



## DISTRETTO CAMPANO DELL'AUDIOVISIVO - POLO DEL DIGITALE E DELL'ANIMAZIONE CREATIVA"

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo Tavola

### RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

Numero Tavola

B1

Scala

-

#### Il Progettista

Ing. Fabio Mastellone di Castelvetero

#### Il R.U.P.

Dott. Maurizio Gemma

#### Il Supporto al R.U.P.

Ing. Vincenzo Brandi

EDIZ. DATA  
ottobre 2020

DISEGNATO CONTROLLATO APPROVATO  
ottobre 2020 ottobre 2020

01320.20307.03.06.0B1.E.000.FMC.dm

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

*Lavori di realizzazione di due scale in acciaio d'accesso al distretto campano dell'audiovisivo-polo del digitale e dell'animazione creativa.*

La presente relazione è redatta nell'ambito della realizzazione di due scale d'accesso al distretto campano dell'audiovisivo, costituente l'edificio D del complesso dell'ex Base NATO di Bagnoli, costituite ognuna da una struttura metallica zincata ancorata su una platea di fondazione in conglomerato cementizio armato.

### INDICE

<b>1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. MODALITA' COSTRUTTIVE .....</b>	<b>4</b>
<b>5. CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI.....</b>	<b>4</b>
5.1. Stato Limite di Salvaguardia della Vita.....	4
5.2. Stato Limite di Danno.....	6
5.3. Stati Limite di Esercizio .....	6
<b>6. PROGETTAZIONE DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>7. TABULATI DI CALCOLO .....</b>	<b>8</b>
<b>8. CONCLUSIONI.....</b>	<b>8</b>

## 1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'opera oggetto della presente relazione è rappresentata da due scale in acciaio, ognuna delle quali ancorate su una platea su pali in conglomerato cementizio, di chiusura al polo audiovisivo - digitale che occuperà l'edificio D dell'ex base NATO di Bagnoli. La struttura è costituita da travi in acciaio HEB 220 collegate alle UPN 180 tirafondate in pareti in calcestruzzo armato e a loro volta ancorate mediante inghisaggi alla platea su pali, esistente a tergo.

I cosciali sono costituiti da travi in acciaio UPN 180 collegate alle HEB 220 mediante bulloni di classe 8.8.

La platea di fondazione è a pianta rettangolare di dimensioni 13.30 x 5.92 m ed un'altezza pari a 1.00 m con un piano di posa posto a quota - 0.64 m dal piano campagna. I pali al di sotto della stessa hanno un diametro pari a 0.40 m.

Le azioni previste sulla struttura sono legate alla destinazione d'uso e sono rappresentate da:

- AZIONE DEL VENTO;
- SISMA.

## 2. 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)**

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

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

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

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

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)**

“Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.

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 nelle seguenti norme:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)**

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio” - EN 1993-1-1.**

**C.N.R. – UNI 10011**

**“Istruzioni per il calcolo l'esecuzione e il montaggio”**

**UNI ENV 1993-1-1**

**UNI 11104:2004**

**UNI EN 206-1:2006**

**UNI EN 197**

### 3. SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

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

- 1) La natura del manufatto che richiede una chiusura portante continua sul fondo.
- 2) La necessità di ridurre al minimo la pressione del manufatto sul terreno in modo da non alterare lo stato tensionale esistente.

Pertanto si è ritenuto opportuno limitare le sollecitazioni in fondazione adottando due platee di fondazione per entrambe le scale.

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

- **fondazioni indirette su platee su pali.**

### 4. MODALITA' COSTRUTTIVE

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

La fondazione di tipo indiretta, una platea su pali, la quale sarà realizzata secondo gli ordinari metodi della tecnica delle costruzioni secondo il seguente procedimento:

- 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 platea di fondazione a mezzo di messa in opera delle armature, casseratura, getto di conglomerato cementizio e scasseratura
- Rinterro delle fondazioni con materiale di progetto.

### 5. CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI

L'intervento consiste nella realizzazione di due platee di fondazione. Pertanto, ai sensi delle N.T.C. 2018 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 2018 e §C7.11.5.3.1 della Circ.n°7)
- Verifica allo stato limite per raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali (§C7.11.5.3.1 delle NTC 2018)
- Verifica allo stato limite di esercizio (§6.4.2.2 delle NTC 2018 e §C6.4.4.2 della Circ.n°7)

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

#### 5.1. 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:

- $G_1$  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);
- $G_2$  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 17 gennaio 2018;

$\psi_{0i}$  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 (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
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile;

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 C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,6

Categoria H – Coperture	0,0
Vento	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,0
Variazioni termiche	0,0

Le verifiche strutturali e geotecniche, come definite al punto 2.6.1 del D.M. 17 gennaio 2018, 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. 17 gennaio 2018, 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.

## 5.2. 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.

## 5.3. 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. 17 gennaio 2018 - 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:

combinazione rara

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

combinazione frequente

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

combinazione quasi permanente

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

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 C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ 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.

## 6. PROGETTAZIONE DELLA FONDAZIONE

Le sollecitazioni sono state calcolate considerando le azioni agenti alla base della struttura e sulle platee sia in condizioni statiche che dinamiche in assenza e presenza di eccentricità accidentale.

La fondazione diretta è stata modellata come una piastra su un letto di molle alla Winkler.



## 7. TABULATI DI CALCOLO

Nei tabulati di calcolo si riportano le verifiche a pressoflessione retta allo stato limite ultimo e allo stato limite di danno relative alle verifiche di resistenza e di deformabilità della struttura di fondazione. Essendo il coefficiente di sicurezza indicato con CS maggiore dell'unità la verifica risulta soddisfatta.

## 8. CONCLUSIONI

La modellazione del suolo è stata definita a partire dalle indicazioni e dalle indagini geologiche. 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 sia 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. 17 Gennaio 2018.