materia di sicurezza organizzato dalle Regioni, mediante le strutture tecniche operanti nel settore della prevenzione e della formazione professionale, o, in via alternativa, dall'ISPESL, dall'INAIL, dall'Istituto Italiano di medicina sociale, dai rispettivi ordini o collegi professionali, dalle Università, dalle associazioni sindacali dei datori di lavoro e dei lavoratori o dagli organismi paritetici istituiti nel settore dell'edilizia.</p> <p>Deve essere in possesso di specifico titolo professionale in materia di sicurezza.</p>
Cosa fa	<p>Durante la progettazione dell'opera, e comunque prima della richiesta di presentazione delle offerte, il coordinatore per la progettazione:</p> <ul style="list-style-type: none">a) redige il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 12 comma 1;b) predispone un fascicolo contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, tenendo conto delle specifiche norme di buona tecnica e dell'Allegato II al documento U.E. 26/05/93. <p>Il fascicolo non è predisposto nel caso di lavori di manutenzione ordinaria di cui all'art.31, lettera a), L. 5/8/1978 n.457.</p>

Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera, denominato coordinatore per l'esecuzione dei lavori

Chi è	Tecnico, diverso dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice, nominato, dal committente o dal responsabile dei lavori, in possesso degli stessi titoli professionali del coordinatore per la progettazione.
Cosa fa	<p>Durante la realizzazione dell'opera, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori provvede a:</p> <ul style="list-style-type: none">a) verificare con, opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art.12 e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;b) verificare l'idoneità del piano operativo di sicurezza, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art.12, assicurandone la coerenza con quest'ultimo, ed adeguare il piano di sicurezza e coordinamento ed il fascicolo in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, nonché verificare che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi piani operativi di sicurezza;c) organizzare tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;d) verificare l'attuazione di quanto previsto negli accordi tra le parti sociali al fine di realizzare il coordinamento tra i rappresentanti della sicurezza finalizzato al miglioramento della sicurezza in cantiere;e) segnalare al committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta alle imprese ed ai lavoratori autonomi interessati, le inosservanze alle disposizioni degli artt. 7,8,9 ed alle prescrizioni del piano di cui all'art.12 e proporre la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Nel caso in cui il committente o il responsabile dei lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il coordinatore per l'esecuzione provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla Azienda Unità Sanitaria Locale territorialmente competente ed alla Direzione Provinciale del lavoro;f) sospendere in caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, le singole lavorazioni fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.g) Nei casi in cui, dopo l'affidamento dei lavori ad un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata a più imprese, il coordinatore per l'esecuzione, oltre a svolgere i compiti di cui al comma 1, redige il piano di sicurezza e di coordinamento e predisporre il fascicolo.

L'impresa

Chi è	Persona fisica o giuridica che costruisce l'opera dietro compenso.
Cosa fa	<p>Durante l'esecuzione dell'opera, le imprese, osservano le misure generali di tutela di cui all'articolo 3 del D.Lgs. 626/94, e curano ciascuno per la parte di competenza, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità; b) la scelta dell'ubicazione di posti di lavoro tenendo conto delle condizioni di accesso a tali posti, definendo vie o zone di spostamento o di circolazione; c) le condizioni di movimentazione dei vari materiali; d) la manutenzione, il controllo prima dell'entrata in servizio e il controllo periodico degli impianti e dei dispositivi al fine di eliminare i difetti che possono pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori; e) la delimitazione e l'allestimento delle zone di stoccaggio e di deposito dei vari materiali, in particolare quando si tratta di materie e di sostanze pericolose; f) l'adeguamento, in funzione dell'evoluzione del cantiere, della durata effettiva da attribuire ai vari tipi di lavoro o fasi di lavoro; g) la cooperazione tra datori di lavoro e lavoratori autonomi; h) le interazioni con le attività che avvengono sul luogo, all'interno o in prossimità del cantiere. <p>I datori di lavoro delle imprese esecutrici, anche nel caso in cui nel cantiere operi un'unica impresa, anche familiare o con meno di 10 addetti :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) adottano le misure conformi alle prescrizioni di cui all'allegato IV; b) curano le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi, previo, se del caso, coordinamento con il committente o il responsabile dei lavori; c) curano che lo stoccaggio e l'evacuazione dei detriti e delle macerie avvengano correttamente. c-bis) redigono il piano operativo di sicurezza di cui all'art.2, comma 1, lettera f-ter; <p>2. L'accettazione da parte di ciascun datore di lavoro delle imprese esecutrici del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art. 12 e la redazione del piano operativo di sicurezza, costituiscono, limitatamente al singolo cantiere interessato, adempimento alle disposizioni di cui all'articolo 4, commi 1, 2 e 7, e dall'articolo 7, commi 1, lettera b), e 2 del D.Lgs. 626/94.</p>

Il lavoratore dipendente

Chi è	E' il dipendente della impresa esecutrice
Cosa fa	Rispetta le norme contenute nel piano operativo di sicurezza, di cui viene informato prima dell'inizio dei lavori, in particolare fa uso dei dispositivi di protezione individuali previsti. Segnala ai preposti o al responsabile del cantiere, l'eventuale presenza di pericoli per la sicurezza.

5.4 – Adempimenti in funzione degli uomini/giorno.

CANTIERE	Piano operativo di sicurezza		Coordinatore progettazione Coordinatore esecuzione lavori		Notifica preliminare	
	Fino a 200 uomini/gg	Oltre 200 Uomini/gg	Fino a 200 uomini/gg	Oltre 200 Uomini/gg	Fino a 200 uomini/gg	Oltre 200 Uomini/gg
Cantieri con più imprese, anche non contemporaneamente, ed in presenza di lavori comportanti rischi particolari elencati nell'allegato 2 del D.Lgs. 494/96	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cantieri con più imprese, anche non contemporaneamente, senza lavori comportanti rischi particolari elencati nell'allegato 2 del D.Lgs. 494/	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Cantieri con la presenza di una sola impresa, indipendentemente dalle lavorazioni a rischio	SI	SI	NO	SI	NO	SI

5.5 - La notifica preliminare

1. Il committente o il responsabile dei lavori, prima dell'inizio dei lavori, trasmette alla Direzione Provinciale del lavoro ed alla ASL territorialmente competenti, la notifica preliminare elaborata conformemente all'[allegato III](#), nei seguenti casi:
 - a) nei cantieri la cui entità presunta è pari o superiore a 200 uomini/giorno;
 - b) nei cantieri i cui lavori comportano i rischi particolari;
 - c) cantieri che, inizialmente non soggetti all'obbligo di notifica, ricadano nelle categorie soggette per effetto di varianti sopravvenute in corso d'opera;
 - d) cantieri in cui operi un'unica impresa la cui entità presunta di lavoro non sia inferiore a 200 uomini-giorno;
2. Copia della notifica deve essere affissa in maniera visibile presso il cantiere e custodita a disposizione dell'organo di vigilanza territorialmente competente.

Gli organismi paritetici istituiti nel settore delle costruzioni in attuazione dell'articolo 20 del decreto legislativo n. 626/1994 hanno accesso ai dati relativi alle notifiche preliminari presso gli organi di vigilanza.

NOTIFICA PRELIMINARE DI CANTIERE
(ex art. 11 D.Lgs. 494/96 modificato dal D. Lgs 528/99)

Spett. Ufficio Prevenzione e Sicurezza
negli Ambienti di Lavoro
ASL Provincia di _____

Sede di _____

Alla Direzione Provinciale del Lavoro di

1. Indirizzo del Cantiere _____
2. Committente(i) nome(i) e indirizzo(i) _____
3. Responsabile (i) dei lavori, nome(i) e indirizzo(i)

4. Natura dell'opera _____
5. Coordinatore(i) per quanto riguarda la sicurezza e la salute durante la progettazione dell'opera
[nome(i) e indirizzo(i)].(*) _____
6. Coordinatore(i) per quanto riguarda la sicurezza e la salute durante la realizzazione dell'opera
[nome(i) e indirizzo(i)] (*) _____

7. Data presunta di inizio lavori _____
8. Durata presunta dei lavori (ad opera conclusa) _____
9. Numero massimo presunto dei lavoratori in cantiere N. _____
10. Numero previsto di imprese e di lavoratori autonomi sul cantiere N. _____
11. Identificazione delle imprese (o lavoratori autonomi) già selezionate (nome e indirizzo):
(muratori, idraulici lattonieri, stuccatori, elettricisti, serramentisti, ecc.)
 - a) _____
 - b) _____
 - c) _____
12. Ammontare complessivo presunto dei lavori Euro: _____

Data _____

Firma del Committente / Responsabile dei Lavori

(*) *Indicare "Non previsto" se non richiesto*

5.6 – Esempio di calcolo degli uomini giorno

Supponiamo di dovere realizzare una abitazione di due piano con e che il costo stimato dell'opera sia di 200.000 €, di cui 160.000 € per opere edili e 40.000 € per impianti.

Vediamo una composizione tipo per le squadre dei lavoratori:

Squadra tipo - opere edili

Operai specializzati n. 2 costo orario €/h 20 + spese generali e utile d'impresa (25%) €/h 25,00
Operaio qualificato n. 2 costo orario €/h 19 + spese generali e utile d'impresa €/h 23,75
Manovale specializzato n. 3 costo orario €/h 17 + spese generali e utile d'impresa €/h 21,25

Totale costo orario squadra di 7 uomini € 402,50

Totale costo giornaliero squadra di 7 uomini € 402,50x8 = 3.220,00 €

Squadra tipo - opere impiantistiche

Operaio 5° livello n. 2 costo orario €/h 17 + spese generali e utile d'impresa €/h 21,25
Operaio 3° livello n. 2 costo orario €/h 15 + spese generali e utile d'impresa €/h 18,75

Totale costo orario squadra di 4 uomini € 241,25

Totale costo giornaliero squadra di 4 uomini € 241,25x8 = 1.930,00 €

Eseguiamo il calcolo supponendo che l'incidenza della mano d'opera sia del 40%, quindi di 64.000 € per lavori edili e di 16.000 € per impianti:

Numero di giorni squadra edili $64.000/3.220 = 19,88$ gg;

Numero totale giorni operai edili = $19,88 \times 7 = 139,13$ gg = 140 giorni;

Numero di giorni squadra impiantisti $16.000/1.930 = 8,29$ gg;

Numero totale squadra impiantisti = $8,29 \times 4 = 33,16$ gg = 34 giorni;

In totale il numero dei giorni stimato sarà di 140 + 34 = 174 giorni.

5.7 Opere provvisionali

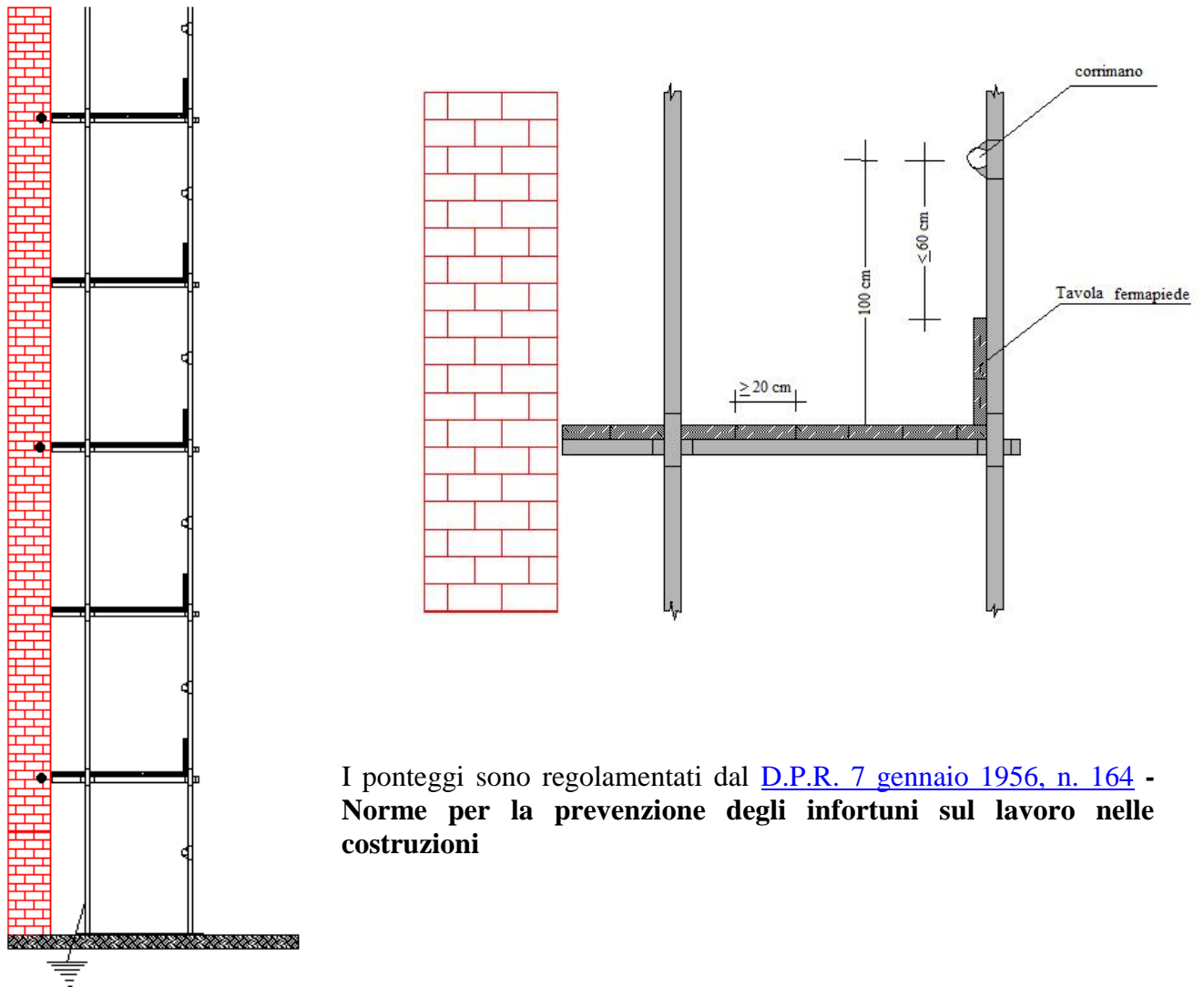
5.7.1 – Ponteggi

I ponteggi moderni sono costituiti da telai in ferro collegati tra loro con aste in ferro di sezione tubolare. I ponteggi non necessitano di calcolo statico fino ad una altezza di metri 20 e purchè siano omologati dall'azienda produttrice. Per altezze superiori a 20 metri è necessario il calcolo statico del ponteggio. Essi vanno montati in piano e vanno sempre messi a terra contro. Il piano di calpestio è realizzato in lamiera metallica o in legno. In quest'ultimo caso le tavole devono avere uno spessore minimo di cm 4 ed una larghezza minima di cm 20. Al bordo del piano di calpestio va inserita una tavola fermapiede di altezza non minore di cm 20. Contro la caduta deve essere inserito un corrimano ad altezza di metri 1,00. Lo spazio vuoto non può essere superiore a cm 100, pertanto può essere inserito un solo corrente ad altezza di metri 1,00 ed una tavola fermapiede di altezza di 40 cm, oppure possono essere inseriti 2 correnti a distanza di 40 cm uno dall'altro ed una tavola fermapiede di cm 20. I ponteggi vanno ancorati all'edificio in costruzione.



Durante la fase di montaggio e smontaggio gli operai addetti alla loro costruzione devono usare cinture di sicurezza allacciate ad apposite corde provvisorie.

Il piano di calpestio deve essere a contatto del fabbricato da costruire. Solo durante le operazioni di finitura quali intonaci e tinteggiature, esso può essere distante dal fabbricato non più di cm 20.

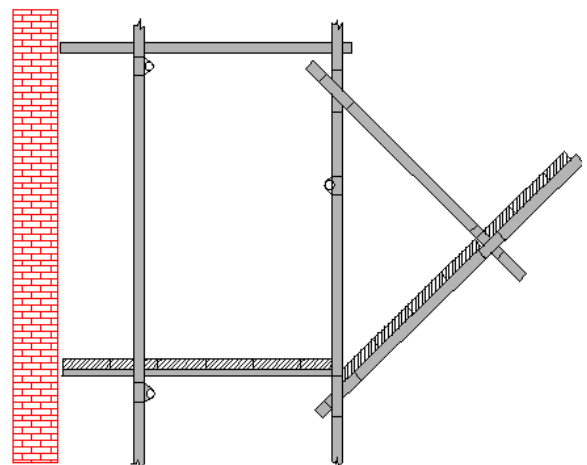


- Ancoraggio all'edificio

I ponteggi sono regolamentati dal [D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164](#) - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni

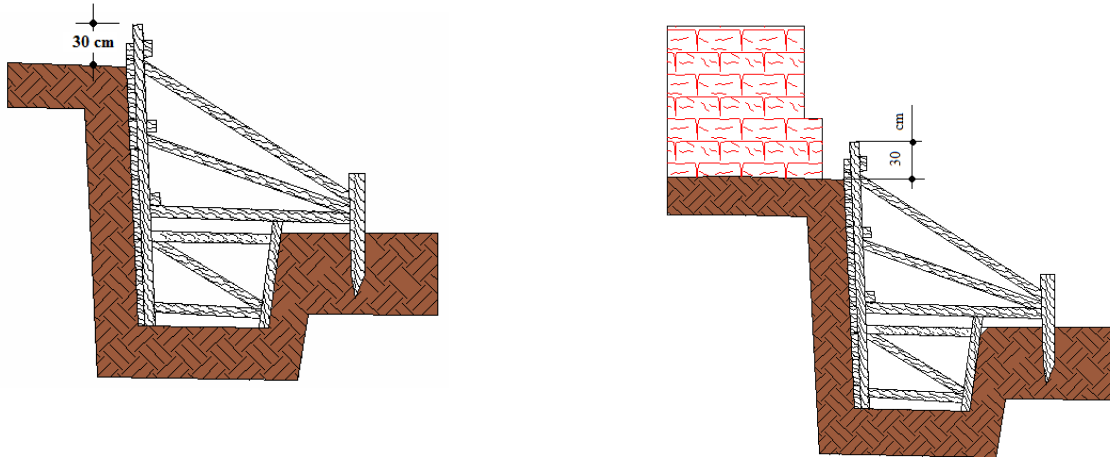
5.7.2 - Parasassi

I parasassi si costruiscono per impedire la caduta di materiali dall'alto sia sul personale del cantiere che su passanti, se il ponteggio è su una area aperta al pubblico (strada, marciapiede). Va realizzato in corrispondenza del solaio di piano terra, del solaio di copertura e, se necessario anche in corrispondenza di solai intermedi.



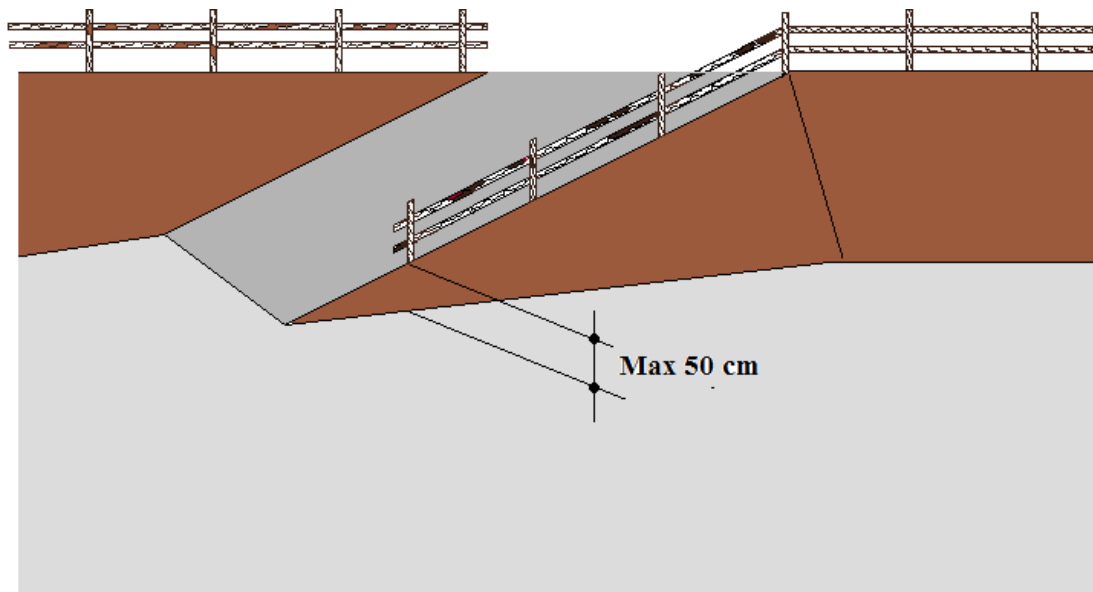
5.7.3 - Scavi

Tutte le volte che si procede a scavi di profondità maggiore di m 1,50, nel caso di pericolo di frane, o infiltrazioni d'acqua è necessario procedere ad una adeguata puntellatura. Il deposito di materiale ai bordi dello scavo è proibito, salvo nel caso in cui esso è indispensabile alle lavorazioni, in questo caso si deve procedere alla puntellature dello stesso.



5.7.4 - Rampe

Le rampe di accesso agli scavi devono avere larghezza adeguata in modo da consentire il passaggio di un autocarro ed il transito delle persone, ad esempio prevedendo lo uno spazio minimo da entrambi i lati dell'autocarro di almeno 70 cm. Le rampe devono essere protette da parapetti a partire da una altezza di 50 cm.



Modulo

6

Tecniche di intervento antisismico sui fabbricati in muratura

<u>6.1 – Premessa</u>	<u>pag. 124</u>
<u>6.2 – Interventi in fondazione</u>	<u>pag. 124</u>
<u>6.2.1 – Rinforzo mediante sottofondazioni</u>	<u>pag. 124</u>
<u>6.2.1 – Rinforzo mediante micropali</u>	<u>pag. 125</u>
<u>6.3 – Interventi sulla muratura</u>	<u>pag. 125</u>
<u>6.3.1 – Iniezione di miscele leganti</u>	<u>pag. 126</u>
<u>6.3.2 – Intervento mediante rete e betoncino sull'intera parete</u>	<u>pag. 127</u>
<u>6.3.3 – Riparazione di lesione isolata con rete e betoncino</u>	<u>pag. 127</u>
<u>6.3.4 – Riparazione di lesioni isolate col metodo cucì-scucì</u>	<u>pag. 128</u>
<u>6.3.5 – Intervento con lastre armate</u>	<u>pag. 128</u>
<u>6.4 – Inserimento di nuovi solai in c.a.</u>	<u>pag. 129</u>
<u>6.5 – Consolidamento di volte con materiali compositi</u>	<u>pag. 129</u>
<u>6.5.1 – Consolidamento di volte con rete in fibra di vetro</u>	<u>pag. 130</u>
<u>6.5.2 – Consolidamento di volte con tessuto in fibra di vetro o di carbonio</u>	<u>pag. 131</u>

6.1 Premessa

Gli eventi sismici dell'ultimo dopoguerra, hanno portato all'affermarsi di una serie di tecniche di intervento sui fabbricati in muratura, che oltre ad essere utili per riparare i fabbricati colpiti da un terremoto o in dissesto per altre cause, sono anche utili a migliorare la resistenza antisismica dei fabbricati esistenti. In tal senso c'è stata anche una evoluzione della normativa antisismica che ha previsto l'adeguamento sismico e laddove ciò non sia possibile, il miglioramento sismico dei fabbricati in muratura. Il concetto di miglioramento sismico è molto importante in Italia, dove la presenza di un vasto patrimonio artistico ed architettonico, non permette l'adeguamento sismico che ne stravolgerebbe ogni caratteristica architettonica, ma permette un intervento che ne migliori comunque la resistenza ai terremoti.

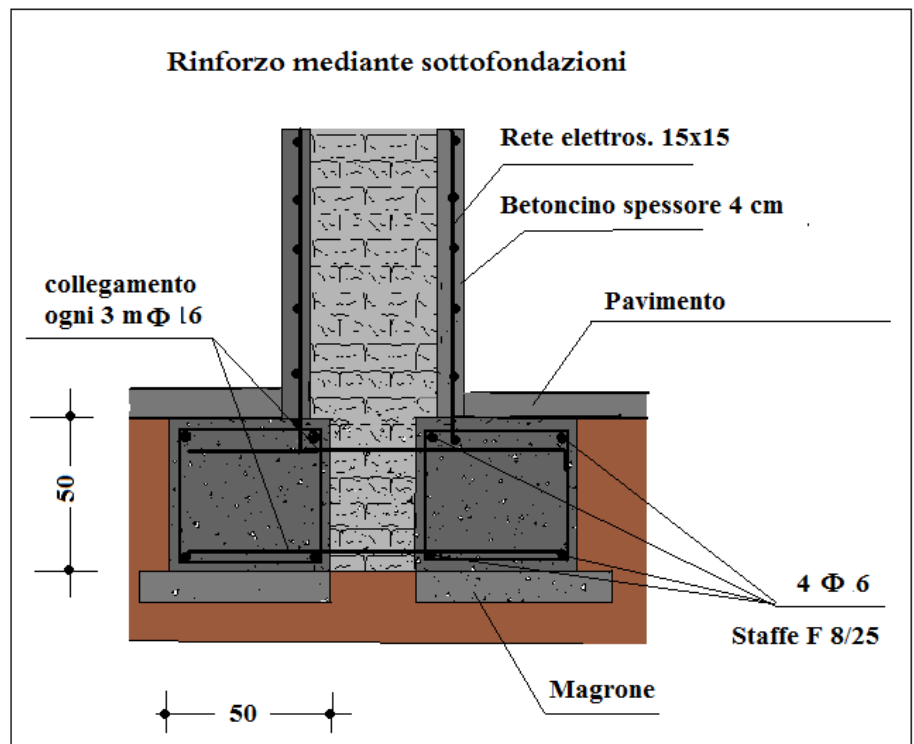
La scoperta di nuovi materiali, utilizzati originariamente in altri settori, quali le fibre di vetro, le fibre di carbonio le resine epossidiche, hanno aperto di recente nuove prospettive e nuovi metodi di consolidamento. Le tecniche di consolidamento sono innumerevoli, qui se ne espongono alcune.

6.2 – Interventi in fondazione

Questi interventi sono da eseguirsi quando o in seguito ad una analisi statica oppure in seguito ad un cedimento delle fondazioni, si rende necessario ridurre la tensione scaricata dal fabbricato sul terreno.

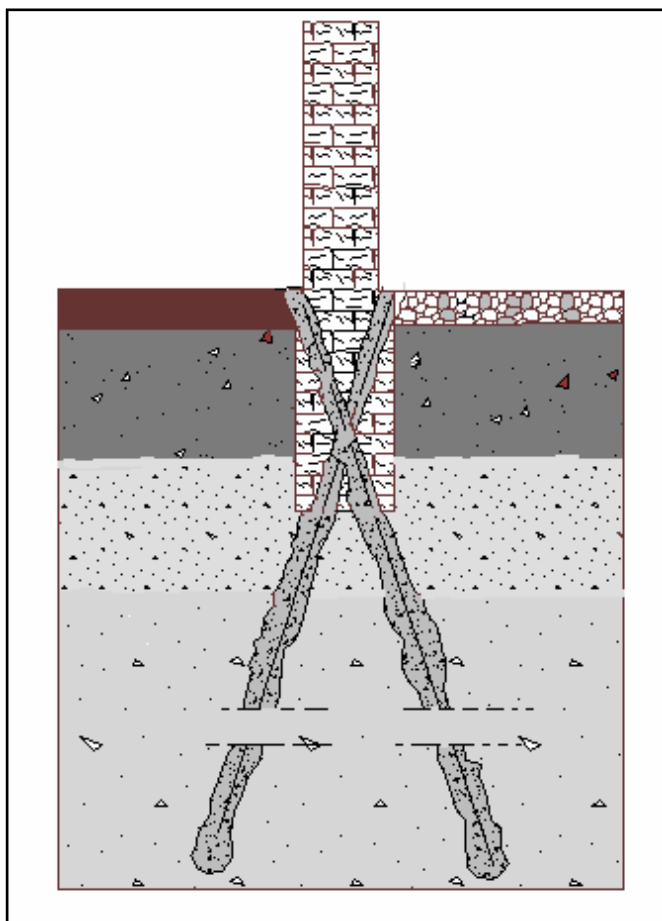
6.2.1 – Rinforzo mediante sottofondazioni

L'intervento consiste nell'inserimento di cordoli di sottofondazione in c.a. da uno od entrambi i lati del muro. Tali cordoli vengono realizzati a tratti per non compromettere la stabilità del muro che comunque è bene sia puntellato. Hanno dimensioni circa di cm 50 x cm 50, poggiano su un magrone di fondazione in cls, sono armati con almeno 4 ferri $\Phi 16$



6.2.1 – Rinforzo mediante micropali

Tale tecnica consiste nella realizzazione di pali di piccolo diametro, in genere si usano diametri da 8 a 15 cm. Tali pali vengono realizzati mediante l'infissione di tubi in acciaio dotati di valvole di non ritorno, quando viene eseguito il getto di calcestruzzo, da tali valvole fuoriesce parte del calcestruzzo andando ad allargare il bulbo aumentando così la sezione del palo e consolidando anche il terreno. Questi micropali presentano un notevole vantaggio rispetto ai normali pali trivellati, che pure si possono usare, perché necessitano di attrezzature modeste che quindi si possono usare in piccoli ambienti.



6.3 – Interventi sulla muratura

Tali interventi si rendono necessari quando la muratura non ha caratteristiche sufficienti per resistere ai terremoti, ciò a causa di un deterioramento della malta oppure a causa di danni intervenuti in seguito a sisma o a dissesti.

6.3.1 – Iniezione di miscele leganti

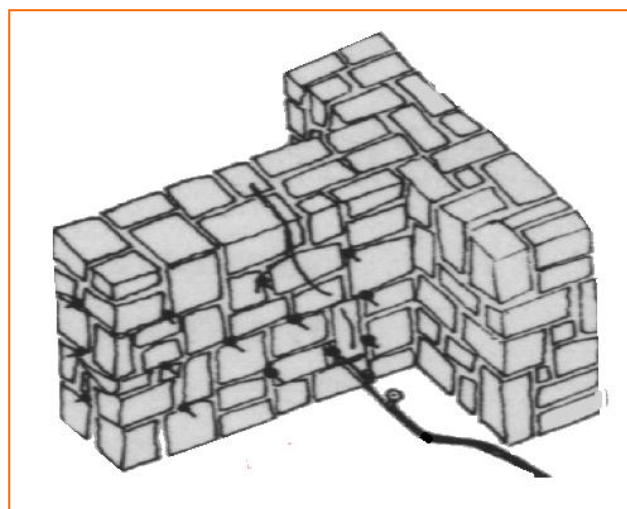
Con tale tecnica si va a rinforzare il legame tra gli elementi che costituiscono la muratura, è indicata per quelle murature che presentano sufficienti vuoti tali da permettere la circolazione della miscela di iniezione. Si possono impiegare miscele acqua cemento in rapporto 1/1, per i casi più comuni, non in presenza di lesioni superiori a 5 mm, in quest'ultimo caso si può impiegare una

miscela acqua-cemento -sabbia. Per raggiungere resistenze più elevate e per avere tempi di presa più breve, si possono usare miscele a base di resine organiche, mentre nel caso si voglia una miscela ad elevato potere antiritiro, si può impiegare una miscela reoplastica. Il procedimento da seguire è il seguente:

1. spicconatura dell'intonaco;

2. lavaggio delle pareti
3. realizzazione dei fori di iniezione a distanza circa di 35 cm e con diametro di 2 – 6 cm in caso di muratura di pietrame e di 1 cm per muratura di mattoni, per una profondità pari a $\frac{2}{3}$ dello spessore della muratura;
4. sigillatura delle eventuali fessure con cemento a presa rapida;
5. inserimento degli iniettori per una profondità di circa 10 cm del diametro di $\frac{3}{4}$ di pollice e loro sigillatura con cemento a presa rapida;
6. lavaggio delle perforazioni mediante immissione di acqua a bassa pressione nei fori, partendo dall'alto verso il basso;
7. immissione della miscela con pressione inizialmente bassa e miscela molto fluida, ad esempio 20 – 30 Kg di cemento per ogni 100 litri di acqua. Questo per non creare otturazioni. Si aumenta il dosaggio fino ad avere un rapporto 1/1 ed aumentando la pressione che può raggiungere anche 3 atm. nella fase finale. Si procede dai bordi della parete verso il centro e dal basso verso l'alto, l'iniezione termina quando la miscela fuoriesce dai fori vicini;
8. immissione di latte di cemento a distanza di 24 ore per riempire eventuali intertizi creati con il ritiro;
9. eliminazione degli iniettori e sigillatura dei fori con cemento a presa rapida;
10. ripetizione delle stesse operazioni a distanza di tempo di almeno 24 ore sulla fila successiva di fori;

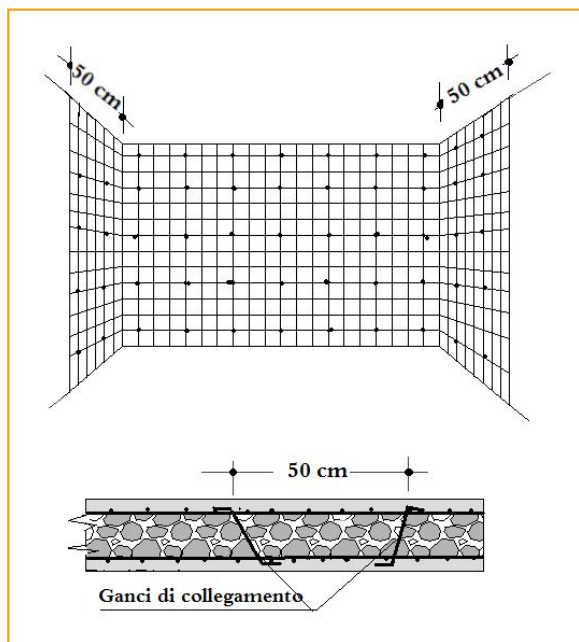
11. realizzazione del nuovo intonaco.



6.3.2 Intervento mediante rete e betoncino sull'intera parete

Con questo tipo di intervento si possono riparare murature in cui le lesioni sono diffuse. Il procedimento è il seguente:

1. asportazione del vecchio intonaco;
2. lavaggio con acqua;
3. stuccatura delle fessure;
4. applicazione di rete elettrosaldata con maglia 15x15 Φ 3 – 4 mm risvoltata agli angoli per almeno 50 cm. La rete dovrà essere collegata a quella della parete opposta, se presente, con ferri del diametro Φ oppure chiodata alla muratura. I collegamenti dovranno essere 4 per mq;

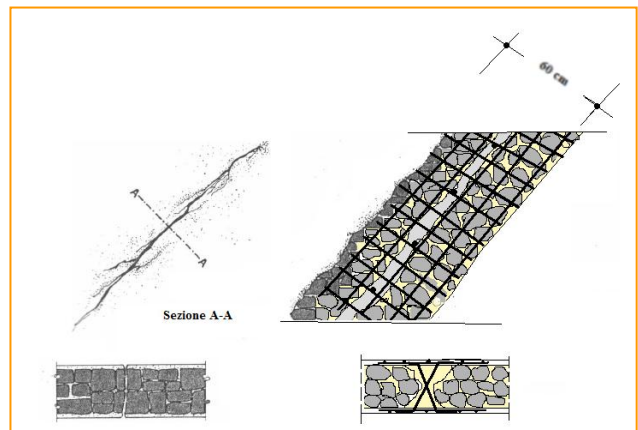


5. applicazione di malta cementizia;
6. realizzazione di nuovo intonaco.

6.3.3 - Riparazione di lesioni isolate con rete e betoncino

Se la muratura nel suo complesso non ha altri danni, ma solo una lesione isolata, allora si può intervenire localmente per ripristinare la continuità della muratura stessa. Le fasi sono le seguenti:

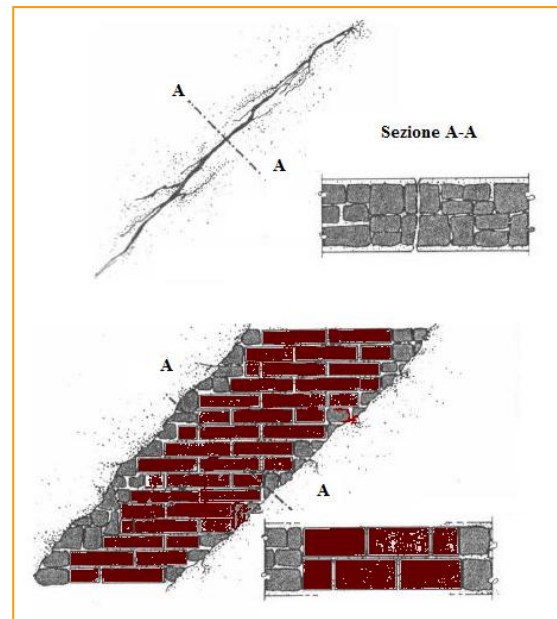
1. asportazione dell'intonaco per una distanza di circa 60 cm a cavallo dei due lati della lesione;
2. asportazione di tutte le parti rotte dalla frattura ed allargamento della stessa;
3. Lavaggio con acqua a pressione di tutta la zona oggetto dell'intervento;
4. inserimento di ferri di collegamento Φ 6 nella frattura stessa;
5. sigillatura della lesione con malta di cemento;
6. applicazione di rete elettrosaldata sulle due superfici opposte con magli 15x15 e diametro Φ 3 ÷ 4 mm;
7. chiodatura della rete sulla parete;
8. esecuzione del nuovo intonaco in malta di cemento.



6.3.4 Riparazione di lesioni isolate col metodo scuci e cucì

Le fasi di riparazione di una lesione isolata con tale metodo sono le seguenti:

1. asportazione dell'intonaco;
2. allargamento di una parte della fessura, tale da permettere l'inserimento della nuova muratura ;
3. realizzazione della nuova muratura con elementi, possibilmente dello stesso tipo di quelli presenti nella muratura originaria;
4. ripetizione delle fasi 2 e fino al completo riempimento della lesione;
5. realizzazione del nuovo intonaco.

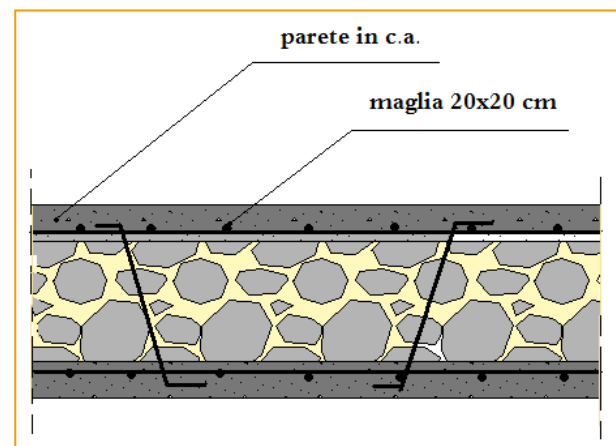


6.3.5 Intervento con lastre armate

Tale intervento può essere utilizzato sia per riparare pareti con presenza di lesioni diffuse, che per rinforzare pareti in modo da conferire alle stesse, una maggiore resistenza ai terremoti. Esso è particolarmente adatto per il rinforzo di pareti in mattoni forati o in blocchi, in sostanza si tratta di realizzare una vera e propria parete in cemento armato.

Le fasi sono le seguenti:

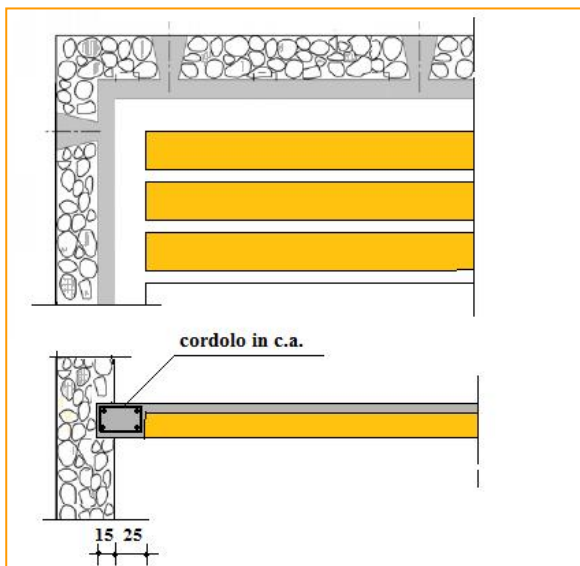
1. asportazione del vecchio intonaco;
2. pulitura con getto d'acqua;
3. applicazione delle armature costituite da una doppia orditura orizzontale e verticale di ferri Φ 8 con maglia 20x20 cm;
4. connessione trasversale dei ferri in ragione di 4 per mq;
5. getto di conglomerato cementizio di spessore 5 ÷ 12 cm;
6. esecuzione del nuovo intonaco.



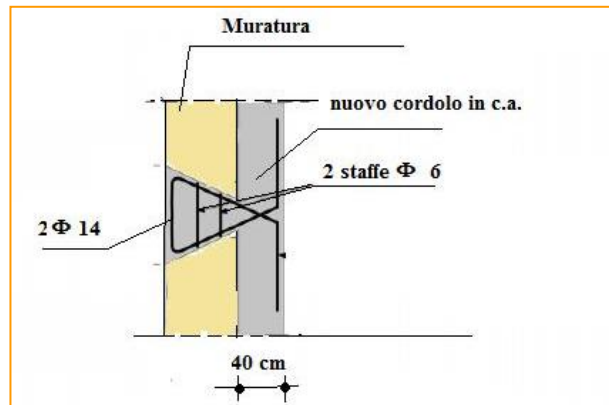
6.4 – Inserimento di nuovi solai in c.a.

La costruzione di nuovi solai si rende necessaria quando si vuole sostituire un vecchio solaio in legno. La realizzazione di un solaio in c.a. e laterizi, conferisce alla costruzione in muratura una rigidità trasversale utile a ripartire i carichi. È indispensabile un buon collegamento tra il nuovo solaio e la muratura mediante la costruzione di un cordolo in c.a. e di immersioni a coda di rondine ogni 3 metri circa. Le fasi realizzative sono le seguenti:

1. rimozione del vecchio solaio;
2. taglio della muratura per una profondità di 15 cm e una altezza pari a quella del solaio e realizzazione dei fori a coda di rondine. Tale fase va eseguita puntellando la muratura;
3. posa delle armature del cordolo, delle code di rondine del solaio;
4. getto del calcestruzzo.



Collegamento solaio - muro a "coda di rondine".



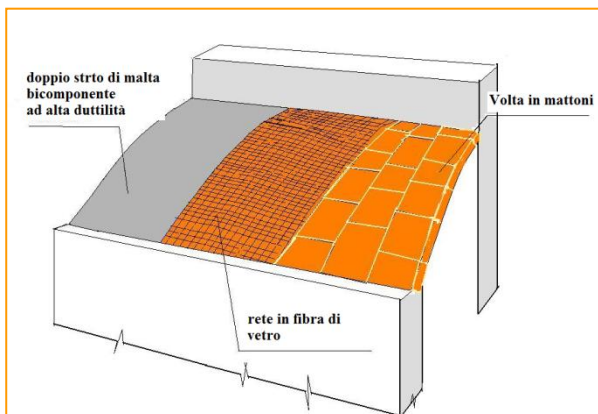
6.5 – Consolidamento di volte con materiali compositi.

Sono materiali di nuova concezione, in genere inventati per l'utilizzo in altri settori, vengono oggi proficuamente utilizzati soprattutto per il recupero di edifici di carattere storico. Si tratta di resine epossidiche bi componenti, fibre di vetro e fibre di carbonio. L'utilizzo per il consolidamento delle volte è particolarmente indicato, perché sono materiali leggeri e molto resistenti che non vanno ad incrementare in modo significativo i carichi su strutture spingenti quali, appunto le volte.

6.5.1 – Consolidamento di volte con rete in fibra di vetro.

Si tratta di applicare una rete in fibra di vetro sull'estradosso della volta. Le fasi sono le seguenti:

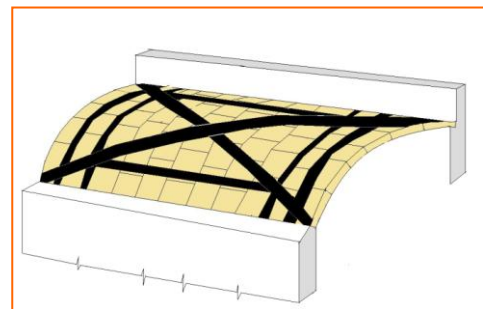
1. Pulizia dell'estradosso della volta con eliminazione totale delle parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti. Eliminazione totale della polvere dall'intera superficie da trattare da effettuare con aspirapolvere. Eventuale regolarizzazione della superficie dell'estradosso con opportune malte idrauliche;
2. applicazione della rete in fibra di vetro;
3. applicazione su sottofondo opportunamente irruvidito e saturato di acqua, di un primo strato di malta bicomponente a base di leganti idraulici speciali, inerti selezionati di granulometria fine e speciali additivi a spatola o a cazzuola nello spessore massimo di 4 cm;
4. stesura di un secondo strato di malta bicomponente.



6.5.2 – Consolidamento di volte con tessuto in fibra di vetro o di carbonio.

L'intervento prevede le seguenti operazioni:

1. Pulizia dell'estradosso della volta con eliminazione totale delle parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti. Eliminazione totale della polvere dall'intera superficie da trattare da effettuare con aspirapolvere. Eventuale regolarizzazione della superficie dell'estradosso con opportune malte idrauliche;
2. Applicazione sulla superficie trattata di resina sintetica consolidante bicomponente in dispersione acquosa;
3. Stesura a spatola di adesivo epossidico tixotropico a due componenti esente da solventi con funzioni di livellare la superficie da rinforzare e di creare uno strato adesivo per la successiva applicazione del rinforzo;
4. Applicazione a fresco di tessuto di armatura unidirezionale in fibra di carbonio o di vetro. Il tessuto dovrà essere steso con rullo o spatola nella direzione



di progetto ed incorporato nella massa resinosa facendo attenzione a non creare bolle d'aria.

5. Impregnazione a fresco del tessuto con resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità. Il prodotto sarà applicato a pennello o rullo in più mani e lentamente in modo che l'impregnazione del tessuto sia completa.

Modulo

7

Verifica semplificata, in zona sismica, di un fabbricato in muratura

6.1 – Premessa	pag. 124
6.2 – Interventi in fondazione	pag. 124
6.2.1 – Rinforzo mediante sottofondazioni	pag. 124
6.2.1 – Rinforzo mediante micropali	pag. 125
6.3 – Interventi sulla muratura	pag. 125
6.3.1 – Iniezione di miscele leganti	pag. 126
6.3.2 – Intervento mediante rete e betoncino sull'intera parete	pag. 127
6.3.3 – Riparazione di lesione isolata con rete e betoncino	pag. 127
6.3.4 – Riparazione di lesioni isolate col metodo cuci-scuci	pag. 128
6.3.5 – Intervento con lastre armate	pag. 128
6.4 – Inserimento di nuovi solai in c.a.	pag. 129
6.5 – Consolidamento di volte con materiali compositi	pag. 129
6.5.1 – Consolidamento di volte con rete in fibra di vetro	pag. 130
6.5.2 – Consolidamento di volte con tessuto in fibra di vetro o di carbonio	pag. 131

7.1 - AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** quale definita nel seguito).

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell’azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull’individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 6.1).

Tabella 6.1 – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate (Tab. 6.2), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d’elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Tabella 6.2 – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Amplificazione topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare i valori dei coefficienti topografici S_T riportati nella **Tab. 6.3**, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 6.3 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1,0
T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** il coefficiente può essere calcolato, in funzione dei valori di F_0 relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 6.4, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 6.4 – Espressioni di S_s

Categoria sottosuolo	S_s
A	1
B	$1 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1 \leq 3,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

7.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI

ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE

L'edificio a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale. I sistemi resistenti di pareti di muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni devono essere collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

I pannelli murari sono considerati resistenti anche alle azioni orizzontali quando hanno una lunghezza non inferiore a 0,3 volte l'altezza di interpiano; essi svolgono funzione portante, quando sono sollecitati prevalentemente da azioni verticali, e svolgono funzione di controvento, quando sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali. Ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico dell'edificio, tutti le pareti devono assolvere, per quanto possibile, sia la funzione portante sia la funzione di controventamento.

Gli orizzontamenti sono generalmente solai piani, o con falde inclinate in copertura, che devono assicurare, per resistenza e rigidità, la ripartizione delle azioni orizzontali fra i muri di controventamento.

L'organizzazione dell'intera struttura e l'interazione ed il collegamento tra le sue parti devono essere tali da assicurare appropriata resistenza e stabilità, ed un comportamento d'insieme "scatolare".

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro. Tutte le pareti devono essere collegate al livello dei solai mediante cordoli di piano di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. I cordoli di piano devono avere adeguata sezione ed armatura.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare tra loro i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche o altro materiale resistente a trazione, le cui estremità devono essere efficacemente ancorate ai cordoli. Per il collegamento nella direzione di tessitura del solaio

possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. Per il collegamento in direzione normale alla tessitura del solaio, si possono adottare opportuni accorgimenti che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei al solaio.

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è generalmente realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

Lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 150 mm
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 200 mm
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 240 mm
- muratura di pietra squadrata 240 mm
- muratura di pietra listata 400 mm
- muratura di pietra non squadrata 500 mm

Regolarità

Le costruzioni devono avere, quanto più possibile, struttura caratterizzata da regolarità in pianta e in altezza. Se necessario ciò può essere conseguito suddividendo la struttura, mediante giunti, in unità tra loro dinamicamente indipendenti.

Per quanto riguarda gli edifici, una costruzione è *regolare in pianta* se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidzze;
- b) il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 3;
- c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione;
- d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti.

Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è *regolare in altezza* se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:

- e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione;
- f) massa e rigidzza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidzza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%);

Distanza tra costruzioni contigue

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo *SLU*, in ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad 1/100 della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $a_g \cdot S / 0,5g \leq 1$.

Qualora non si eseguano calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base, può essere stimato in 1/100 dell'altezza della costruzione moltiplicata per $a_g \cdot S / 0,5g$.

Altezza massima dei nuovi edifici

Per le tipologie strutturali: costruzioni di legno e di muratura non armata che non accedono alle riserve anelastiche delle strutture, ricadenti in zona 1, è fissata una altezza massima pari a due piani dal piano di campagna, ovvero dal ciglio della strada. Il solaio di copertura del secondo piano non può essere calpestio di volume abitabile.

Per le altre zone l'altezza massima degli edifici deve essere opportunamente limitata, in funzione delle loro capacità deformative e dissipative e della classificazione sismica del territorio. Per le altre tipologie strutturali (cemento armato, acciaio, etc) l'altezza massima è determinata unicamente dalle capacità resistenti e deformative della struttura.

Limitazione dell'altezza in funzione della larghezza stradale

I regolamenti e le norme di attuazione degli strumenti urbanistici possono introdurre limitazioni all'altezza degli edifici in funzione della larghezza stradale.

Per ciascun fronte dell'edificio verso strada, i regolamenti e le norme definiranno la distanza minima tra la proiezione in pianta del fronte stesso ed il ciglio opposto della strada. Si intende per strada l'area di uso pubblico aperta alla circolazione dei pedoni e dei veicoli, nonché lo spazio inedificabile non cintato aperto alla circolazione pedonale.

7.3 - Materiali e caratteristiche tipologiche

Elementi resistenti in muratura

Elementi artificiali

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale).

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura φ ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro f .

I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione $\varphi = 100 F/A$ dove:

- F è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
- A è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.
- Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura φ coincide con la percentuale in volume dei vuoti come definita dalla norma UNI EN 772-9:2001.

Le Tab. 1a e 1b riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo rispettivamente.

Tabella 1a - **Classificazione elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura j	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$j \leq 15\%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < j \leq 45\%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < j \leq 55\%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

Tabella 1b - **Classificazione elementi in calcestruzzo**

Elementi	Percentuale di foratura j	Area A	
		$A \leq 900 \text{ cm}^2$	$A > 900 \text{ cm}^2$
Pieni	$j \leq 15\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Semipieni	$15\% < j \leq 45\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Forati	$45\% < j \leq 55\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta. Elementi di laterizio di area lorda A maggiore di 300 cm^2 possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a 35 cm^2 , da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scopo di agevolare la presa manuale; per A superiore a 580 cm^2 sono ammessi due fori,

ciascuno di area massima pari a 35 cm², oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento della armatura la cui area non superi 70 cm².

Non sono soggetti a limitazione i fori degli elementi in laterizio e calcestruzzo destinati ad essere riempiti di calcestruzzo o malta.

L'utilizzo di materiali o tipologie murarie diverse rispetto a quanto specificato deve essere autorizzato preventivamente dal Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulla base di adeguata sperimentazione, modellazione teorica e modalità di controllo nella fase produttiva.

Elementi naturali

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile, e resistente al gelo; essi non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili, o residui organici e devono essere integri, senza zone alterate o rimovibili.

Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica ed adesività alle malte determinati secondo le modalità descritte nel § 11.10.3.

7.4 - Caratteristiche specifiche fabbricati in muratura in zona sismica

Materiali

Gli elementi da utilizzare per costruzioni in muratura portante debbono essere tali da evitare rotture eccessivamente fragili. A tal fine gli elementi debbono possedere i requisiti indicati nel paragrafo precedente con le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti disposti parallelamente al piano del muro continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 N/mm² (5 MPa);
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (f_{bk}), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 N/mm² (1,5MPa). La malta di allettamento per la muratura ordinaria deve avere resistenza media non inferiore a 5 MPa e i giunti verticali debbono essere riempiti con malta. L'utilizzo di materiali o tipologie murarie aventi caratteristiche diverse rispetto a quanto sopra specificato deve essere autorizzato preventivamente dal Servizio Tecnico Centrale, su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Sono ammesse murature realizzate con elementi artificiali o elementi in pietra squadrata.

È consentito utilizzare la muratura di pietra non squadrata o la muratura listata solo nei siti ricadenti in zona 4.

7.5 - Verifica semplificata

Per gli edifici realizzati in muratura formata da elementi resistenti artificiali pieni o semipieni o da elementi resistenti naturali, ricadenti in zona sismica di 2, 3, e 4 categoria, se possono definirsi fabbricati “semplici”, può essere eseguita una verifica sismica semplificata ponendo il coefficiente $\gamma_M=4,2$.

Un fabbricato per definirsi semplice deve rispettare tutte le seguenti condizioni:

- a) le pareti strutturali della costruzione siano continue dalle fondazioni alla sommità;
 - b) nessuna altezza interpiano sia superiore a 3,5 m;
 - c) il numero di piani non sia superiore a 3 (entro e fuori terra) per costruzioni in muratura ordinaria ed a 4 per costruzioni in muratura armata;
 - d) la planimetria dell'edificio sia inscritto in un rettangolo con rapporti fra lato maggiore e lato minore non inferiore a 3;
 - e) la snellezza della muratura, secondo l'espressione $\lambda = h_0 / t$, non sia in nessun caso superiore a 12;
- dove $h_0 = \rho h$ è la lunghezza libera di inflessione della parete valutata in base alle condizioni di vincolo ai bordi espresse dalla tabella 2 e t è lo spessore della parete.

Fattore laterale di vincolo

h/a	ρ
$h/a \leq 0,5$	1
$0,5 < h/a \leq 1,0$	$3/2 - h/a$
$1,0 < h/a$	$1/[1+(h/a)^2]$

f) il carico variabile per i solai non sia superiore a 3,00 kN/m².

g) l'area della sezione di muratura resistente alle azioni orizzontali, espressa in percentuale rispetto alla superficie totale in pianta dell'edificio, sia non inferiore al 4% nelle due direzioni principali escluse le parti aggettanti; non sono da prendere in considerazione ai fini della percentuale di muratura resistente, i muri di lunghezza L inferiore a 50 cm, misurata al netto delle aperture.

Devono essere, inoltre, rispettate le seguenti condizioni:

- in ciascuna delle due direzioni siano previsti almeno due sistemi di pareti di lunghezza complessiva, al netto delle aperture, ciascuno non inferiore al 50% della dimensione della costruzione nella medesima direzione.
- Nel conteggio della lunghezza complessiva possono essere inclusi solamente setti murari che rispettano i requisiti geometrici della Tab. 7.4. La distanza tra questi due sistemi di pareti in direzione ortogonale al loro sviluppo longitudinale in pianta sia non inferiore al 75 % della dimensione della costruzione nella medesima direzione (ortogonale alle pareti). Almeno il 75 % dei carichi verticali sia portato da pareti che facciano parte del sistema resistente alle azioni orizzontali;

Tabella 7.4 – *Requisiti geometrici delle pareti resistenti al sisma.*

Tipologie costruttive	t_{\min}	$(\lambda=h_0/t)_{\max}$	$(l/h')_{\min}$
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata	300 mm	10	0,5
Muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali	240 mm	12	0,4
Muratura armata, realizzata con elementi artificiali	240 mm	15	Qualsiasi
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata, in siti ricadenti in zona 3 e 4	240 mm	12	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali semipieni, in siti ricadenti in zona 4	200 mm	20	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali pieni, in siti ricadenti in zona 4	150 mm	20	0,3

h' l'altezza massima delle aperture adiacenti alla parete, l la lunghezza della parete.

- in ciascuna delle due direzioni siano presenti pareti resistenti alle azioni orizzontali con interasse non superiore a 7 m, elevabili a 9 m per costruzioni in muratura armata;

- per ciascun piano il rapporto tra area della sezione resistente delle pareti e superficie lorda del piano non sia inferiore ai valori indicati nella tabella 7.5, in funzione del numero di piani della costruzione e della sismicità del sito, per ciascuna delle due direzioni ortogonali:

Tabella 7.5 – Area pareti resistenti in ciascuna direzione ortogonale per costruzioni semplici.

Accelerazione di picco del terreno $a_g \cdot S$		$\leq 0,07$ g	$\leq 0,1$ g	$\leq 0,15$ g	$\leq 0,20$ g	$\leq 0,25$ g	$\leq 0,30$ g	$\leq 0,35$ g	$\leq 0,40$ g	$\leq 0,45$ g	$\leq 0,4725$ g
Tipo di struttura	Numero piani										
Muratura ordinaria	1	3,5 %	3,5 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,0 %	6,0 %	6,5 %
	2	4,0 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,5 %	6,5 %	6,5 %	7,0 %
	3	4,5 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,5 %	7,0 %			

$S = S_S \cdot S_T$, S_T si applica solo nel caso di strutture di Classe d'uso III e IV .

È implicitamente inteso che per le costruzioni semplici il numero di piani non può essere superiore a 3 per le costruzioni in muratura ordinaria e a 4 per costruzioni in muratura armata. Deve inoltre risultare, per ogni piano:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq 0,25 \frac{f_k}{\gamma_M}$$

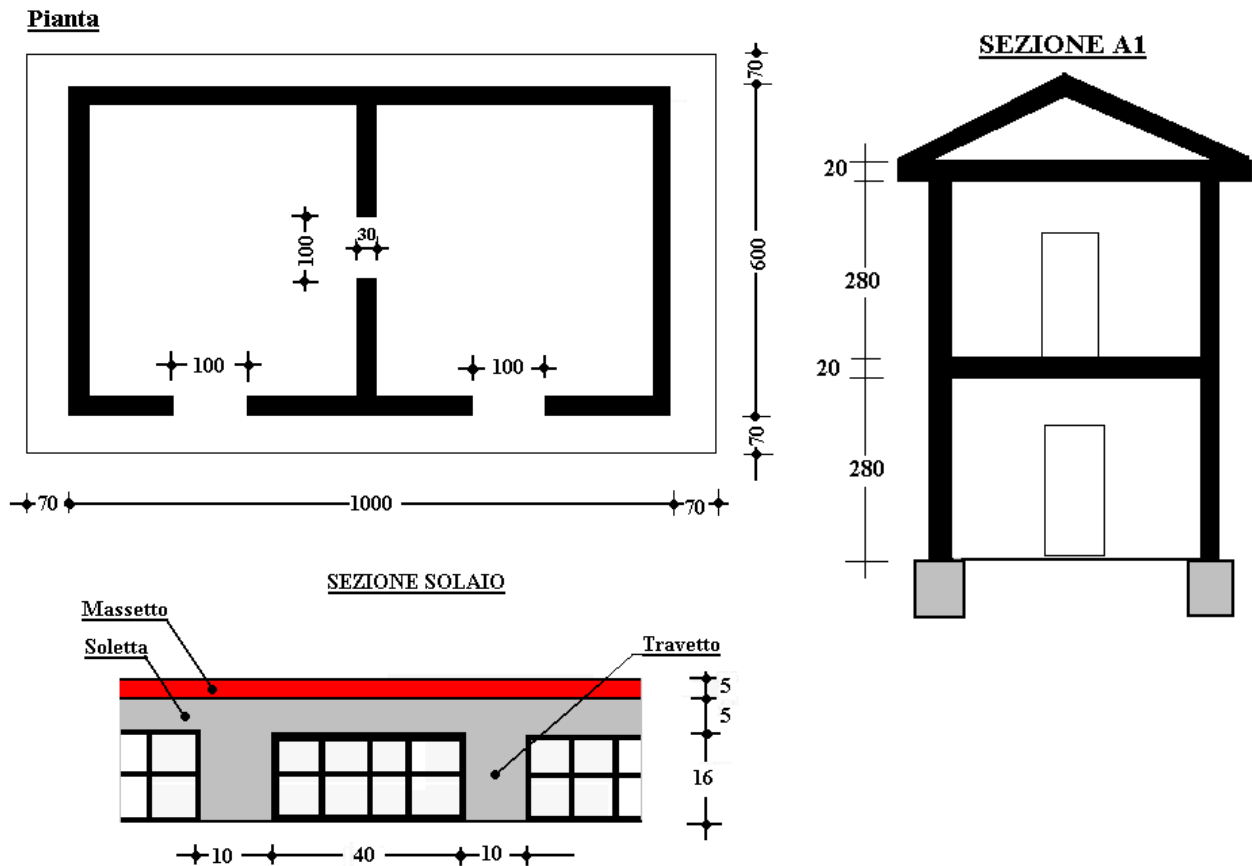
dove:

- N è il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio corrispondente alla somma dei carichi permanenti e variabili (valutati ponendo $\gamma_G = \gamma_Q = 1$);
- A è l'area totale dei muri portanti allo stesso piano e f_k è la resistenza caratteristica a compressione in direzione verticale della muratura.

Il dimensionamento delle fondazioni può essere effettuato in modo semplificato tenendo conto delle tensioni normali medie e delle sollecitazioni sismiche globali determinate con l'analisi statica lineare.

7.6 - Esempio di verifica sismica semplificata di un fabbricato in muratura

Si consideri il semplice fabbricato in muratura di mattoni pieni, in figura, avente $f_k = 7,5$ N/mm², sito in zona pianeggiante su un terreno di categoria B, nel comune di Catanzaro si esegua la verifica semplificata.



Verifichiamo, innanzitutto, la sussistenza delle condizioni di semplicità richieste per potere eseguire la verifica semplificata.

- il punto c è soddisfatto, essendo il fabbricato a 2 piani;

verifica punto d:

- il rapporto tra lato minore e lato maggiore risulta:

$$\frac{\text{Latomag.}}{\text{Lato min.}} = \frac{10}{6} = 1,67 < 3 ; \text{ quindi il punto d è soddisfatto;}$$

Verifica punto e:

La snellezza va calcolata secondo la formula: $\lambda = \frac{h_0}{t}$;

dove: t è lo spessore del muro;

h_0 è la lunghezza libera di inflessione laterale del muro, da calcolarsi mediante: $h_0 = \rho \cdot h$,
con : h altezza interna del piano;
 ρ il fattore laterale di vincolo.

Poiché dobbiamo verificare che nessuna parete abbia snellezza superiore a 12, per il fattore ρ , consideriamo il valore di 1, che è il più cautelativo e valido per pareti isolate.

Nel nostro caso, quindi, si avrà: $h_0 = \rho \cdot h = 1 \cdot 280 = 280 \text{ cm}$;

la snellezza, quindi, sarà: $\lambda = \frac{h_0}{t} = \frac{280}{30} = 9,33 < 12$;

Anche il punto e è soddisfatto;

Verifica punto g:

area muratura resistente in direzione X:

	$2 \times 0,30 \times 10,00$	$= 6,00$
detrae	$2 \times 0,30 \times 1,00$	$\underline{= 0,60}$
Totale		$= 5,40 \text{ mq}$

area muratura resistente in direzione Y:

	$3 \times 0,30 \times 6,00$	$= 5,40$
detrae	$0,30 \times 1,00$	$\underline{= 0,30}$
Totale		$= 5,10 \text{ mq}$

Verifichiamo ora che l'area resistente dei muri, in ogni direzione di verifica sia maggiore di quanto previsto nella tabella 7.5, a tal fine procediamo al calcolo di a_g . Utilizzando il programma di calcolo si ricavano i seguenti dati: $a_g = 0,317 g$; coefficiente stratigrafico $S_S = 1,234$; coefficiente topografico $S_T = 1$.

Pertanto si ha :

$$S * a_g = S_S * S_T * a_g = 1,234 * 1 * 0,317 g = 0,39 g;$$

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

LONGITUDINE: 16,5995; LATITUDINE: 38,8918

REGIONE: Calabria; PROVINCIA: Catanzaro; COMUNE: Catanzaro

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 50

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u : 2

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 100

Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $P_{VR} = 81\%$ (60), SLD - $P_{VR} = 63\%$ (101), SLV - $P_{VR} = 10\%$ (949), Stati limite ultimi - SLU: SLC - $P_{VR} = 5\%$ (1950)

Strategia di progettazione: SLO, SLD, SLV, SLC

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite considerato: SLV

Categoria di sottosuolo: B; Categoria topografica: T1

Smorzamento ξ (%): 5; $\eta = 1,000$

Fattore q_s : 3; Regol. in altezza: si

Fattore q : 1,5; $\eta = 0,667$

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLV	T [s]	Se [g]
a_g	0,317 g	0,000	0,345
F_a	2,454	0,172	0,282
T_C	0,387 s	0,515	0,282
S_S	1,089	0,627	0,232
C_C	1,330	0,739	0,197
S_T	1,000	0,851	0,171
q	3,000	0,963	0,151
		1,075	0,135
		1,187	0,122
		1,299	0,112
		1,411	0,103
		1,523	0,095
		1,635	0,089
		1,747	0,083
		1,859	0,078
		1,971	0,074
		2,083	0,070
		2,195	0,066
		2,307	0,063
		2,419	0,063
		2,531	0,063
		2,643	0,063
		2,755	0,063
		2,867	0,063
		2,921	0,063
		2,975	0,063
		3,000	0,063

Parametri dipendenti

S	1,089
η	0,333
T_B	0,172 s
T_C	0,515 s
T_D	2,867 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10} \cdot (S - \xi) \geq 0,55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.6)

$T_C = C_C \cdot T_C^0$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

Quindi, dalla tabella 7.5, rileviamo che la percentuale della muratura deve essere superiore al 6,5%.

Direzione X:

$$\frac{\text{Arearesistente}}{\text{Areafabbricato}} = \frac{5.40}{6.00 \cdot 10.00} = 0.09 = 9\% > 6,5\%$$

Direzione Y:

$$\frac{\text{Arearesistente}}{\text{Areafabbricato}} = \frac{5.10}{6.00 \cdot 10.00} = 0.08 = 8\% > 6,5\%$$

Supposte verificate tutte le altre condizioni, procediamo alla verifica sismica semplificata.

Analisi dei carichi

Poiché i coefficienti γ_G e γ_Q , devono essere posti pari a 1, non si fa distinzione tra carico permanente ed accidentale. Calcoliamo i carichi totali a mq.

Tetto:

Peso proprio tetto:	150 daN/mq
carico accidentale	<u>100</u> "
Totale	250 "

II Solaio:

peso travetti 2 x0.10x0.16x2500	80 daN/mq;
soletta 0.05x2500	125 "
laterizi	80 "
intonaco	30 "
carico accidentale	<u>100</u> "
Totale	415 "

I Solaio:

peso travetti 2 x0.10x0.16x2500	80 daN/mq;
soletta 0.05x2500	125 "
laterizi	80 "
intonaco	30 "
massetto 0.05x2000	100 "
pavimento	40 "
incidenza tramezzi	100 "
carico accidentale	<u>200</u> "
Totale	755 "

Determinazione dello sforzo normale N sulla quota fondazioni

Calcolo del peso totale tetto + II solaio $7.40 \times 11.40 \times (250 + 415) = 56.099 \text{ daN}$

peso muratura I piano:

$3 \times 0.30 \times 2.8 \times 6.00 \times 1.800 = 27.216 \text{ daN}$

$2 \times 0.30 \times 2.80 \times (10.00 - 3 \times 0.30) \times 1800 = 27.518 \text{ daN}$

peso I solaio $6.00 \times 10.00 \times 755 = 45.300 \text{ daN}$

peso muratura piano terra:

$3 \times 0.30 \times 2.80 \times 6.00 \times 1.800 = 27.216 \text{ daN}$

$2 \times 0.30 \times 2.80 \times (10.00 - 3 \times 0.30) \times 1800 = \underline{27.518 \text{ daN}}$

Totale $= 211.752 \text{ daN}$

Calcoliamo: $0,25 \frac{f_k}{\gamma_M} = 0,25 \frac{7,4}{4,2} = 0,44 \text{ N/mm}^2$

Calcoliamo l'area totale:

area muratura in direzione X:

$2 \times 0.30 \times 10,00 = 6,00$

detrae $2 \times 0.30 \times 1.00 = - 0,60$

area muratura in direzione Y:

$3 \times 0.30 \times (6.00 - 2 \times 0.30) = 4,86$

detrae $0.30 \times 1.00 = - 0,30$

Totale $\underline{9.96 \text{ mq;}}$

Verifica sismica semplificata

$$\sigma_m = \frac{N}{A} = \frac{211.752}{9.96} = 21.260 \text{ daN/mq} = 0,21 \text{ N/mm}^2 < 0,44 \text{ N/mm}^2$$

La verifica è soddisfatta.

Comune di _____

Provincia di _____

Progetto per _____

Elenco Prezzi Unitari

Data _____

Il responsabile del procedimento

Il progettista:

N.	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Incidenza manodopera
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

Comune di _____

Provincia di _____

Progetto per _____

Computo metrico estimativo

Data _____

Il responsabile del procedimento

Il progettista:

Num Ord.	Designazione dei lavori	DIMENSIONI				Quantità	N. ordine elenco prezzi	Prezzo	IMPORTI €	
		Par.ug.	Lung.	Larg.	H/pes o				Parziale	TOTALE
	Riporto									
	A riportare									

Pagina _____

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per _____

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____

Importo contrattuale dei lavori euro: _____ al netto del ribasso d'asta del _____

Libretto delle misure

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Data	Art. Elenco	Indicazione dei lavori	Fattori			Prodotti	Figure ed annotazioni
			Lung.	Larg.	Altezza		

Pagina _____

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per: _____

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____
Importo contrattuale dei lavori euro _____ al netto del ribasso d'asta del _____

Registro di contabilità

Il presente registro è distinto con il n° _____, è composto di n° _____ fogli numerati e firmati in bianco, è stato da me consegnato al direttore dei lavori _____ in data _____

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

(bollo ufficio registro)

N. d'ordine	Data	Articolo Elenco	Indicazione dei lavori e delle provviste	LIBRETTO		PRODOTTI		Prezzo unitario	IMPORTO		
				Num.	Pag.	Negativi	Positivi		Liquidato		Pagato
									Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	

Il Direttore dei Lavori

L'Impresa

Pagina _____

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per _____

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____

Importo contrattuale dei lavori euro: _____ al netto del ribasso d'asta del _____

Sommario del registro di contabilità

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 1 Scavo di sbancamento		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 2 Scavo a sezione obbligata		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 3 Calcestruzzo per fondazioni		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 4 Calcestruzzo in elevazione		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 5 Casseforme		Num. d'ordine reg. cont.	Articolo 6 Tubi in pvc	
	Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario		Unità di misura	Prezzo unitario

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori _____

Impresa: _____

Contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____

Importo contrattuale dei lavori euro: _____ al netto del ribasso d'asta del _____

Stato di avanzamento lavori N

Data _____

Il responsabile del procedimento:

Il Direttore dei Lavori

N. d'ordine	Art. di elenco prezzi	Designazione dei lavori e delle provviste	Quantità	Prezzo Unitario	Importo		
					Parziale		Totale
					Non soggetto a ribasso	Soggetto a ribasso	

Comune di _____

Provincia di _____

Lavori per la realizzazione di un muro di sostegno in località “Ginestra”

Impresa: _____

Certificato di pagamento N° _____ per il pagamento della _____ rata di € _____

Certificati precedenti		
N.	Data	Importo
Totale		

Il sottoscritto Direttore dei Lavori

Visto il contratto in data _____ n° rep _____ registrato a _____ in data _____ col quale fu affidato alla predetta impresa l’esecuzione dei suindicati lavori per l’aggiudicata somma di €: _____ al netto del ribasso d’asta del _____. Risultando dalla contabilità sino ad oggi l’ammontare dei lavori eseguiti al netto del ribasso contrattuale ad € 127.677,90 come specificato di seguito:

Per lavori		
Per		
Per		
Sommano €		
Da cui detraendo:		
La ritenuta dello 0,50% per infortuni		
L’ammontare dei certificati precedenti		
Totale deduzioni €		
Risulta il credito dell’impresa di €		

CERTIFICA

Che ai sensi dell’art. 5 del foglio patti e condizioni, si può pagare all’impresa sopra indicata la rata di acconto di € _____ ; in lettere: (_____) oltre IVA.

Gli operai dell’Impresa sono stati assicurati presso l’INAIL di _____ con polizza n. _____ in data _____ continuativa.

Data _____

Il Direttore dei Lavori

Il Responsabile del procedimento
