

# La Normativa Geotecnica i capitoli 6 e 7 e 8 delle NTC08

Il documento approvato dall'Assemblea Generale del  
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il 12/11/2014

# Aspetti sismici della Normativa geotecnica

Sono trattati nelle seguenti parti della Norma

- §3.2.2 Categoria di sottosuolo (A,B etc.) da definire esclusivamente in base alla  $V_{s,eq}$  per ottenere il coefficiente di amplificazione stratigrafica e quindi gli spettri.
- Capitolo 6 «**progettazione geotecnica statica**»
- §7.2.5 « azioni sulle fondazioni in cond. sismiche»
- § 7.11 «**progettazione geotecnica sismica**»
- Punti del Cap. 8 riferiti alle fondazioni delle costruzioni esistenti «verifica di sicurezza»

## Capitolo 6: geotecnica statica

Si ribadiscono i ruoli distinti della geologia e della geotecnica nel processo progettuale delle opere di ingegneria, in particolare delle fondazioni, delle opere di sostegno e di quelle in sotterraneo, nelle analisi di sicurezza dei pendii, dei fronti di scavo e dei rilevati.

### 6.2.1. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini di tipo geologico saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche

## **6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2.

Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

**Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.**

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

# VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI (§ 6.2.3)

## Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi SLU (§ 6.2.3.1)

$E_d \leq R_d$  “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k, \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right] = \text{VALORE DI PROGETTO DELL'AZIONE}$$

azioni di progetto

parametri di progetto

geometria di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k, \frac{X_k}{\gamma_M}, a_d \right] = \text{VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA}$$

**Coefficiente resistenza (variabile in funzione dell'opera)**

Per la valutazione del margine di sicurezza delle opere geotecniche erano previsti diversi approcci alternativi; con la modifica attuale per ciascuna opera è definito l'approccio da seguire:

l'approccio 1, con le due combinazioni previste, per le **opere di sostegno flessibili e le opere in sotterraneo**

l'approccio 2 per le **fondazioni superficiali e profonde e per le opere di sostegno a gravità**; per le altre opere geotecniche le verifiche necessarie sono quelle già prescritte;

sono indicati criteri per la valutazione della resistenza caratteristica degli ammassi rocciosi;

sono prescritte le verifiche per le analisi di stabilità e per il dimensionamento delle opere di rivestimento provvisorie e definitive e per gli interventi di consolidamento in avanzamento delle gallerie.

## § 7.2.5 Le azioni sulle fondazioni

Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

- quella derivante dall’analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo
- quella derivante dalla capacità di resistenza a flessione degli elementi (calcolata per la forza assiale derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 2.5.3), congiuntamente al taglio determinato da considerazioni di equilibrio;
- quella trasferita dagli elementi soprastanti nell’ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”;

ESTREMA VARIABILITA’ DEL VALORE DI PROGETTO DELLE AZIONI

# Paragrafo 7.11: geotecnica sismica

- Le modifiche tendono a migliorare la calibrazione dei margini di sicurezza delle opere geotecniche in presenza di azioni sismiche, diversificandoli rispetto a quelli del caso statico.
- In presenza di azioni sismiche le verifiche geotecniche sono eseguite con fattori parziali di sicurezza unitari ( $\gamma_F = 1$ ) non solo sulle azioni, come previsto nella versione attuale della norma, ma anche sui parametri geotecnici ( $\gamma_M = 1$ ); questa modifica incide in modo particolare sul valore della spinta sismica per il dimensionamento delle opere di sostegno;
- LA SICUREZZA NELLA COMBINAZIONE SISMICA DIPENDE DALLA INTENSITA' DELL'AZIONE SISMICA PRESCELTA E DALLA PARZIALIZZAZIONE DELLE RESISTENZE ATTRAVERSO fattori parziali ( $\gamma_R$ ) definiti per tutte le opere

# E' opportuno ricercare duttilità nel sistema geotecnico

- Nelle norma la duttilità è introdotta attraverso il coefficiente  $\beta$ 
  - Nelle fondazioni
  - Nei pendii
  - Nelle opere di sostegno a gravità
  - Nelle opere di sostegno flessibili

# Capitolo 8: Costruzioni esistenti

Si introducono considerazioni per la valutazione della sicurezza delle fondazioni, chiarendo:

quando è necessario

quando sono necessarie le indagini

Omettere la verifica delle fondazioni è possibile, ma l'esclusione della verifica deve essere sempre esplicitamente motivata dal progettista

#### 6.2.4.1.4 . Verifiche strutturali con l'analisi di interazione terreno-struttura:

Le analisi finalizzate al dimensionamento strutturale nelle quali si consideri l'interazione terreno-struttura si eseguono con i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

### 6.3 Stabilità dei pendii naturali

6.3.2 modellazione geologica del pendio: la qualificazione del modello geologico di riferimento è ampliata e maggiormente dettagliata

### 6.4 Opere di fondazione

Le modifiche più significative apportate al paragrafo, riferibili a tutte le tipologie di fondazione, sono le seguenti:

E' richiamato sistematicamente il concetto che il progetto geotecnico delle fondazioni oltre alle prescrizioni di cui al capitolo 6 deve ottemperare a quanto stabilito nel capitolo 7.11 per il progetto delle fondazioni sotto carico sismico;

Le verifiche di tipo SLU delle fondazioni, superficiali o profonde, sono effettuate con il solo Approccio 2;

# Stati limite di tipo idraulico: HYD

In condizioni di flusso prevalentemente verticale:

- nel caso di frontiera di efflusso libera, la verifica a sifonamento si esegue controllando che il gradiente idraulico  $i$  risulti non superiore al gradiente idraulico critico  $i_c$  diviso per un coefficiente parziale  $\gamma_R = 3$ , se si assume come effetto delle azioni il gradiente idraulico medio, e per un coefficiente parziale  $\gamma_R = 2$  nel caso in cui si consideri il gradiente idraulico di efflusso;
- in presenza di un carico imposto sulla frontiera di efflusso, la verifica si esegue controllando che la pressione interstiziale in eccesso rispetto alla condizione idrostatica risulti non superiore alla tensione verticale efficace calcolata in assenza di filtrazione, divisa per un coefficiente parziale  $\gamma_R = 2$ .
- In tutti gli altri casi il progettista deve valutare gli effetti delle forze di filtrazione e garantire adeguati livelli di sicurezza, da prefissare e giustificare esplicitamente.

### 6.4.3 Pali di fondazione

- Solo approccio 2 (eliminati i fattori R1 e R2)
- NON è stata introdotta la possibilità di ottenere la resistenza caratteristica di un palo infisso dall'analisi dei dati della battitura.
- Le prove sono richieste solo per i pali soggetti prevalentemente a carico verticale, eliminando quindi l'obbligatorietà della prova su pali sollecitati da carichi orizzontali (paratie di pali).
- Resta la necessità delle prove di carico in tutti i casi (minimo una prova)

## 6.5 Opere di sostegno.

- Nel modello geometrico di riferimento delle opere flessibili si introduce il concetto di sovra escavo
- Per le opere di sostegno flessibili si prescrive che le verifiche SLU debbano essere fatte con l'Approccio 1, secondo le due combinazioni previste, così come definite al precedente §6.2.4.
- Per le opere di sostegno a gravità si prescrive che le verifiche SLU debbano essere fatte con l'Approccio 2, ribaltamento incluso ( $\gamma_R = 1,15$ )

## 6.6 Tiranti di ancoraggio

- per tiranti di tipo attivo si devono prevedere dispositivi di contenimento dell'armatura nel caso di tranciamento;
- È eliminata la prescrizione della ritesabilità e sostituibilità per l'uso di tiranti di tipo attivo;

# LE MODIFICHE APPORTATE AL §7.11

- 7.11.1 Requisiti. Le verifiche sono effettuate con fattori parziali di sicurezza unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici;
- 7.11.3 Risposta sismica e stabilità del sito. Il paragrafo è reso più leggibile
- 7.11.4 Fronti di scavo e rilevati. Il paragrafo risulta ampliato e dettagliato maggiormente. Sono indicati valori dei fattori di riduzione dell'accelerazione massima specifici per le opere, maggiori di quelli previsti per i pendii naturali. Viene espressamente prevista la possibilità di condurre le verifiche con il metodo agli spostamenti;

- 7.11.5.3.1 Fondazioni superficiali: nelle verifiche SLU i fattori parziali sui parametri geotecnici sono unitari, quelli sulle resistenze sono indicati con gli stessi valori del caso statico ( $\gamma_R = 2,3$ ).
- Se si considera l'inerzia sul terreno di fondazione  $\gamma_R = 1,8$  (ne risulta un effetto di  $k_h$  sull'affidabilità del sistema).
- 7.11.6.2 Muri di sostegno: i valori  $\gamma_R$  tendono a favorire i modi di rottura duttili (scorrimento)



“Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato in funzione del massimo spostamento permanente  $u_s$  che l’opera può tollerare, verificando l’effettivo sviluppo di meccanismi duttili nel sistema. In assenza di tale verifica, ovvero se l’accelerazione critica del sistema non è raggiunta, il coefficiente  $\beta$  vale 1. “

# COSTRUZIONI ESISTENTI

## 8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA (DELLA COSTRUZIONE)

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomalo, significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti a problemi in fondazione;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modifichino la rigidità.

Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la **verifica del sistema di fondazione** deve essere eseguita se sussistono condizioni che possono dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione sono presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o se dissesti della stessa natura si sono prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni o delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto;

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, il progettista farà riferimento alla documentazione disponibile per la costruzione in esame e potrà omettere di svolgere indagini specifiche qualora a suo giudizio sussistano sufficienti elementi di conoscenza sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni per effettuare le valutazioni precedenti.

## 8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- interventi di adeguamento
- interventi di miglioramento
- riparazioni o interventi locali

In genere, i provvedimenti sulle strutture di fondazione **potranno essere omessi** se, in aggiunta alle circostanze elencate al § 8.3, che debbono sussistere anche dopo l'intervento, si verificheranno tutte le seguenti condizioni:

- gli interventi non comportino sostanziali alterazioni dello schema strutturale della costruzione;
- gli stessi interventi non comportino rilevanti modificazioni delle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni;

**L'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione alla luce di tutti i criteri indicati.**

Qualora l'intervento preveda l'inserimento di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate con i criteri generali di cui ai precedenti Capitoli 6 e 7, così come richiesto per le nuove costruzioni.