

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia
AZIENDE PER I SERVIZI SANITARI
DIPARTIMENTI DI PREVENZIONE
Servizi di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro
Ufficio Operativo del Comitato Regionale di coordinamento dd. 29/09/2011 - Approvazione tecnica

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE REGIONALE DELLA SANITÀ
SERVIZIO PER LA SALUTE PUBBLICA E DEL LAVORO
SERVIZI DI PREVENZIONE E SICUREZZA DEGLI AMBIENTI DI LAVORO
Gruppo di Lavoro Regionale per l'Edilizia delle AZIENDE PER I SERVIZI SANITARI
N° 1 "TRIESTINA", N° 2 "ISONTINA", N° 3 "ALTO FRIULI", N° 4 "MEDIO FRIULI",
N° 5 "BASSA FRIULANA", N° 6 "FRIULI OCCIDENTALE"



LA SICUREZZA NEI LAVORI DI SCAVO

*Istruzioni operative per la scelta delle opere provvisorie in funzione della natura
dei terreni*

a cura di
Renzo Simoni
Elisa Fania

INDICE

Scavi	pag. 3
Classificazione delle terre	pag. 5
Tenuta dei fronti di scavo	pag. 6
Opere provvisorie di sostegno e sistemi di protezione	pag. 9

1. Scavi

Scavo

Con il termine di scavo viene definita qualsiasi asportazione di rocce e/o terra dalla collocazione originaria necessaria alla creazione di splateamenti, cavità, ecc. di forme e dimensioni opportune, necessari per la realizzazione di opere ingegneristiche.

Gli scavi si distinguono in :

- Scavi a cielo aperto
- Scavi in galleria

In questa trattazione verranno presi in considerazione unicamente le tipologie di scavi a cielo aperto.

Scavi a cielo aperto

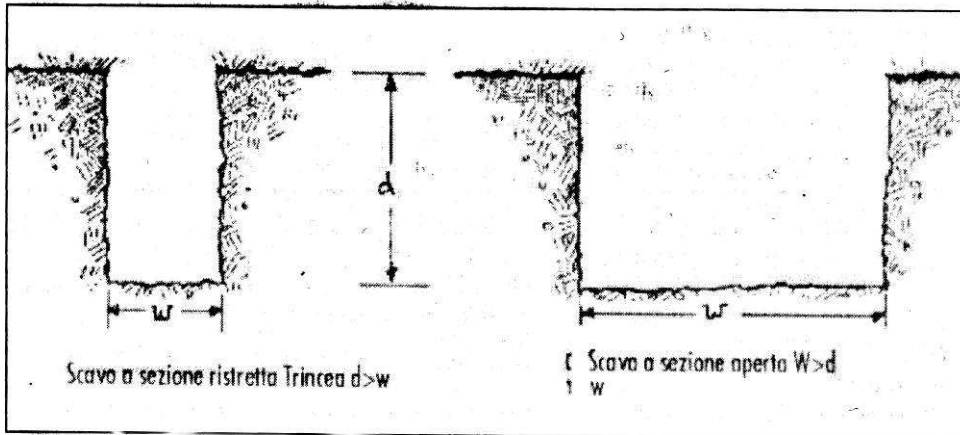
Gli scavi a cielo aperto si suddividono in:

- **scavi di sbancamento (o splateamento o in sezione ampia o sterri)** sono quelli in cui la superficie orizzontale è preponderante rispetto alla profondità dello scavo, e tale sezione è sufficientemente ampia da consentire l'accesso ai mezzi di trasporto sino al fronte di scavo (accesso diretto o a mezzo di rampe provvisorie), in modo che il materiale scavato venga caricato direttamente sui mezzi di trasporto. In genere si ricorre a questi tipi di scavo quando è necessario eseguire scavi su vasta superficie quali quelli per lo spianamento o sistemazione del terreno.
- **scavi a sezione aperta** sono quelli scavi in cui la superficie orizzontale è preponderante rispetto alla profondità dello scavo. In genere si ricorre a questi tipi di scavo quando si deve realizzare cantinati di nuova costruzione, corpi di fabbrica interrati, piani di appoggio di platee di fondazione ed in genere scavi al disotto del piano di campagna.
- **scavi a sezione ristretta o obbligata:** si intendono di solito gli scavi aventi la larghezza uguale o inferiore all'altezza, eseguiti a partire dalla superficie del terreno naturale o dal fondo di un precedente scavo di sbancamento, sempre che il fondo del cavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto. Più in particolare:
 - per *scavi a sezione obbligata* si intendono quelli scavi con dimensioni vincolate in cui la lunghezza e la larghezza sono inferiori alla profondità (scavi di fondazione). In genere si ricorre a questo tipo di scavo per la realizzazione delle fondazioni a plinto o a trave rovescia;
 - per *scavi a sezione ristretta o in trincea* si intendono quelli in cui la profondità di scavo è maggiore della sua lunghezza e la larghezza alla base dello scavo non è maggiore di 4,60 m. In genere questi tipi di scavo vengono utilizzati per la posa di tubazioni, sottoservizi, ecc.

Nel caso in cui la profondità sia notevolmente superiore alla superficie orizzontale dello scavo si parla di *scavo di pozzi*.

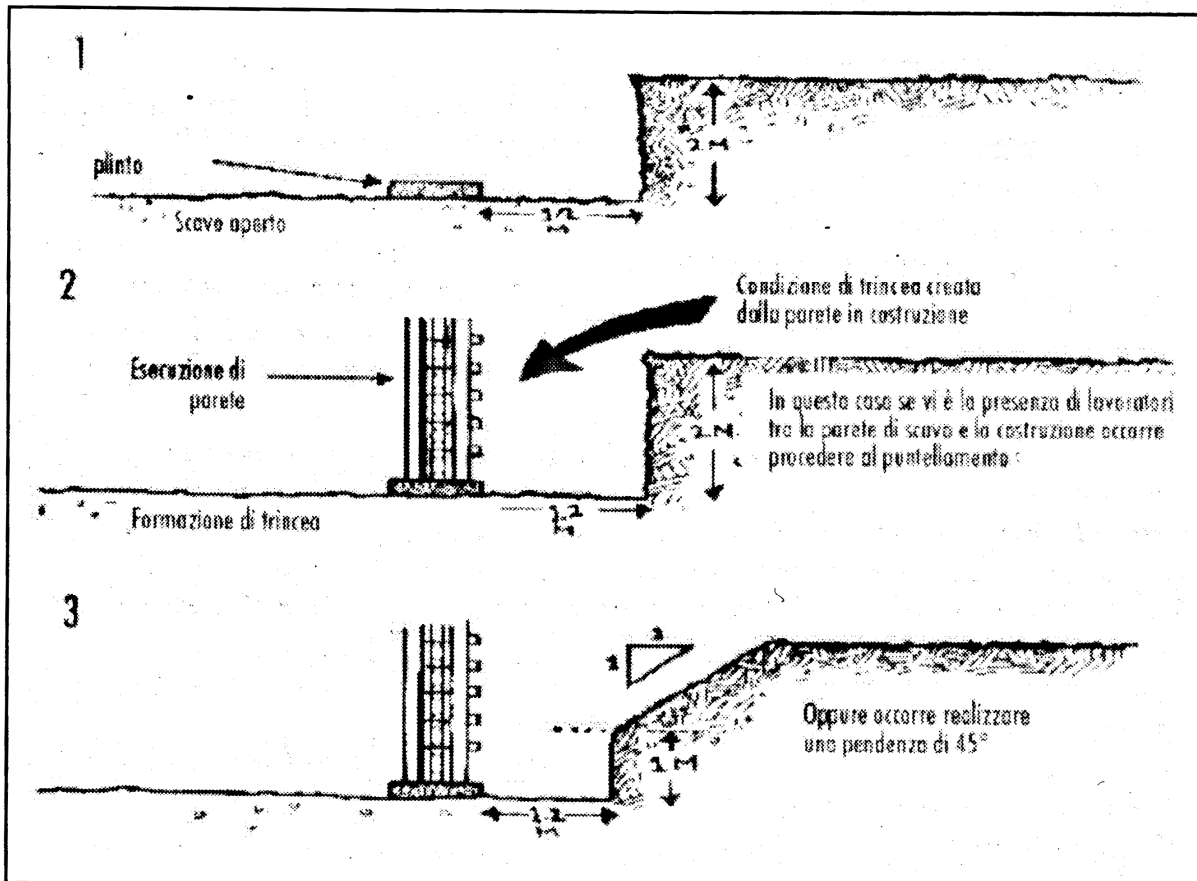
A seconda della natura del terreno e del volume di terra da scavare i mezzi utilizzati per le opere di scavo possono essere:

- mezzi manuali quali martelli pneumatici;
- mezzi meccanici (macchine escavatrici);
- esplosivi.



Scavi in trincea e a sezione aperta

Si considerano trincee anche le porzioni di scavo delimitate dalla presenza di strutture comprese tra la struttura e il fronte dello scavo.



Scavi in trincea

2. Classificazione delle terre

Dal punto di vista tecnico il suolo è sempre costituito da terre, mentre è noto che scientificamente esso è composto da rocce e, nel linguaggio comune, per terra s'intende un materiale che sottoposto a carico si comprime, si assesta, subisce un cedimento più o meno grande nel tempo, mentre roccia è un materiale praticamente incompressibile.

Quindi i terreni si distinguono come:

- **INCOMPRESSIBILI:** sottoposti a carico non subiscono alcun cedimento apprezzabile;
- **COMPRESSIBILI:** sottoposti a carico subiscono una prima deformazione senza variazione di volume (rifiuimento elastico laterale) e quindi una variazione di volume per la diminuzione dei pori fra i granuli (dipende dalla permeabilità del terreno stesso), tale assestamento può essere maggiore o minore secondo il volume dei vuoti e può protrarsi a lungo nel tempo.

Un'altra distinzione si usa fare fra i terreni:

- **OMOGENEI:** si presentano in banchi di notevole estensione e spessore;
- **NON OMOGENEI:** possono essere stratificati in banchi di modesto spessore, inclinati o letteralmente eterogenei.

Si usa classificare le terre, che si sono formate secondo il noto processo di disgregazione delle rocce per opera degli agenti atmosferici, trasporto ad opera delle acque e del vento e deposito a distanze più o meno grandi, secondo le dimensioni granulometriche:

- ghiaie: ad di sopra di mm 2, sono le prime a depositarsi;
- sabbie: fra mm 2 e mm 0.1, generalmente silicee, ma anche calcaree e miste;
- limo: fra mm 0.1 e mm 0.02
- fango: sotto di mm 0.02, che è priva di consistenza se immersa in acqua;
- argilla: sotto di mm 0.02 e associata a particelle colloidali di dimensioni inferiori a mm 0.002 aventi funzione di legante.

Le argille sono terre *coerenti*, vale a dire dotate di una certa resistenza a trazione, mentre ghiaia e sabbia sono terre *incoerenti*, cioè sciolte, senza legante.

Le caratteristiche fisiche e meccaniche che interessa conoscere sono diverse per le terre coerenti e per quelle incoerenti, perché diverso è il loro comportamento sotto carico. Un'argilla sotto carico si deforma dapprima istantaneamente e poi lentamente per rifiuimento dell'acqua nei pori. Entro un certo limite queste deformazioni scompaiono al cessare del carico, cioè si possono considerare a comportamento *elastico*, oltre quel limite le deformazioni sono dovute a spostamenti dei granuli e sono quindi irreversibili, cioè di tipo *plastico*.

Per le terre coerenti la caratteristica fondamentale è il *contenuto d'acqua* (umidità), perché da esso dipende il consolidamento e la coesione della terra.

Terre a comportamento coesivo

Le terre a forte componente argillosa sono dette a comportamento coesivo, poiché le loro caratteristiche meccaniche sono essenzialmente condizionate dalla coesione esistente fra le particelle di natura argillosa.

Terre a comportamento granulare

Nell'ambito di questa ulteriore categoria sono classificabili le sabbie ed i materiali clastici fino alle ghiaie, contraddistinti da reazioni agli sforzi di taglio imputabili essenzialmente alla resistenza per attrito interno, ossia alle forze di attrito che si generano in corrispondenza delle superfici di contatto tra i granuli.

3. Tenuta dei fronti di scavo

La capacità della parete di scavo di autosostenersi in assenza di opere di stabilizzazione deve essere valutata in sede progettuale in modo rigoroso; è necessario quindi effettuare tutte le indagini preliminari di natura geologica e geotecnica e le relative elaborazioni, cui si è già accennato nei capitoli precedenti.

Infatti, è possibile dare allo scavo un'inclinazione (definita Inclinazione di sicurezza, scarpa, angolo di scarpa) tale per cui essa risulti stabile **nel breve periodo** e non vi sia pericolo di crollo.

Detta inclinazione di sicurezza è determinata dalle caratteristiche della parete di scavo; tra quelle di maggiore interesse vanno ricordate:

- le condizioni geologiche (presenza di discontinuità quali, ad esempio, fratture e/o intercalazioni di livelli litologicamente differenti) e idrogeologiche (eventuale presenza e condizioni di circolazione delle acque sotterranee);
- le caratteristiche geometriche (altezza);
- le caratteristiche geotecniche del terreno (angolo di attrito interno, coesione);
- le condizioni al contorno dello scavo (presenza di sovraccarichi in prossimità della parete di scavo, quali costruzioni, edifici, ecc.).

Le metodiche di valutazione della stabilità di un versante (sia esso naturale o artificiale) tengono conto di questi fattori. In via del tutto preliminare si può comunque evidenziare che:

- la presenza di discontinuità (fratture, diaclasi, giunti, ecc.) agisce a sfavore della stabilità;
- le condizioni di saturazione del terreno diminuiscono il valore della resistenza interna del materiale;
- la presenza di falde idriche sospese nell'ambito del versante, analogamente alla presenza di costruzioni o ingombri di qualsivoglia natura in prossimità del limite della parete di scavo, costituiscono sovraccarichi che agiscono a sfavore della stabilità;
- l'aumentare dell'altezza agisce a sfavore della stabilità, per inclinazioni superiori al valore dell'angolo di attrito interno, come precisato nel paragrafo successivo.

In ogni caso all'aumentare dell'angolo di attrito interno del materiale e della sua coesione aumenta l'angolo di scarpa e, conseguentemente, la stabilità del versante.

La valutazione delle condizioni di stabilità di uno scavo

Per effettuare la valutazione delle condizioni di stabilità di uno scavo bisogna tener presente la classificazione dei suoli (Soil Classification System) come definiti dalla Norma Standard 1926 (Safety and health regulations for construction) dell'OSHA:

- Rocce stabili
- Terreno "tipo A"
- Terreno "tipo B"
- Terreno "tipo C"

Le rocce stabili sono definibili come un complesso di minerali solidi naturali che possono essere scavati con pareti verticali che rimangono intatte per tutto il periodo di esposizione agli agenti atmosferici.

Con terreno di "tipo A" si intendono i suoli coesivi costituiti da argille/limi o da terre a forte componente argillosa.

Con terreno di "tipo B" si intendono i terreni mediamente coesivi a parziale composizione granulare (sabbie e ghiaie con presenza di componente argillosa/limosa) o dotati di attrito interno come i terreni costituiti da frammenti rocciosi spigolosi.

Con terreno di "tipo C" si intendono i terreni incoerenti a comportamento granulare come le sabbie e le ghiaie.

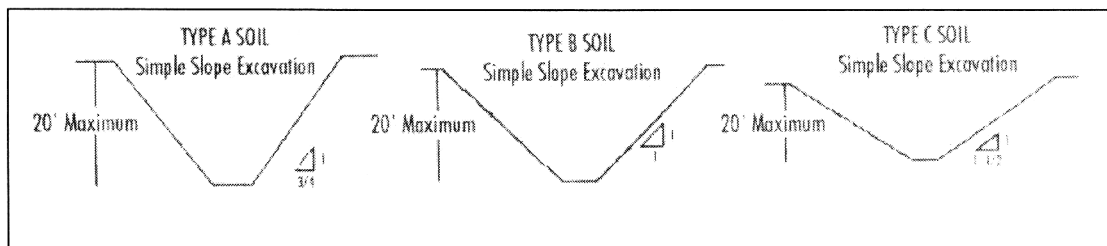
Le massime pendenze consentite, in funzione della classificazione sopra descritta, sono le seguenti:

Tipo di roccia o terreno	Max pendenza consentita (h/v) per scavi profondi meno di 6,10 m ***	
Roccia stabile	Verticale	90°
Terreno "tipo A" *	3/4 : 1	53°
Terreno "tipo B" **	1 : 1	45°
Terreno "tipo C"	1 1/2 : 1	34°

* per scavi di breve periodo (max 24 ore di scavo aperto) e di profondità max di 3,67 m, la max pendenza consentita è di 1/2 : 1 ovvero 63°.

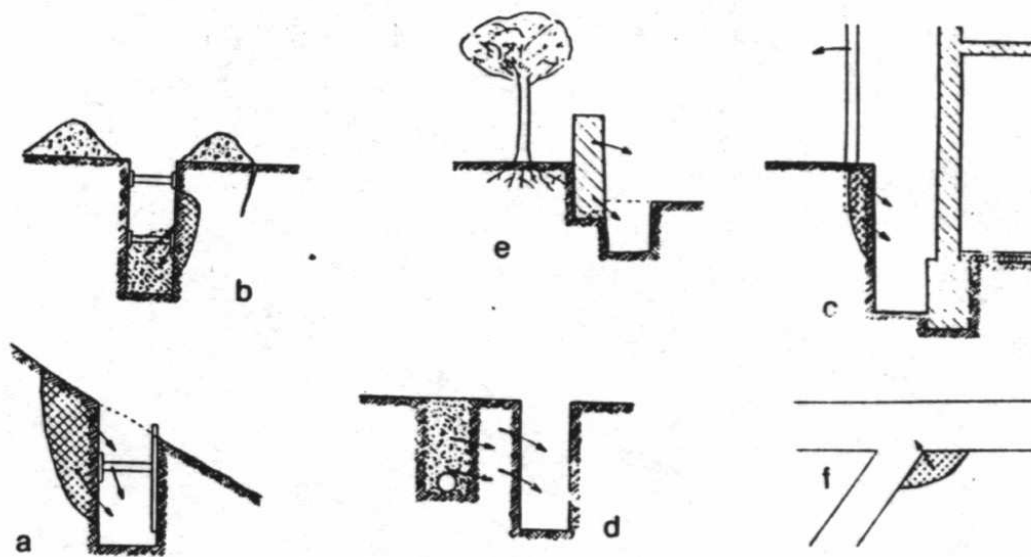
** scavi tipo trincea con le pendenze consigliate possono essere realizzati, in assenza di opere provvisorie di sostegno, solo in terreni dotati di coesione.

*** pendenze (o gradonamenti) per scavi più profondi di 6,10 m devono essere realizzati su progetto di un ingegnere abilitato.

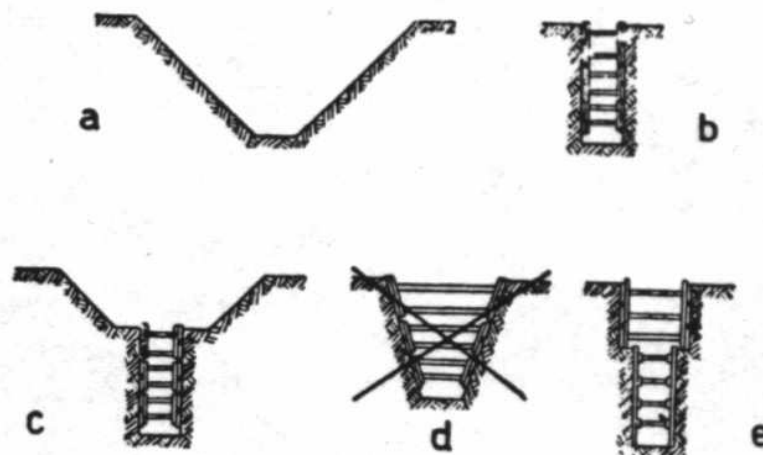


Pendenze di scavo per terreni di Tipo A, B e C

In base alla tabella sopra riportata, salvo nel caso in cui si debba effettuare uno scavo in presenza di roccia stabile, non è possibile realizzare pareti di scavo verticali o pressoché verticali. Pertanto, nel caso in cui si debbano realizzare scavi con queste caratteristiche, per evitare crolli totali o parziali delle pareti di scavo, si dovrà necessariamente provvedere all'armatura delle stesse. Nella figura che segue sono rappresentate alcune cause tipiche di crolli delle pareti di trincee.



Cause più comuni di crollo delle pareti di trincee.



Esempi di profili corretti per trincee in funzione della profondità: a,b, poco profonde; c, e, più profonde.

4. Opere provvisorie di sostegno e sistemi di protezione

In generale, quando si deve realizzare uno scavo, occorre prima verificare se necessitano opere di sostegno.

Quando si effettua uno sbancamento (o scavo a cielo aperto) di larghezza superiore rispetto all'altezza, in materiali a comportamento granulare, il sistema di protezione è necessario:

- se l'inclinazione della parete dello scavo è maggiore dell'angolo di attrito interno del terreno
- se si supera l'altezza critica in materiali coesivi.

Nel caso di scavi a sezione obbligata, in cui la profondità è maggiore della larghezza, occorre necessariamente armare lo scavo per evitare crolli e franamenti delle pareti.

Fanno eccezione i casi in cui:

- lo scavo non raggiunge la profondità di 1 metro
- quando esso è realizzato in roccia ed il tecnico competente ritiene non verificabile un crollo delle pareti di scavo.

Le opere di sostegno devono essere realizzate prima che entrino persone all'interno dello scavo e devono essere calate dall'esterno dello stesso.

Opere di contrasto e di sostegno

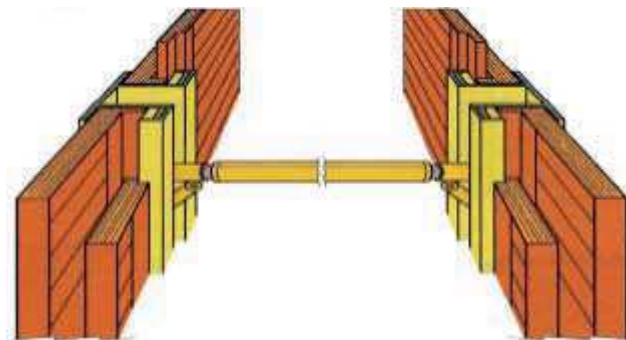
Armature, contrafforti e puntelli

L'armatura deve essere tale da resistere alle sollecitazioni indotte da:

- pressione del terreno;
- strutture adiacenti;
- carichi addizionali e vibrazioni (attrezzature, traffico veicolare, stoccaggio materiali, ecc.).

Le strutture di sostegno devono essere installate a diretto contatto con la facciata dello scavo e, ove necessario, deve essere inserito del materiale di ricalzo tra la facciata dello scavo e l'armatura, per garantire la continuità del contrasto.

Le armature dello scavo possono essere realizzate con elementi in legno o in metallo. Se si utilizzano puntelli di acciaio disposti perpendicolarmente ai montanti o ai pannelli in legno, occorre sempre verificare la compatibilità del carico trasmesso dall'acciaio al legno stesso.



Nella predisposizione degli elementi delle armature in legno occorre seguire precisi metodi per la scelta delle loro caratteristiche geometriche, nonché opportune procedure, al fine di rendere sicure le opere di contrasto. A questo proposito esistono apposite tabelle tecniche, riferite alle condizioni e al tipo di terreno nonché alla profondità e larghezza dello scavo, che forniscono le dimensioni di traverse, montanti, puntoni, pannelli in legno.

La scelta del tipo di armatura da disporre nello scavo e del materiale da utilizzare dipende sostanzialmente dalla natura del terreno, dal contesto ambientale e dal tipo di scavo da eseguire.

L'armatura deve comunque rispettare sempre le seguenti tre condizioni:

1. essere realizzata in modo da evitare il rischio di seppellimento:
 - in un terreno incoerente la procedura dovrà consentire di disporre armature parziali tali da permettere di raggiungere in sicurezza la profondità richiesta nel terreno;
 - in un terreno dotato di coesione, in cui lo scavo può essere realizzato in avanzamento continuo fino alla profondità desiderata, la procedura dovrà prevedere la collocazione di una gabbia di protezione prima che i lavoratori addetti accedano allo scavo.
2. essere sufficientemente resistente da opporsi, senza deformarsi o rompersi, alla pressione esercitata dal terreno sulle pareti dello scavo;
3. essere realizzata in modo da poter sopportare, senza deformarsi, anche carichi asimmetrici del terreno.

Il rispetto di queste condizioni è finalizzato a rendere tutti gli elementi dell'armatura (pannelli, montanti, puntoni) un modulo unitario simile ad una gabbia di sicurezza.

Si devono comunque evitare tutte quelle procedure non sicure, allorché la pressione del terreno che si sviluppa in direzione diversa rispetto ai puntoni può provocare pericolosi franamenti.

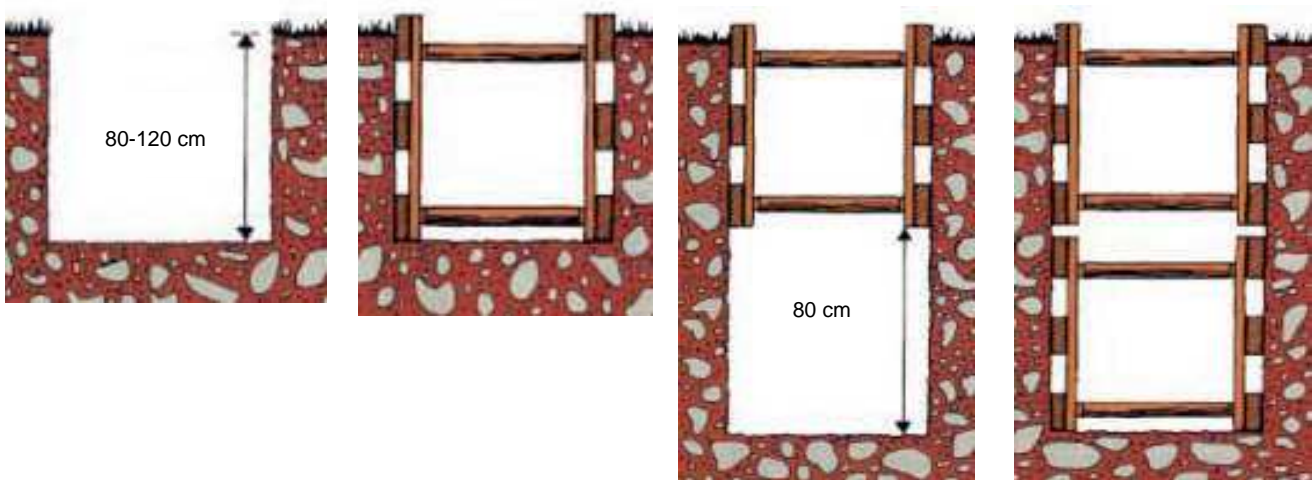
Esaminiamo ora le diverse tipologie di armatura degli scavi che si possono realizzare.

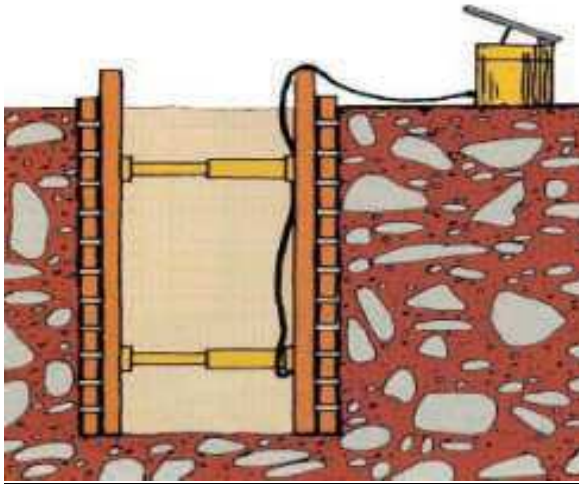
Armatura di scavi in terreni coesivi

Quando il terreno ha una buona coesione, la realizzazione delle strutture di sostegno è abbastanza semplice e non richiede materiali ed attrezzature particolari.

In presenza di un terreno di sufficiente coesione, in cui non è possibile realizzare lo scavo per tutta la profondità richiesta, si può effettuare lo scavo stesso fino a 80-120 cm e dopo aver disposto una prima armatura, si può procedere ad un'altra fase di scavo e così via.

In questo caso basta posizionare i pannelli di legno, di altezza leggermente superiore alla profondità dello scavo, contro le pareti dello scavo e fissarli con puntoni di legno provvisori per consentire agli operai di scendere nella trincea e disporre gli elementi di contrasto definitivi.





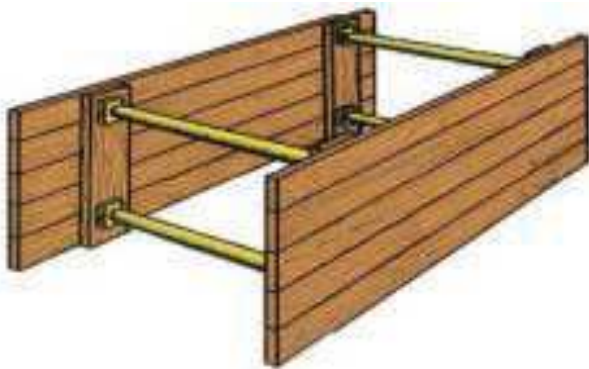
Una evoluzione della stessa procedura consiste nell' utilizzare da subito puntone idraulici di metallo che si possono collocare dall'esterno con una pompa che agisce sugli stessi fino a mettere in contrasto i pannelli con le pareti dello scavo. Questo tipo di armatura è adatto per scavi non molto profondi (massimo 2 - 2,5 m) e per terreni di buona coesione; non può essere utilizzata per scavi di larghezza inferiore a cm. 80 in quanto limita lo spazio libero nella trincea.

Quando l'armatura di sostegno è in fase di realizzazione, la benna dell'escavatore deve essere collocata nello scavo in modo da costituire una protezione addizionale in caso di frana del terreno.

Durante il montaggio dell'armatura deve essere disponibile una scala, per accedere e uscire dallo scavo, ad una distanza non superiore a 3 metri dalla zona di lavoro.

L'armatura deve essere realizzata dall'alto verso il basso: i primi puntone vanno collocati ad una profondità massima di cm. 20 dalla superficie del terreno e i successivi secondo lo schema predisposto in fase di progettazione dell'armatura.

La corretta installazione del 1° e del 2° puntone a contrasto dei montanti verticali rappresenta un momento importante ai fini della stabilizzazione delle pareti dello scavo.



Quando tra armature e terreno si utilizza un pannello di legno o di acciaio, il puntone non deve essere direttamente installato sul pannello, ma collocato sull'elemento verticale che lo sostiene.

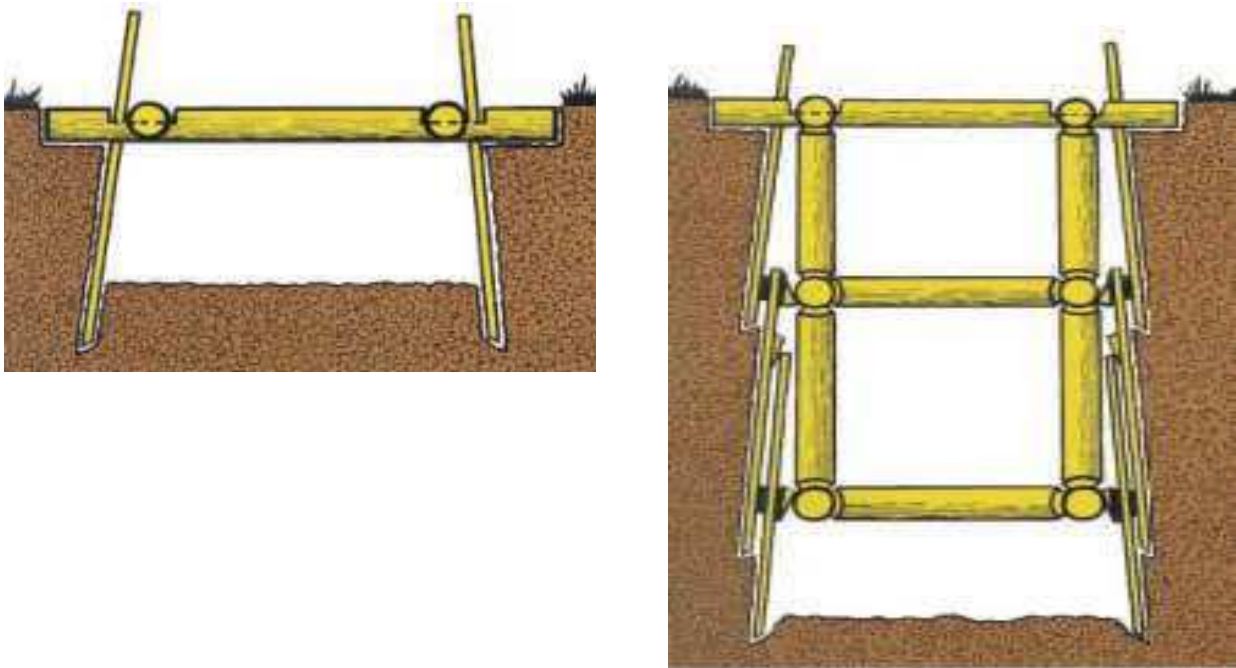
Dopo aver installato almeno due puntone sulla coppia di montanti verticali, si può procedere alla sistemazione del puntone posto in basso. E' importante ricordare che questa armatura di contrasto necessita di almeno due puntone per ogni coppia di montanti verticali.

Quanto descritto va seguito per ogni set di armatura, per garantire la sicurezza di chi lavora nello scavo.

Armatura di scavi in terreni granulari

Quando il terreno non rende possibile nemmeno uno scavo di profondità minima, oppure quando si deve operare in siti urbani e occorre evitare qualsiasi depressione del terreno, è necessario rispettare rigorosamente le seguenti modalità: dopo aver scavato per circa 30 cm si infiggono nel terreno le due pareti verticali aventi una leggera inclinazione.

Quindi si dispongono i puntoni di contrasto e si realizza un successivo scavo installando un secondo blocco di armatura, con pareti aventi la stessa inclinazione di quelle superiori e così via.



La procedura descritta consente di raggiungere anche notevoli profondità in terreni senza alcuna coesione.

Va ricordato che questo tipo di armatura non è facile da eseguire a regola d'arte: richiede, infatti, attrezzature specifiche e mano d'opera molto qualificata.

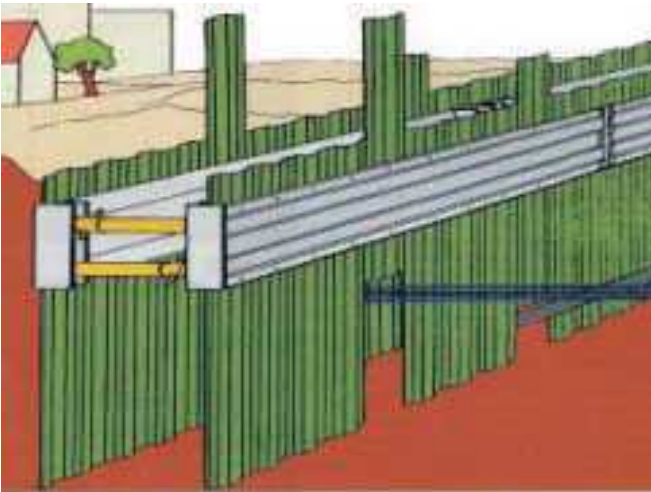
Rimozione dell'armatura

Per la rimozione dell'armatura occorre procedere dal basso verso l'alto, avendo particolare cura nel proteggere sempre il lavoratore che si trova dentro lo scavo.

Se al momento del disarmo si avverte che l'armatura (puntoni e montanti) è sottoposta a pressione perché il terreno ha subito dei movimenti, occorre riempire la trincea con il terreno prima di rimuovere puntoni e montanti.

Quando è possibile, l'armatura deve essere rimossa dagli stessi operai che l'hanno installata, in quanto meglio di altri possono verificare la presenza di nuove condizioni di rischio nel terreno, successive alla posa in opera dell'armatura.

Protezioni blindate: palancole metalliche



In molti casi è fondamentale rinforzare il terreno con resistenti palancole metalliche prima di avviare le operazioni di scavo.

Per effettuare questo tipo di armatura occorre utilizzare un macchinario speciale che permette di infiggere contestualmente nel terreno le palancole che devono supportare le due facciate dello scavo.

Dopo questa operazione, durante lo scavo devono essere inseriti i puntoni di contrasto man mano che la profondità della trincea aumenta.

Il numero degli elementi di contrasto dipende ovviamente dalla natura del terreno e dalle dimensioni dello scavo. Nella maggior parte dei casi è sufficiente la sola armatura di contrasto superiore, che rende inoltre più facile la posa in opera delle canalizzazioni.

Un altro sistema di protezione con palancole è quello che fa uso di una cintura, con il duplice scopo di armatura di contrasto e guida dentro cui far passare le palancole stesse.

Montanti e pannelli metallici

Un sistema alternativo a quello delle palancole, è quello che fa uso di montanti e pannelli metallici infissi nel terreno sempre prima di iniziare lo scavo.

I montanti sono realizzati con due profilati metallici tenuti insieme da puntelli aventi contrasto regolabile. Per profondità da 3 a 7 metri esistono montanti metallici che consentono di mettere in opera per ogni lato della trincea due pannelli metallici.

Sistemi di protezione e di accesso allo scavo

Parapetti

In presenza di scavi profondi oltre 2 metri, per evitare rischi di caduta dall'alto, si devono predisporre lungo i bordi dello scavo appositi parapetti, alti almeno 1 metro, dotati di tavola ferma piede di circa 20 cm. Lo spazio tra la tavola ferma piede e il corrente superiore non deve superare i 60 cm.

I parapetti dovranno poter sopportare un carico di almeno 50 kg/m.

In presenza di persone o traffico veicolare, il parapetto deve essere sempre segnalato con nastro di colore rosso/bianco e con lampade elettriche o lanterne ad olio durante la notte.

Passerelle e rampe

Le rampe di accesso e di uscita dallo scavo devono essere realizzate secondo un progetto effettuato da un tecnico specializzato.

Quando le rampe sono costruite con due o più elementi strutturali, gli stessi devono essere assemblati in modo da evitare movimenti o spostamenti che ne compromettano la stabilità.

Per rendere possibile e sicuro l'attraversamento dello scavo o della trincea da parte dei soli lavoratori, occorre predisporre delle passerelle larghe almeno 60 cm.

Quando le passerelle vengono utilizzate anche per il trasporto di materiale, devono essere larghe minimo 120 cm. In tutti i casi devono comunque essere sempre dotate di parapetti e barriere ferma piede su entrambi i lati.

Scale

Le scale a mano utilizzate per accedere al fondo dello scavo devono essere:

- sporgenti di almeno 1 metro oltre il bordo dello scavo;
- raggiungibili entro 10 metri da un qualsiasi punto del fondo scavo;
- realizzate con materiale isolante quando si prevede nello scavo la presenza di linee elettriche interrato;
- ispezionate prima dell'uso; quelle difettose devono essere rimosse e segnalate con un cartello "non usare";
- utilizzate solo su superfici di appoggio stabili e a livello. In caso contrario esse vanno stabilizzate con opportuni vincoli;
- posizionate con un'inclinazione tale che la distanza tra il piede della scala e la parete verticale sia pari a circa un quarto dell'altezza dello scavo.

Quando si prevede sul fondo dello scavo la presenza di oltre 25 addetti e quando la scala rappresenta l'unica via di uscita, è necessario prevedere almeno due scale.

Ai lavoratori che fanno uso delle scale deve essere vietato il trasporto di materiale o carichi che possano determinare il rischio di caduta.

Un altro sistema che può essere utilizzato per accedere alla base dello scavo è quello di realizzare gradini ricavati nel terreno, che vanno opportunamente rinforzati e resi sicuri.