

## Realizzazione edificio alto in un lotto confinato da edifici esistenti

**Muschiato Pierluigi e Cenja Emliada - Ingegneri, O&M Ingegneria**

**Stocchero Fabio - Ingegnere, CDM DOLMEN**

Il condominio Olimpia è realizzato nella città di Acqui Terme, in provincia di Alessandria. In totale la costruzione raggiunge 21,70 m di altezza e presenta 7 piani, tra i quali quello terreno che è destinato ad attività commerciali e assimilabili.

Sono presenti, inoltre, 2 piani interrati che raggiungono la quota di 5,95 metri al di sotto dell'edificio, aventi un'altezza di 2,40 m ciascuno. La struttura, progettata da O&M Ingegneria e modellata con il software DOLMEN prodotto e sviluppato da CDM DOLMEN Srl, si trova accanto allo scolmatore del rio Medrio.



Figura 1 - Il condominio Olimpia rendering

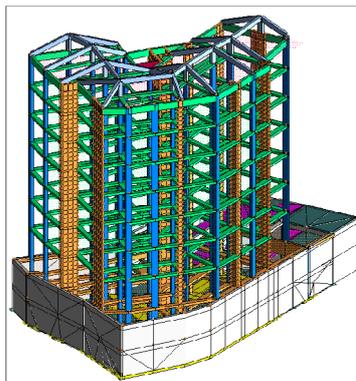


Figura 2 - DOLMEN Modello strutturale

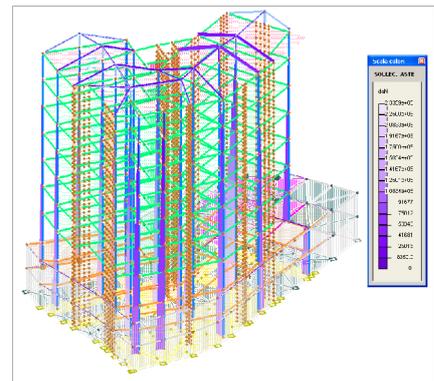


Figura 3 - Diagramma sollecitazioni in DOLMEN

I lavori di costruzione, iniziati nell'autunno 2010 e terminati nell'autunno 2014, hanno presentato non poche difficoltà per la realizzazione del complesso anche a causa delle condizioni idrogeologiche del sito.

La realizzazione di un edificio e in generale l'asportazione di una parte di terreno turba la situazione di equilibrio. Nel terreno sono presenti delle pressioni orizzontali e verticali autoequilibrate e l'operazione di scavo, rimuovendo la porzione di terreno che assicurava localmente l'equilibrio, modifica lo stato di sollecitazione del terreno che tende a franare all'interno dello scavo.

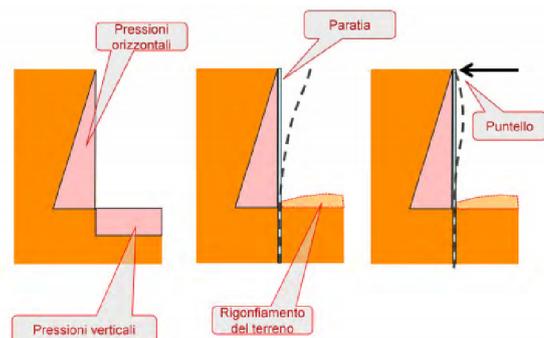


Figura 4 - La problematica

In generale l'effetto dello scavo è dunque quello di decomprimere il terreno inizialmente in equilibrio e provocare la frana delle pareti. Per evitare tale inconveniente è necessario disporre un elemento strutturale (generalmente una paratia) adeguatamente infisso nel terreno al di sotto del fondo scavo, in modo da equilibrare le pressioni orizzontali. Nessuna attenzione viene normalmente adottata per le pressioni verticali sul fondo scavo e, quindi, si ha un rigonfiamento del terreno. Le pressioni orizzontali agiscono sulla paratia che si inflette e, se lo scavo è troppo profondo o la paratia non è adeguatamente rigida, possono comunque verificarsi crolli e smottamenti parziali o totali. L'applicazione di un puntellamento sulla testa della paratia ne riduce la luce libera e quindi riduce drasticamente le sollecitazioni e le deformazioni della stessa.

Un'altra problematica da tenere in conto è quella degli scavi in adiacenza di altri edifici. La modifica dello stato tensionale, in seguito a sbancamenti del terreno a loro intorno, è molto spesso fonte di danno. L'asportazione del materiale provoca cedimenti nelle strutture vicine dovuti principalmente dalla natura del

terreno; nel caso di scavi a sezione obbligata in sabbia, l'area soggetta a cedimenti è inferiore alla sua profondità. Negli scavi a sezione obbligata in terre coerenti normalconsolidate si hanno due tipi di deformazioni: la prima interessa il fondo della trincea con il suo sollevamento e la seconda coinvolge le pareti laterali dello scavo con conseguente abbassamento, per entrambe, del piano campagna prossimo ai bordi. Per queste terre l'estensione areale della deformazione ai lati dello scavo, se questo è stretto o se al fondo è presente un litotipo consistente, è inferiore alla profondità della trincea. Se lo spessore dell'argilla normalconsolidata è molto superiore alla profondità dello scavo o se quest'ultimo presenta una sezione ampia, la zona laterale soggetta a cedimenti è di gran lunga superiore alla profondità della trincea.

Inoltre è bene ricordare che quando si esegue uno scavo veloce, è importante vedere la presenza dell'acqua e non solo quando questa è visibile nel fronte di scavo, perché è noto che addirittura non è tanto la portata dell'acqua filtrante che compromette la stabilità delle pareti del terreno, bensì la distribuzione delle pressioni interstiziali causate, in particolare, dallo scavo medesimo. Nei terreni coerenti in cui non si riscontrano venute d'acqua, le pressioni interstiziali possono generare forti deformazioni nell'intorno dello scavo, solo a volte premonitrici del collasso.

Viste le numerose problematiche che comporta la realizzazione di una struttura confinante con realtà esistenti, si è deciso di procedere alla realizzazione delle fondazioni in fasi differenti, affrontando man mano le difficoltà riscontrate già in fase preliminare.



Figura 5 - Vista delle operazioni necessarie alla realizzazione delle fondazioni speciali

Allo scopo di fornire una ricostruzione del sedime di intervento sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche continue per testare le caratteristiche di compattezza degli orizzonti sovrastanti il substrato litoide in posto. La prova P1, eseguita in prossimità del cancello di ingresso, ha rinvenuto un primo livello dalle basse caratteristiche di compattezza rappresentato da depositi alluvionali limosi e limi sabbiosi fini estesi dal piano campagna sino a 3,80 m di profondità. Al di sotto si ha un orizzonte dalle buone caratteristiche di compattezza ed alto grado di addensamento sino a -4,70 m, profondità alla quale la prova è terminata per il rifiuto all'avanzamento del dispositivo di infissione.

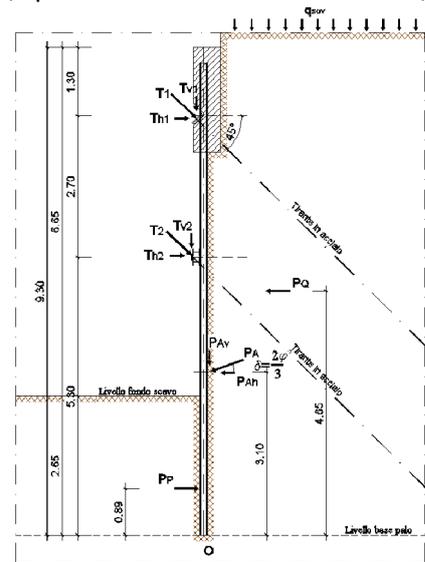
La prova P2, eseguita al centro dell'area in esame, ha riscontrato una forte analogia con la precedente.

Per risolvere il problema principale, ovvero il rischio di esondazione del torrente, si è dovuto scavare 6 metri sotto il livello del suolo, ossia 2 m in più rispetto a dove è situato lo scolmatore, e sigillare eventuali fuoriuscite di acqua, così da non rischiare eventuali cedimenti del terreno.

L'opera di sostegno che ha permesso la realizzazione dello scavo e delle successive fondazioni è una paratia di micropali per la quale la funzione di sostegno è assicurata principalmente dalla resistenza del volume di terreno posto innanzi l'opera e da due ordini di tiranti attivi provvisori.

La paratia in questione ha le seguenti caratteristiche:

- Micropali in acciaio Fe430 / S275, lunghezza 9 m, diametro 139.7 mm, spessore 8 mm e interasse 50 cm;
- Cordolo di coronamento in c.a. di 2 m di altezza, 52 cm di spessore, posto 25 cm al di sotto del piano stradale;
- Posizione testa palo 30 cm più basso della sommità del cordolo in c.a.;
- Quota fondo scavo a 6.65 m dalla sommità del cordolo in c.a.;
- Quota del primo ordine di tiranti a 1.30 m dalla sommità del cordolo in c.a., con inclinazione di 45° rispetto all'orizzontale;
- Quota del secondo ordine di tiranti a 4.0 m dalla sommità del cordolo in c.a., con inclinazione di 45° rispetto all'orizzontale;
- Presenza di profilati HEB 140 come travi di contrasto al secondo ordine di tiranti;
- Tirante a trefolo in acciaio liscio composto da tre trefoli;
- Lunghezza di infissione micropali pari a 2.65 m.



Per rinforzare la stabilità dell'edificio sono state piantate alla base delle travi di sostegno che penetrano nel terreno e dalle quali partono dei tiranti che perforano in diagonale il sottosuolo garantendo un'equa distribuzione del peso della struttura alla base. Le fondazioni, inoltre, sono poste più in basso, oltre allo scalmatore del Medrio, anche rispetto alla palazzina confinante, per fare in modo di incastrare l'edificio tra i due spazi e renderlo il più saldo e meno invasivo possibile.



Figura 6 - Trave di sommità con in evidenza la comparsa della falda idrica



Figura 7 - Altra vista della palificazione realizzata

L'altra problematica sorta riguarda la comparsa della falda idrica.



Figura 8 - Vista dell'intero cantiere e posa dreni orizzontali



Per ovviare all'inconveniente si è provveduto a realizzare delle opere di drenaggio superficiali: queste hanno l'obiettivo di limitare il ruscellamento superficiale e la conseguente erosione, tenendo sotto controllo le condizioni idrauliche al contorno.

Si è proceduto in seguito alla posa dello strato di calcestruzzo magro e al posizionamento dell'armatura della platea e del getto.



Figura 9 - Posa dello strato di calcestruzzo magro



Figura 10 - Armatura di fondazione, parte del getto e gli igloo

Un lato della platea dell'edificio non è stata realizzata in quanto non è stato eseguito lo scavo; il lato interessato è quello affiancato all'edificio esistente e a sostegno di quello sbancamento sono state realizzate delle strutture di sostegno provvisorie.

Queste strutture sono formate da un elemento teso e un elemento compresso: si sono inseriti nel terreno, infatti, dei tiranti provvisori con stesse dimensioni e caratteristiche di quelli della paratia. Ai tiranti, ancorandosi sui micropali realizzati nelle loro vicinanze, si sono connessi delle strutture formate da profilati in acciaio HEB 200.

Innanzitutto è stato ancorato il profilato HEB 200 orizzontale, con funzione di puntone, alla trave di coronamento in c.a. che si trova allo stesso livello delle fondazioni dell'edificio esistente. Questa trave ha la funzione di contrastare l'aumento dello stato tensionale interno delle fondazioni esistenti dovuto al "taglio" del bulbo delle pressioni.



Figura 11 - Vista dei tiranti necessari alla posa dei puntone



Figura 12 - Travi in acciaio e piastre di collegamento

Successivamente il puntone è stato ancorato alla struttura di collegamento fra tirante e micropalo.

Una volta realizzati tutti gli ancoraggi utili a dare la dovuta rigidezza al nodo, si è proceduto con la tesatura dei trefoli e con il completamento della base di ancoraggio. La tesatura dei tiranti ha permesso la nascita di tensioni interne della trave con funzione di puntone; ottenuta la struttura di sostegno si è provveduto allo scavo e al getto della parte di platea mancante.



Figura 13 - Vista della struttura in acciaio di ancoraggio



Figura 14 - Porzione di platea di fondazione completata

Arrivati al piano del solaio dei box all'altezza dei puntoni, si sono tagliati i micropali e i tiranti dell'opera di sostegno, mentre i puntoni sono stati inglobati nel getto del solaio stesso.

L'opera progettata secondo le norme antisismiche NTC 2008 è stata la prima realizzazione di tale tipologia nella cittadina di Acqui Terme. La principale difficoltà che ha presentato era quella di scavare in adiacenza ad un palazzo esistente con fondazioni di tipo diretto; tale problematica è stata brillantemente risolta mediante l'uso di paratie di micropali calcolate mediante il programma DOLMEN, che ha fornito risultati aderenti alla realtà.

Per maggiori informazioni visitate la pagina:

[https://www.cdmdolmen.it/lavori/lav\\_muschiato\\_olimpia.htm](https://www.cdmdolmen.it/lavori/lav_muschiato_olimpia.htm)