

Ancona 23.04.2018

Prot. n. 1378

A tutti gli Ordini degli Ingegneri d'Italia	Loro Sedi
Al Consiglio nazionale degli Ingegneri	Roma
Alla Rete delle professioni d'Italia	Roma
Alla Federazione degli Ingegneri delle Marche	Ancona
Alla Regione Marche	Ancona
e p.c.	
Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli	Ancona

OGGETTO: Confronto commentato tra le NTC 2008 e 2018 riguardante gli aspetti geotecnici.

L'Ordine degli Ingegneri di Ancona si pregia di trasmettere un testo commentato per il confronto tra le NTC 2008 e le recenti NTC 2018 inerenti gli aspetti geotecnici.

Lo studio è stato condotto dal Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli, iscritto all'Ordine di Ancona, docente di Geotecnica presso l'Università Politecnica delle Marche, responsabile per l'Italia per l'armonizzazione delle norme tecniche presso la Comunità Europea, specificatamente alla revisione dell'Eurocodice 7 "Progettazione geotecnica", e che ha contribuito fattivamente alla stesura delle nuove norme.

Si ringrazia vivamente il Prof. Scarpelli per il Suo importante contributo che si è sicuri sarà di notevole aiuto per l'esercizio della nostra professione.

Cordiali saluti.



IL PRESIDENTE  
Ing. Alberto Romagnoli

# NOTA SINTETICA SULLE MODIFICHE APPORTATE DALLE NTC 2018

## ASPETTI GEOTECNICI

G. Scarpelli

Università Politecnica delle Marche

La revisione delle NTC ha introdotto importanti novità per molti aspetti della progettazione delle opere di ingegneria, in particolare anche per quelli che si riferiscono alla progettazione geotecnica.

In modo molto sintetico, le modifiche principali per gli aspetti geotecnici si ritrovano nei capitoli 2, 6, 7 e 8.

### GEOTECNICA STATICA: CAPITOLI 2 e 6

Nel capitolo 2, "SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE" è stata risolta **l'ambiguità per la doppia verifica prevista dall'Approccio 1** (DA1.1 e DA1.2).

Nella precedente versione della Norma (le NTC 2008) infatti, la Tabella 2.6.I riportando nelle intestazioni delle due colonne finali le diciture A1/STR e A2/GEO, ha ingenerato nei progettisti l'idea sbagliata che gli stati limite strutturali e geotecnici potessero essere verificati con due analisi separate, quelle strutturali con la combinazione A1+M1+R1 e quelle geotecniche, con la combinazione A2+M2+R1. Nella analoga Tabella delle NTC 2018, le intestazioni delle due colonne si riferiscono solo ai fattori sulle azioni, A1 e A2, mentre il collegamento logico con gli stati limite viene eliminato; ne consegue che, in linea generale, le verifiche con l'Approccio 1 devono essere condotte sempre con due combinazioni per TUTTI gli stati limite, che siano STR o GEO.

In modo più esplicito, la Norma al § 2.6.1 indica quanto segue:

*"Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi. Nell'Approccio 1, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni ( $\gamma_F$ ), per la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema ( $\gamma_R$ ). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A2. **In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.**"*

Una certa ambiguità resta nella applicazione dell'Approccio 1 ai problemi di interazione terreno struttura. Al §6.2.1, è prescritto infatti che: *le analisi finalizzate al dimensionamento strutturale nelle quali si consideri l'interazione terreno-struttura si eseguono con i valori caratteristici dei parametri geotecnici, amplificando l'effetto delle azioni con i coefficienti parziali del gruppo A1.*

L'ambiguità risiede nella circostanza che le verifiche strutturali di un'opera che interagisce con il terreno, quando le sollecitazioni discendono da un'analisi di interazione, si devono eseguire con la combinazione A1+M1+R1, mentre non altrettanto vale se le sollecitazioni strutturali derivano, per esempio, da un'analisi con il metodo dell'equilibrio limite, in quanto, come visto in precedenza le verifiche devono essere soddisfatte con entrambe le combinazioni di coefficienti. In definitiva, se si dimensionasse una paratia flessibile con il metodo dell'interazione, in base alla Norma non sarebbe richiesta la verifica strutturale con le azioni e i parametri geotecnici di progetto previsti dalla seconda combinazione.

Nelle NTC 2008, le verifiche geotecniche potevano essere condotte con diverse combinazioni di coefficienti, che potevano portare a dimensionamenti anche molto diversi fra loro. **Nelle NTC 2018 per ciascuna tipologia di opera è previsto invece un solo approccio progettuale.** Le verifiche si articolano come segue:

Approccio Progettuale 1, con le due combinazioni di coefficienti (A1+M1+R1) e (A2+M2+R1) prescritto per le verifiche di sicurezza delle **Paratie Flessibili (ancorate o non ancorate)** e per le **Gallerie**

Approccio Progettuale 2, con la combinazione unica (A1+M1+R3) prescritto per le **Fondazioni Superficiali**, per le **Fondazioni Profonde (pali)** e per i **Muri di sostegno** a gravità.

Altre modifiche minori sono state introdotte in riferimento alle modalità di verifica al ribaltamento di un muro di sostegno (non più secondo lo stato limite di equilibrio EQU ma come una verifica SLU di tipo DA2) e per il sovra-escavo nelle opere di sostegno flessibili.

GEOTECNICA SISMICA: CAPITOLI 3,6,7,8 e nello specifico §3.2.2; §6; §7.2.5; §7.11; §8.3; §8.4

Due aspetti generali importanti:

**La caratterizzazione del sottosuolo ai fini sismici non è un aspetto separato dalla caratterizzazione dei terreni che è richiesta per il dimensionamento statico delle opere geotecniche.** Diversamente dalla versione precedente, le NTC 2018 al §6.2.2 prescrivono infatti che la campagna di indagine sia definita per stabilire tutti i parametri necessari per il progetto, sia per gli aspetti statici che per quelli sismici. *“Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo<sup>1</sup> 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”.*

La caratterizzazione sismica deve essere svolta **prioritariamente attraverso la misura diretta della velocità delle onde di taglio Vs.** L'uso di altre grandezze, come i valori di  $C_u$  o di  $N_{SPT}$  indicati come per la caratterizzazione dalle NTC 2008, può essere preso in considerazione solo in sub-ordine.

Nello specifico, nel §3.2.2 sono ridefinite le Categorie di sottosuolo in modo da eliminare alcune lacune presenti in NTC 2008 nella definizione delle categorie (A,B,C,D,E) in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. Sono state eliminate le categorie di suolo S1 e S2, precisando che per  $V_s < 100$  m/s occorre sempre svolgere un'analisi di risposta sismica locale.

Per le verifiche In campo sismico, la modifica più importante introdotta dalle NTC 2018 riguarda **l'uso di fattori parziali unitari sulla resistenza del terreno**. In precedenza tali valori erano quelli corrispondenti prescritti per le condizioni statiche. In alcuni casi ciò rendeva impossibile l'impiego di alcune tipologie di fondazione, quali quelle superficiali, che se non per zone sismiche a bassissima intensità, risultavano sempre del tutto antieconomiche.

Inoltre, in riferimento all'impiego del coefficiente di duttilità del sistema  $\beta$ , che opera una riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito in funzione degli spostamenti irreversibili ammessi, risulta più chiara l'analogia con il fattore  $q$  adottato per il progetto strutturale. La Circolare chiarirà in modo esplicito, in particolare per le opere di sostegno, che **perché  $\beta$  possa essere preso minore di 1 è necessario che sia superato il valore dell'accelerazione critica del sistema**, ovverosia del valore di accelerazione che produce la formazione di un cinematismo dissipativo nel terreno.

In pratica, la scelta del valore  $\beta$  non deve essere svolta ipotizzando un valore di spostamento irreversibile come le NTC 2008 lasciavano intendere, ma si deve procedere inversamente, valutando il rapporto  $\beta$  fra accelerazione critica del sistema e accelerazione attesa e ricavare lo spostamento irreversibile dal diagramma ( $\beta$ - $u_s$ ) proposto dalle NTC2018, peraltro diverso e più restrittivo di quello presente nelle NTC 2008.

#### COSTRUZIONI ESISTENTI

Un ultimo aspetto, ma certamente non meno importante, è il riferimento alle verifiche geotecniche per gli interventi di riparazione locale, miglioramento e adeguamento delle costruzioni esistenti, trattate nel capitolo 8.

**Al §8.4 si richiama la necessità di un'esplicita motivazione da parte del progettista quando, negli interventi di miglioramento o adeguamento, si escludono provvedimenti in fondazione.** Tale motivazione deve essere esplicita, ovverosia basata su un'effettiva conoscenza delle condizioni della fondazione e del sottosuolo. Per questo il progettista potrà fare riferimento alla documentazione disponibile e potrà omettere di svolgere indagini specifiche sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni solo ove sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le necessarie valutazioni sulla idoneità del sistema di fondazione. In caso contrario si dovrà procedere con indagini specifiche, esattamente come previsto per le nuove costruzioni. Rispetto alle NTC 2008, quindi la conoscenza dello stato delle fondazioni è necessaria non solo quando si devono realizzare gli interventi, ma anche quando non si devono realizzare.