



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari



# "PARATIE MULTIANCORATE"

(progetto, applicazioni e tecnologie)  
5<sup>a</sup> Edizione



Dott. Ing. Alberto Garrasi  
Consulente in geotecnica e fondazioni speciali

Bari, 21, 28 gennaio e  
4, 11, 18 febbraio  
2020

Sede Ordine Ingegneri Bari



Il corso intende affrontare le tematiche collegate alla progettazione delle "opere di sostegno flessibili", con particolare dedizione alle paratie multiancorate.

L'obiettivo è quello di fomentare una comprensione organica dei vari problemi che si devono affrontare per un' affidabile progettazione di tali particolari opere e per la loro corretta esecuzione.

Per tal motivo verrà data eguale dignità ed importanza agli aspetti teorici, a quelli tecnologici - esecutivi ed ai case histories, con puntuali riferimenti alla normativa ed alle implicazioni contrattuali, specie nel caso di opere pubbliche.

Per la loro importanza, anche in contesti diversi dalle paratie multiancorate, una specifica sessione sarà dedicata ai tiranti di ancoraggio.

LA PARTECIPAZIONE AL CORSO È GRATUITA E CON ESSA VENGONO RICONOSCIUTI 20 CFP



### FINALITÀ E LINEE GENERALI

Da molti anni ormai la crescente urbanizzazione e lo sviluppo delle reti metropolitane hanno esaltato la richiesta di volumi sotterranei, spesso in contesti già densamente edificati. Anche l'ampio sviluppo della rete stradale e ferroviaria ha comportato, negli ultimi decenni, l'esigenza di realizzare scavi di notevole profondità, sovente a fronte verticale.

Nell'ambito di tali interventi di ingegneria hanno trovato e trovano larga applicazione le paratie multiancorate, che costituiscono l'argomento del corso.

Il "taglio" del corso è adeguato alla maturità professionale dei colleghi ingegneri a cui è rivolto; l'obiettivo di fondo è quello di fomentare una comprensione organica e completa dei vari problemi che si devono affrontare e risolvere per una affidabile progettazione di tali particolari opere e per una loro corretta esecuzione.

Per tal motivo, lungi dal ridurre l'attività progettuale al mero calcolo geotecnico e strutturale, verrà data eguale dignità ed importanza agli aspetti teorici, a quelli progettuali in senso lato ed a quelli tecnologici - esecutivi, con puntuali riferimenti alla normativa ed alle implicazioni contrattuali, specie nel caso di opere pubbliche.

Pur nel rigore dell'approccio metodologico, sempre l'aspetto qualitativo avrà netta prevalenza sull'algoritmo o sul dato numerico. Ove rilevanti, verranno esaminati anche gli aspetti cantieristici.

Per la loro importanza, anche in contesti diversi dalle paratie multiancorate, una specifica sessione sarà dedicata ai tiranti di ancoraggio.

La trattazione sarà sempre accompagnata da "case histories" ben documentati (tratti per lo più dall'esperienza personale ma anche dalla letteratura) al fine di agevolare la comprensione dei vari aspetti.

Sono previste esercitazioni comuni per la risoluzione (senza ricorso ai computer) di casi pratici; tuttavia in qualsiasi momento l'intervento dei colleghi è gradito e non potrà che migliorare la comprensione degli argomenti trattati.

### CONOSCENZE RICHIESTE - POSSIBILI FRUITORI

Per una proficua partecipazione è sufficiente la preparazione base di ogni ingegnere civile (secondo la vecchia denominazione) che garantisce la familiarità con la scienza e la tecnica delle costruzioni; una preparazione geotecnica specifica può agevolare la comprensione di alcuni degli aspetti trattati, ma non è indispensabile.

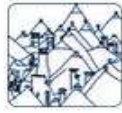
Il corso si rivolge a tutti gli ingegneri che come liberi professionisti o come tecnici d'Impresa si occupano di progettazione, direzione lavori, esecuzione e collaudo di opere attinenti a quelle in oggetto, e più in generale di rilevanti opere di ingegneria. Anche quanti operano all'interno di Pubbliche Amministrazioni possono riscontrarvi motivi di arricchimento professionale immediatamente utilizzabili per la gestione tecnica dei lavori pubblici.

### ARTICOLAZIONE DEL CORSO

Il corso si terrà [presso la sede dell'Ordine degli Ingegneri di Bari](#) ed ha una durata complessiva di 20 ore, suddivisa in 5 incontri di 4 ore:

1° incontro :	21.01.2020	ore	15.00	19.00
2° incontro :	28.01.2020	ore	15.00	19.00
3° incontro :	04.02.2020	ore	15.00	19.00
4° incontro :	11.02.2020	ore	15.00	19.00
5° incontro :	18.02.2020	ore	15.00	19.00

**La partecipazione al corso è gratuita e con essa vengono riconosciuti 20 CFP.**



## CALENDARIO E PROGRAMMA DEL CORSO

Il Corso si svolgerà in 5 incontri, ognuno della durata di 4 ore (dalle 15.00 alle 19.00), [presso la sede dell'Ordine degli Ingegneri di Bari](#).

### 1° INCONTRO – 21.01.2020

#### 1. INTRODUZIONE AL CORSO

Illustrazione degli obiettivi e del programma del corso  
Dalla comprensione del fenomeno fisico al modello geotecnico.  
Il processo di progettazione geotecnica  
Capacità di individuare di volta in volta gli aspetti critici del problema.  
Definizione di "opera di sostegno flessibile" (e quindi delle paratie ancorate)

#### 2. CAMPI DI APPLICAZIONE E TIPOLOGIE DELLE "OPERE DI SOSTEGNO FLESSIBILI"

Paratie in c.a. gettate in opera, a sbalzo o con tiranti  
Paratie in c.a. prefabbricate, a sbalzo o con tiranti  
Diaframmi di pali, a sbalzo o con tiranti  
Berlinesi di micropali e tiranti  
Palancolate metalliche, a sbalzo o con tiranti

#### 3. METODI DI CALCOLO : PARTE PRIMA

Generalità  
Richiami alla teoria della spinta delle terre Definizione del "volume significativo" per le paratie  
Programmazione "dedicata" delle indagini geotecniche  
Dalle indagini al modello geotecnico  
Quadro comparativo dei metodi di calcolo disponibili e del corrispondente modello geotecnico

### 2° INCONTRO 28.01.2020

#### 4. METODI DI CALCOLO : PARTE SECONDA

Metodi di calcolo LEM "all'equilibrio limite": terreno discreto rigido-plastico

- ▲ *Diaframmi a mensola*
- ▲ *Diaframmi con un ordine di ancoraggi : "free earth support"*
- ▲ *Diaframmi con un ordine di ancoraggi : "fixed earth support"*
- ▲ *Diaframmi con uno o più ordini di ancoraggi : il metodo della "trave equivalente"*
- ▲ *Situazioni di rischio per diaframmi in terreni dotati di sola coesione*
- ▲ **Esercitazione in comune** : calcolo, senza ausilio di computer, di un diaframma a sbalzo.
- ▲ **Esercitazione in comune** : calcolo, senza ausilio di computer, di un diaframma con un ordine di ancoraggi e con approccio "free earth support".
- ▲ **Esercitazione in comune** : calcolo, senza ausilio di computer, di un diaframma con un ordine di ancoraggi e con approccio "fixed earth support".
- ▲ *Esempi di opere progettate con i metodi di calcolo a rottura.*

Metodi di calcolo con terreno discreto elasto-plastico

- ▲ *Modello di terreno implementato*
- ▲ *Potenzialità e limiti di tali metodi*
- ▲ *Esempi di opere progettate con i metodi elasto-plastici.*

Confronto qualitativo tra i due metodi di calcolo "a rottura" ed "elasto-plastico"

Metodi di calcolo F.E.M. (cenni) : terreno continuo elastico non lineare o elasto-plastico

Criteri per la valutazione della spinta sismica

#### 5. APPROCCIO CRITICO AI SOFTWARE DI CALCOLO GEOTECNICO



### 3° INCONTRO 04.02.2020

#### 6. STABILITÀ DEL FONDO SCAVO

Verifiche di stabilità in presenza di terreni coesivi teneri, saturi.

Verifiche di stabilità in presenza di falda

- ▲ *Sifonamento*
- ▲ *Sollevamento generale del fondo scavo*
- ▲ *Possibili interventi mitigatori del rischio*

#### 7. STABILITÀ GLOBALE

#### 8. ASPETTI ESECUTIVI

Paratie in c.a. gettate in opera

- ▲ *Lavori preliminari*
- ▲ *Scavo : attrezzature impiegate (tradizionali) e modalità di scavo*
- ▲ *La gestione del fango di perforazione*
- ▲ *Scavo con IDROFRESA*
- ▲ *Gabbie d'armatura*
- ▲ *Getto del calcestruzzo*
- ▲ *Formazione dei giunti tra i pannelli*
- ▲ *Dettagli costruttivi*
- ▲ *Controlli non distruttivi*
- ▲ *Esempi applicativi e case histories*

Paratie in c.a. prefabbricate

- ▲ *Cenni alla tecnologia dei "fanghi autoindurenti"*
- ▲ *Fasi esecutive*
- ▲ *Esempi applicativi*

Diaframmi di pali

- ▲ *Fasi esecutive*
- ▲ *Esempi applicativi*

Berlinesi di micropali e tiranti

- ▲ *Fasi esecutive*
- ▲ *Dettagli costruttivi*
- ▲ *Esempi applicativi e case histories*

Palancolate metalliche

- ▲ *Esempi applicativi*

### 4° INCONTRO 11.02.2020

#### 9. IL RUOLO DELLE NORMATIVE : UN APPROCCIO CRITICO

Luci ed ombre degli aspetti geotecnici di NTC e confronto con la normativa antecedente gli Eurocodici

Illustrazione dei criteri che sottendono la progettazione delle paratie secondo NTC 2008

Aspetti di criticità in NTC 2018

#### 10. MONITORAGGIO DELLE PARATIE MULTIANCORATE

#### 11. ASPETTI CONTRATTUALI

### 5° INCONTRO 18.02.2020

#### 12. TIRANTI DI ANCORAGGIO

Campi di applicazione dei tiranti

Tipi di tiranti disponibili sul mercato

Il processo di progettazione dei tiranti

- ▲ *Lunghezza libera*
- ▲ *Armatura*
- ▲ *Criteri di programmazione ed interpretazione delle "PROVE PRELIMINARI DI PROGETTO" per la determinazione sperimentale del carico limite ultimo*



Modalità esecutive

- ▲ *Modalità di stoccaggio e movimentazione*
- ▲ *Perforazione*
- ▲ *Posa in opera del tirante nel foro*
- ▲ *Iniezione : centrale d'iniezione e modalità d'iniezione.*
- ▲ *Piano dei controlli in corso d'opera*
- ▲ *Attrezzature di tesatura*

Programmazione del "TEST DI COLLAUDO" non distruttivo e formulazione dei criteri di accettazione del tirante.

Le "Specifiche tecniche per i tiranti di ancoraggio" come documento di progetto.

Approccio critico alla normativa sui tiranti di ancoraggio

Principali aspetti contrattuali relativi ai tiranti di ancoraggio

Analisi di costo di un tirante : simulazione del processo per un cantiere - tipo.

13. CONCLUSIONI

14. VERIFICA FINALE DELL'APPRENDIMENTO

