
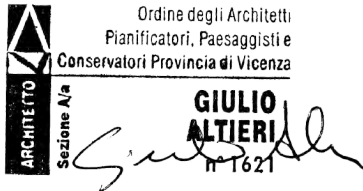


STADIO DELLA ROMA - TOR DI VALLE

Relazione preliminare delle strutture Convivium

15 giugno 2015



Numero Emissione	1
Numero Revisione	0
Data Emissione	12/06/2015
Motivazione della Emissione	Richiesta del Permesso di Costruire
Redatto da	<div> <div>Studio Altieri Sp A</div> <div>  </div> <div> Firma e timbro <div>  </div> </div> </div>

REGISTRO DELLE REVISIONI

E	R	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
1	00	12/06/2015	Prima emissione	E.Noro	R.Friso	S. Secondin

CODIFICA ELABORATO

TDV	C	CFB00	00	G00000	PD	ST	0000	STA	1400	00
-----	---	-------	----	--------	----	----	------	-----	------	----

Indice

1	
1.	Introduzione 4
2.	Metodo di calcolo (SL)..... 5
2.1.	Valutazione della sicurezza: vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento 5
2.2.	Combinazioni di carico agli stati limite 5
3.	Codici di calcolo 8
4.	Descrizione delle opere 9
4.1.	Caratteristiche generali edifici minori 9
4.2.	Caratteristiche generali edifici maggiori 9
5.	Normativa di riferimento..... 12
5.1.	Norme durabilità 12
6.	Caratteristiche idrogeologiche del sito e categoria di sottosuolo 13

1. Introduzione

La presente relazione illustra le scelte strutturali condotte per le strutture del Convivium da realizzare nell'ambito del nuovo Stadio della Roma.

Gli edifici interessati dal presente documento sono evidenziati in rosso nella seguente immagine. Tali edifici risultano realizzati al di sopra delle strutture del parcheggio C1.

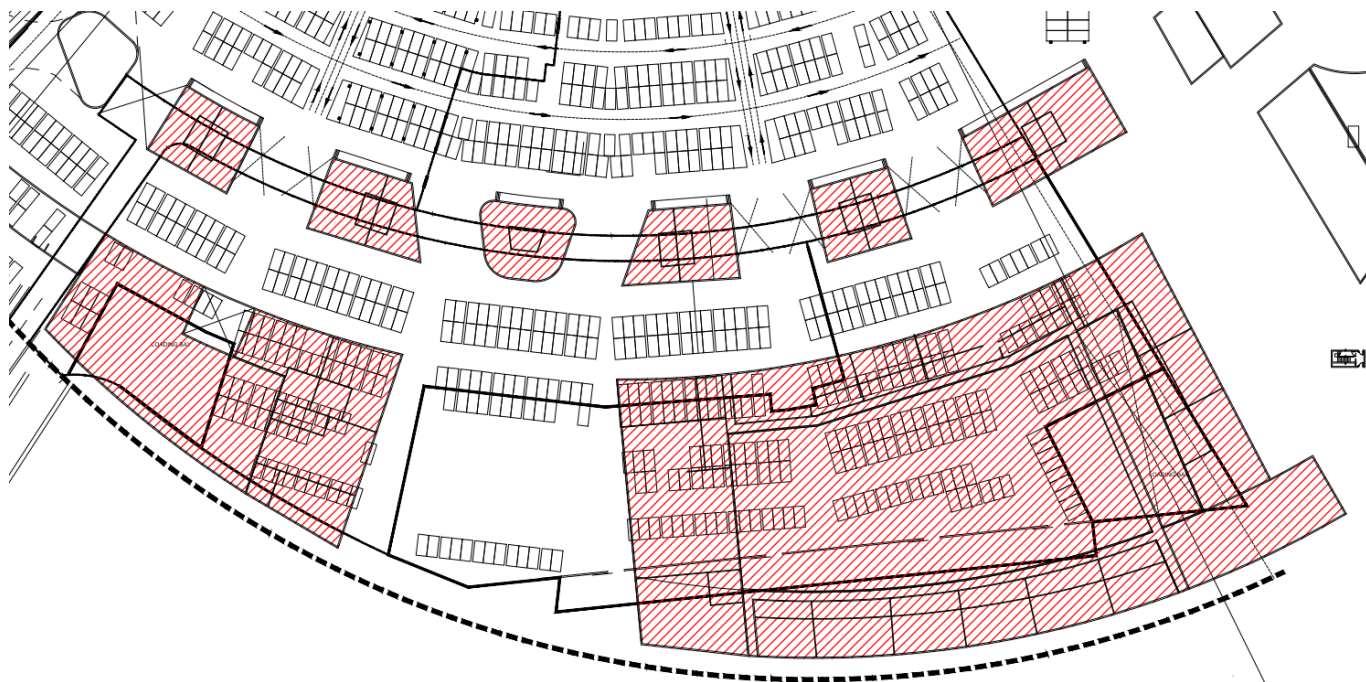


Immagine 1.1. – Individuazione edifici del Convivium

2. Metodo di calcolo (SL)

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni".

I coefficienti di sicurezza adottati sui materiali, concordemente con il D.M. 14/01/2008, sono assunti pari a:

- Cemento armato

Stato limite	Acciaio γ_s	Calcestruzzo γ_c
ultimo	1.15	1.50 per c.a. normale

- Acciaio per carpenteria metallica

Stato limite	Acciaio γ_M
Resistenza sezioni	$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza all'instabilità	$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza all'instabilità nei ponti	$\gamma_{M1} = 1.10$
Resistenza sezioni tese	$\gamma_{M2} = 1.25$

2.1. Valutazione della sicurezza: vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento

Vista la particolarità delle strutture in oggetto, nelle analisi sono stati considerati i parametri:

Vita nominale (V_N):	100 anni
Classe d'uso:	III ($C_u = 1.5$)
Periodo di riferimento azione sismica ($V_R = V_N * C_u$):	150 anni

2.2. Combinazioni di carico agli stati limite

Il calcolo delle sollecitazioni avviene considerando le combinazioni di carico:

Combinazioni allo stato limite ultimo (condizioni statiche):

$$F_d = \gamma_{G1} * G_{1k} + \gamma_{G2} * G_{2k} + \gamma_p * P_k + \gamma_q [Q_{1k} + \sum (\psi_{0i} * Q_{ik})]$$

Combinazioni rare (condizioni statiche):

$$F_d = G_{1k} + G_{2k} + P_k + Q_{1k} + \sum (\psi_{0i} * Q_{ik})$$

Combinazioni frequenti (condizioni statiche):

$$F_d = G_{1k} + G_{2k} + P_k + \gamma_{1l} * Q_{1k} + \sum (\psi_{2i} * Q_{ik})$$

Combinazioni quasi permanenti (condizioni statiche):

$$F_d = G_{1k} + G_{2k} + P_k + \sum (\psi_{2i} * Q_{ik})$$

Combinazione sismica:

$$F_d = E + G_{1k} + G_{2k} + P_k + \sum (\psi_{2i} * Q_{ik})$$

L'azione sismica viene valutata considerando:

le masse partecipanti $G_{1k} + G_{2k} + \sum (\psi_{2i} * Q_{ik})$

l'accelerazione del luogo in esame con tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$

(con $V_R = V_N * C_u$)

(con P_{VR} : probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R)

Combinazione eccezionale:

$$F_d = G_{1k} + G_{2k} + P_k + A_d + \sum (\psi_{2i} * Q_{ik})$$

Con:

G_{1k} = peso proprio delle strutture

G_{2k} = sovraccarico permanente portato

Q_{ik} = sovraccarico accidentale, neve

P_k = precompressione, se presente

A_k = azione eccezionale (ES incendio)

E_k = azione sismica

verifica per lo stato limite di equilibrio

$\gamma_{G1} = 1,1$ (oppure 0.9)

$\gamma_{G2} = 1,5$ (oppure 0)

$\gamma_p = 1$

$\gamma_{Qi} = 1,5$ (oppure 0)

G_k = pesi permanenti

G_k = pesi permanenti non strutturali non compiutamente definiti

P_k = precompressione

Q_k = pesi accidentali

verifica per lo stato limite ultimo resistente

$\gamma_{G1} = 1,3$ (oppure 0.9)

$\gamma_{G2} = 1,5$ (oppure 0)

$\gamma_p = 1$

$\gamma_{Qi} = 1,5$ (oppure 0)

G_k = pesi permanenti

G_k = pesi permanenti non strutturali non compiutamente definiti

P_k = precompressione

Q_k = pesi accidentali

verifica per lo stato limite ultimo geotecnico

$\gamma_{G1} = 1,0$

$\gamma_{G2} = 1,3$ (oppure 0)

$\gamma_p = 1$

$\gamma_{Qi} = 1,3$ (oppure 0)

G_k = pesi permanenti

G_k = pesi permanenti non strutturali non compiutamente definiti

P_k = precompressione

Q_k = pesi accidentali

$\psi_{1i}, \psi_{1i}, \psi_{1i}$: coefficienti da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche:

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
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 ≤ 30 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 ≤ 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

3. Codici di calcolo

Si sono utilizzati i seguenti software di calcolo:

- Microsoft Excel® della Microsoft Corporation;
Fogli excel per l'esecuzione di calcoli semplici implementati direttamente su schemi e formule derivate dalla scienza delle costruzioni. Prima dell'utilizzo, il foglio excel viene testato e verificato sia mediante calcolo manuale diretto, sia mediante confronto con altri programmi di calcolo.
- VcaSlu
Programmi prodotti dall'ing. Piero Gelfi dell'università di Brescia. Eseguono il calcolo e la verifica di sezioni in c.a., in acciaio e miste, muri di sostegno, ecc
- Straus 7: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti della "G+D Computing Pty. Ltd 2000". Esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi- dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Questo software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità. Il programma "Straus7" viene utilizzato per lo studio di elementi strutturali spaziali non schematizzabili con Eng 2K.
- SISMICAD Si tratta di un programma di calcolo strutturale, della "Concrete-structural engineering software", che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output. Il programma "SISMICAD" viene utilizzato per lo studio di elementi strutturali spaziali per la verifica sismica della struttura.

Tutti i programmi utilizzati sono stati ampiamente testati e verificati prima dell'uso; i risultati vengono inoltre preventivamente comparati con schemi statici e modelli semplificati derivati direttamente dalla scienza delle costruzioni e/o confrontati con altri programmi di calcolo prima di essere accettati.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

Per ogni problematica oggetto di studio, possono essere state condotte diverse analisi e/o schematizzazioni, ricorrendo anche a differenti programmi e/o metodi di calcolo. In relazione viene riportata direttamente l'analisi e la verifica che, a giudizio del Progettista, risulta la più idonea a rappresentare il problema in esame e/o quella che si è rivelata più a favore della sicurezza.

4. Descrizione delle opere

Le opere interessate dalla presente relazione del convivium riguardano:

- 6 edifici minori (evidenziati in blu);
- 2 edifici di dimensioni maggiori (evidenziati in verde).

Tali edifici fondano sulle strutture del sottostante parcheggio C1.

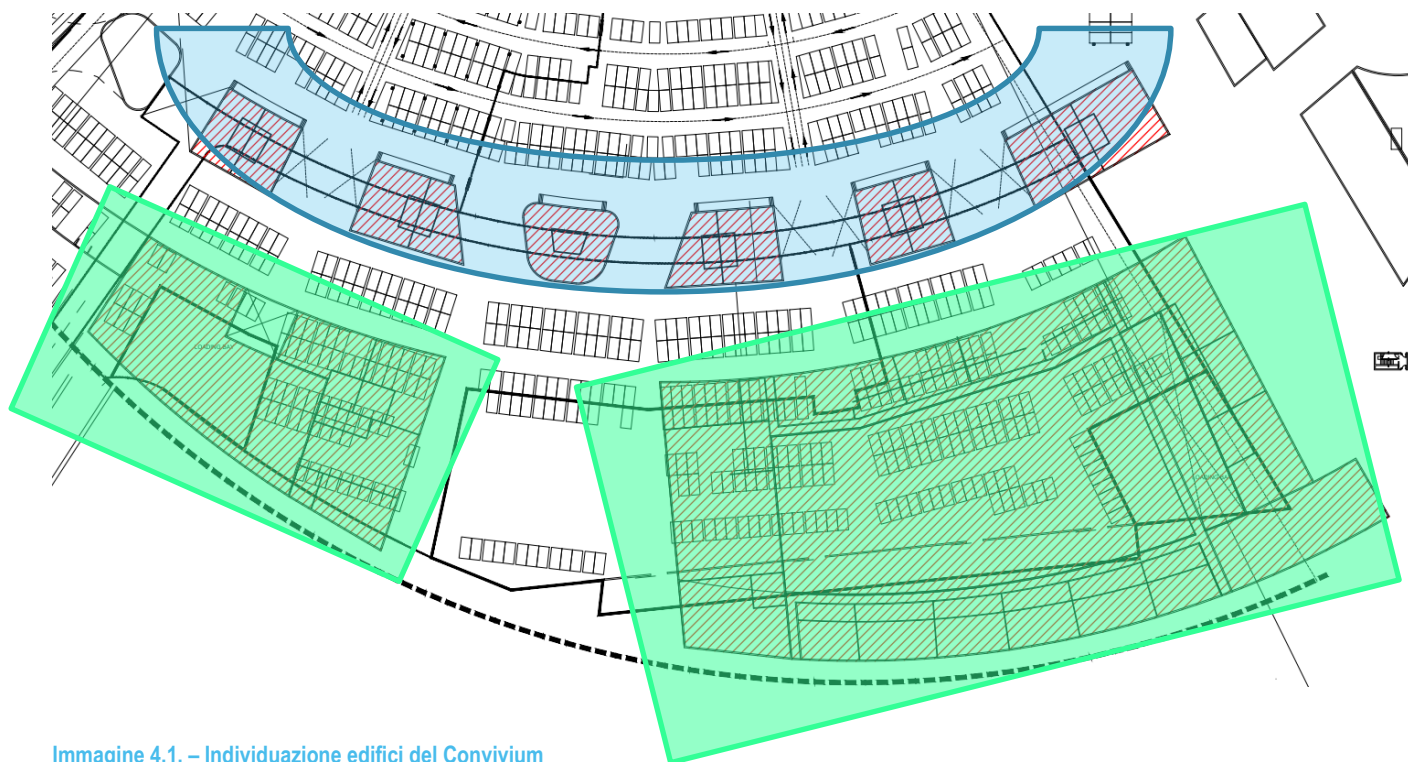


Immagine 4.1. – Individuazione edifici del Convivium

4.1. Caratteristiche generali edifici minori

Gli edifici minori hanno dimensione in pianta inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 30x20 m.

Vista la limitata dimensione saranno realizzati in carpenteria metallica al fine di ridurre le azioni verticali sulle strutture sottostanti. In particolare i pilastri in acciaio delle strutture in elevazione poseranno sui pilastri in c.a. delle strutture sottostanti.

I solai saranno realizzati mediante travi in acciaio e solai di tipo misto in acciaio-c.a. con lamiere collaboranti tipo hi-bond.

Le facciate, al di fuori della sagoma degli edifici, poggeranno in falso sulla soletta sottostante. Vista la limitata dimensione non si prevedono giunti sismici su tali edifici.

4.2. Caratteristiche generali edifici maggiori

Gli edifici maggiori hanno dimensioni pari a 120x75 m e 106x30 m.

Entrambe gli edifici saranno giuntati in corrispondenza alla dimensione maggiore concordemente alle strutture sottostanti.

La struttura è realizzata in c.a. Le azioni orizzontali risultano controventate mediante setti in c.a.

Gli orizzontamenti dell'edificio sono realizzati con una soletta in c.a. alleggerita dello spessore di 34 cm, caratterizzata da un comportamento perfettamente isotropo nello spazio e dotata di elevata rigidità nel piano. Lungo gli allineamenti dei pilastri viene inoltre eliminato l'alleggerimento ottenendo delle banche piene nello spessore del solaio aventi larghezza di circa 110 cm. Con tale soluzione il piano assume caratteristiche di inerzia e rigidità ottimali dal punto di vista del comportamento in fase sismica, risultano soddisfatti i requisiti prestazionali richiesti dal D.M. 14.01.08.

Lo spessore totale del solaio è di 34 cm, costituito da 8 cm inferiori + 20 di alleggerimento + 6 cm superiori.

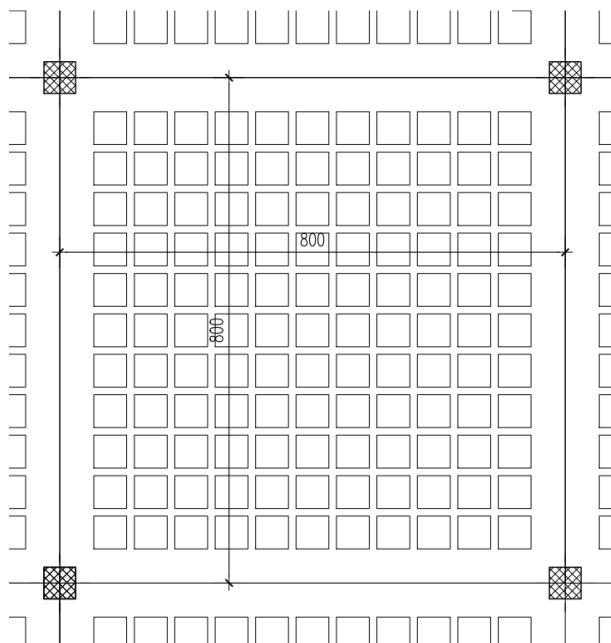


Immagine 4.4. Pianta campata tipica

La realizzazione della soletta alleggerita avviene in maniera assai semplice e standardizzata, secondo le fasi riassumibili di seguito:

- posa dei casseri
- messa in opera dell'armatura inferiore
- posa dei blocchi di alleggerimento tipo U-Boot
- messa in opera dell'armatura superiore
- getto del c.a.
- scassero del solaio (eventualmente per fasi successive)
- Il piano successivo viene quindi eseguito con le stesse modalità.

L'adozione della soletta alleggerita consente una notevole standardizzazione del processo produttivo: attraverso uno studio specializzato delle operazioni di costruzioni è quindi possibile rendere il cantiere estremamente semplice e pulito, con elevata resa produttiva e ottima qualità del prodotto finito.

Il ridotto spessore richiesto (34 cm) e l'assenza di sottosporgenze offrono inoltre notevole spazio a disposizione delle esigenze impiantistiche, anche in funzione di futuri interventi di trasformazione dell'ospedale.

La rigidità risulta elevata, consentendo quindi deformazioni alquanto ridotte anche in presenza dei forti sovraccarichi previsti in funzione della destinazione d'uso e permettendo quindi nel tempo la più ampia riorganizzazione distributiva dei vari reparti.

Tale tipologia di solaio è stata scelta in quanto assicura le seguenti positive caratteristiche:

- spessori contenuti (fino a 1/30 della luce);
- agevole adattabilità alle particolari conformazioni geometriche locali nei casi di variazione dalla maglia strutturale principale;
- intradosso completamente piano, il che consente la più completa flessibilità al lay-out architettonico e alla distribuzione e al passaggio degli impianti;
- efficienza sismica elevata, in quanto il comportamento nel piano è assimilabile a quello di un diaframma rigido con proprietà equivalenti in entrambe le direzioni principali;
- elevata rigidità nei confronti dei carichi verticali;

- elevata capacità di ridistribuzione trasversale dei carichi concentrati, anche molto superiori a quelli nominali caratteristici uniformemente distribuiti – il che comporta la più completa flessibilità nell'esercizio e nei riguardi dell'installazione di attrezzature e apparati;
- agevole forabilità delle solette, sia in fase di progettazione (nella quale possono essere previste tutte le maggiori forometrie, anche – con opportuni provvedimenti – in prossimità dei pilastri), sia nel corso dell'esercizio futuro, avendo avuto riguardo in fase di progettazione di garantire un certo margine nel proporzionamento delle armature tale da consentire pressochè ovunque l'esecuzione di forature di dimensioni massime prefissate);
- facile ottenimento del grado di resistenza al fuoco richiesta, poichè la conformazione a intradosso piano senza sottosporgegne, anche minime, è la più favorevole nei confronti della protezione delle armature, minimizzando lo spessore di copriferro necessario;
- buon grado di isolamento acustico nei confronti della trasmissione aerea del suono grazie alla buona massa strutturale;
- manutenzione praticamente nulla nel tempo;
- buona resa costruttiva pur in presenza di strutture completamente gettate in opera: con l'utilizzo dei moderni sistemi di cassetatura industrializzata e considerando la ripetitività della maglia strutturale, è possibile prevedere una produzione settimanale di parecchi m² giornalieri;
- intradosso liscio, necessario per evitare la formazione di sacche di gas.

L'elevata standardizzazione del processo produttivo, inoltre, consente di organizzare meglio il cantiere e ridurre notevolmente i tempi di attesa: si può infatti procedere alla realizzazione del solaio successivo in tempi molto ravvicinati, prevedendo opportunamente le fasi di scasso delle solette. L'ottimizzazione delle fasi di lavoro riduce di conseguenza i tempi di costruzione arrecando, quindi, minor disagio alla struttura ospedaliera circostante che deve mantenere inalterata la sua totale funzionalità.

Dal punto di vista strutturale, infine, la notevole rigidità della soletta alleggerita-rinforzata e l'ottimo comportamento in entrambe le direzioni consente lo sfruttamento ottimale di tutte le pareti in c.a.

5. Normativa di riferimento

Il progetto è stato sviluppato nell'osservanza della vigente normativa tecnica. Il progetto si richiama particolarmente alle seguenti normative:

- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto ministeriale 14 gennaio 2008
Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"

Si è inoltre fatto riferimento ai seguenti documenti normativi:

5.1. Norme durabilità

- Norma UNI 11104
Calcestruzzo: specificazione, prestazioni, produzione e conformità; istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206.

6. Caratteristiche idrogeologiche del sito e categoria di sottosuolo

Si rimanda alla relazione del sottostante edificio C1. Dal punto di vista sismico il suolo è classificabile come di tipo C.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Si riportano in particolare i risultati del $V_{s,30}$ delle prove MASW e cross-hole.

