

# COMUNE DI SAN NICOLA MANFREDI

Provincia di Benevento

Lavori di Realizzazione di un  
Polo Scolastico a San Nicola Manfredi - II Stralcio funzionale - Scuola



## Progetto Esecutivo

SCALA:

TAVOLA Nr.

RELAZIONE FONDAZIONI

RF

DATA:  
**Giugno 2018**

LA DITTA

IL PROGETTISTA



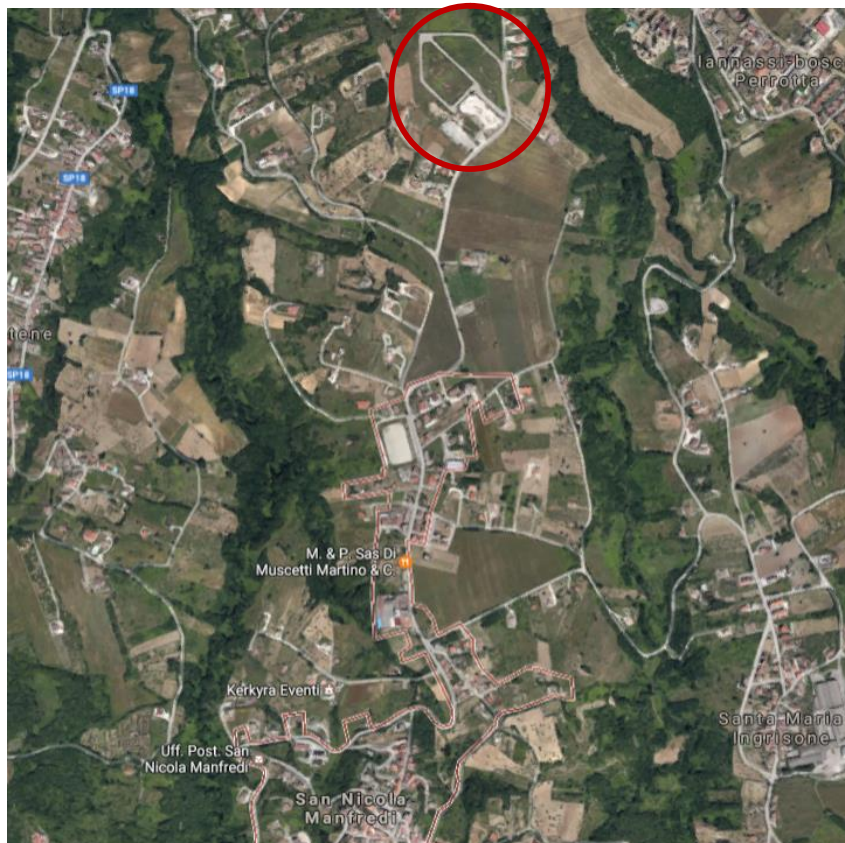
## PREMESSA

L'esigenza del comune di San Nicola Manfredi (BN) di dotarsi di un nuovo polo scolastico per scuole dell'infanzia e secondaria di primo grado, per far fronte alle crescenti esigenze, si è coniugata con l'intenzione dell'Amministrazione comunale di dotarsi di una nuova struttura, costituita da due plessi, caratterizzati da elevati standard in termini di efficienza energetica, sostenibilità ambientale e confort.

## COLLOCAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area individuata dall'amministrazione comunale per la realizzazione del nuovo polo scolastico è un lotto di circa 10.000 mq posto a nord del Comune di san Nicola Manfredi. Il lotto è incluso nell'area P.I.P. del Comune ed è raggiungibile percorrendo la Strada Provinciale 17.

Si riporta di seguito la foto dal satellite dell'area destinata al Polo Scolastico.



**Fig. 1** – Stralcio aerofotogrammetrico del Comune di San Nicola Manfredi

## 1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

öNorme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallicaö

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

öProvvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismicheö

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

öNorme tecniche per le Costruzioniö

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 ö Suppl. Ord.)

öIstruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008ö.

**Eurocodice 7** öProgettazione geotecnicaö - ENV 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2008 öNorme Tecniche per le Costruzioniö

**UNI 11104:2004**

**UNI EN 206-1:2006**

**UNI EN 197**

## 2. SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La scelta tipologica delle fondazioni scaturisce da due considerazioni di base:

- 1) La natura del manufatto.
- 2) La necessità di garantire un opportuno appoggio alla struttura in elevazione.

**In conclusione nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:**

- **fondazioni diretta.**

### 3. MODALITA' COSTRUTTIVE

Di seguito si illustrano le metodologie di scavo e successiva realizzazione delle opere di fondazione e di sostegno.

La fondazione di tipo diretta sarà realizzata secondo gli ordinari metodi della tecnica delle costruzioni secondo il seguente procedendo:

- Scavo di pulizia dello strato superficiale
- Scavo di sbancamento con scarpate laterali a 45° fino alla quota di fondazione
- Getto di uno strato di 10 cm di spessore di magrone in cls
- Realizzazione della fondazione a mezzo di messa in opera delle armature, cassetatura, getto di conglomerato cementizio e scassetatura.
- Rinterro delle fondazioni con materiale di progetto.

Una volta maturato il calcestruzzo della platea si procede alla realizzazione delle pareti perimetrali di contenimento.

### 4. CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI

L'intervento consiste nella realizzazione di una platea di fondazione. Pertanto, ai sensi delle N.T.C. 2008 si è proceduto alle seguenti verifiche riportate nei tabulati di calcolo:

- Verifiche allo stato limite di collasso per carico limite e per scorrimento sul piano di posa (§7.11.5.3.1 delle NTC 2008 e §C7.11.5.3.1 della Circ.617)
- Verifica allo stato limite per raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali (§C7.11.5.3.1 delle NTC 2008)
- Verifica allo stato limite di esercizio (§6.4.2.2 delle NTC 2008 e §C6.4.4.2 della Circ.617)

Per l'esecuzione delle suddette verifiche sono state considerate le azioni calcolate secondo le combinazioni di carico illustrate nei paragrafi seguenti

#### 4.1. Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove:

- G<sub>1</sub> rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G<sub>2</sub> rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$  coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;

$\psi_{0i}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, rotazione, è stata considerata

sollecitazione di base ( $Q_{1k}$  nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

$E$  azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

$G_1$  rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P_K$  rappresenta pretensione e precompressione;

$\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;

$Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2i}$  sono riportati nella seguente tabella:

Categoria/Azione	$\psi_{2i}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,3
Categoria B – Uffici	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,3
Categoria H – Coperture	0,0
Vento	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,0

Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,2
Variazioni termiche	0,0

Le verifiche strutturali e geotecniche, come definite al punto 2.6.1 del D.M. 14 gennaio 2008, sono state effettuate con l'approccio 2 come definito al citato punto, definito sinteticamente come (A1+M1+R3); le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 14 gennaio 2008, i valori di resistenza del terreno sono stati considerati al loro valore caratteristico (coefficienti M1 della tabella 2.6.II tutti unitari), i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per R3 nelle verifiche di tipo GEO.

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei Tabulati di calcolo in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

## 4.2. Stato Limite di Danno

L'azione sismica, ottenuta dallo spettro di progetto per lo Stato Limite di Danno, è stata combinata con le altre azioni mediante una relazione del tutto analoga alla precedente:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- $E$  azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;
- $G_1$  rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali
- $P_K$  rappresenta pretensione e precompressione;
- $\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2i}$  sono riportati nella tabella di cui allo SLV.

## 4.3. Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

$$\text{combinazione rara} \quad F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

$$\text{combinazione frequente} \quad F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

$$\text{combinazione quasi permanente} \quad F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

dove:

- $G_{Kj}$  valore caratteristico della j-esima azione permanente;  
 $P_{kh}$  valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;  
 $Q_{kl}$  valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;  
 $Q_{ki}$  valore caratteristico della i-esima azione variabile;  
 $\psi_{0i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;  
 $\psi_{1i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;  
 $\psi_{2i}$  coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti  $\psi_{0i}$ ,  $\psi_{1i}$ ,  $\psi_{2i}$  sono attribuiti i seguenti valori:

Azione	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso m30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota m1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di

carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{1k}$  nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento (trave, pilastro, etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente" (1), "Frequente" (4) e "Rara" (4).

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.



## 5. PROGETTAZIONE DELLA FONDAZIONE

Le sollecitazioni sono state calcolate considerando le azioni agenti alla base delle pareti e sulla platea, sia in condizioni statiche che dinamiche in assenza e presenza di eccentricità accidentale. La fondazione è stata modellata secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti.

## 6. CONCLUSIONI

La modellazione del suolo è stata definita a partire dalle indicazioni e dalle indagini riportate nella relazione geologica sopra richiamata. Il terreno di fondazione è modellato con un modello alla Winkler come un letto di molle elastiche.

Le verifiche eseguite in merito alla stabilità globale e locale del suolo hanno dato esito positivo per le parti di fondazione di progetto, pertanto la struttura risulta verificata rispetto alla crisi locale e globale in ogni sua parte, sia per forze statiche che per sollecitazione sismica nel rispetto dei D.M. Min. LL. PP. 14 Gennaio 2008.

Pozzuoli

**Il progettista**  
*dott. ing. Giuseppe FISCIANO*