

REGIONE ABRUZZO - COMUNE DI L'AQUILA

Project Financing, ai sensi dell'art. 37 BIS della Legge 109/94 e s.m. per la
"REALIZZAZIONE DI PARCHEGGIO PIAZZA S. BERNARDINO" - L'AQUILA -

PROGETTO ESECUTIVO



Committente:
COMUNE DI L'AQUILA

Concessionario:



VISION PARK s.r.l.

VISION PARK s.r.l.

Via Ugo La Malfa, 12

L'Aquila

Tel. +39.0862.204371

Progettisti:

Ing. Giovanni Di Filippo

Ing. Arturo Fiamma

Ing. Antonello Pellegrini



OGGETTO:

Relazioni specialistiche

RELAZIONE STRUTTURA AUTORIMESSE



SCALA
TAVOLA
Rel.02.3

Data:
Ottobre 2018

Aggiornamento:

.....

PARERI OBBLIGATORI

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO

Ripartizione Interventi sul Territorio:
PARERE UFFICIO VIABILITA'

n° _____ del _____

Servizio Prevenzione e Igiene Ambientale:
PARERE ASL

n° _____ del _____

Gestione delle Risorse Idriche:
PARERE:

n° _____ del _____

Servizio tecnico per il territorio:
PARERE

n° _____ del _____

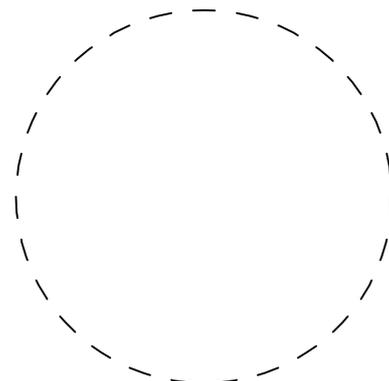
V.V.F.:
PARERE

n° _____ del _____

Soprintendenza ai B.A.A.S.:
PARERE

n° _____ del _____

TIMBRO CONCESSIONE E/O AUTORIZZAZIONE



(Timbro visto arrivare)

Comune di L'Aquila
Provincia di L'Aquila

RELAZIONE STRUTTURA AUTORIMESSE

Oggetto: Project Financing, ai sensi dell'art. 37

Ing. DI FILIPPO GIOVANNI
Ing. FIAMMA ARTURO
Ing. PELLEGRINI ANTONELLO

OGGETTO: Project Financing, ai sensi dell'art. 37

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	2
Categoria del Suolo	A
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	42.35069
Longitudine del sito oggetto di edificazione	13.40259

- **DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

Il progetto strutturale è relativo ad un parcheggio multipiano e di autorimesse(box) da realizzarsi nel centro storico di L'Aquila, fra via Fortebraccio e piazza San Bernardino; l'intervento prevede la realizzazione di uno scavo approfondito rispetto al piano campagna attuale di circa 16 metri, con fronti lungo via S. Bernardino (fronte nord), lungo la gradinata di S. Bernardino (fronte est) ed il palazzo del Provveditorato alla OO. PP. (fronte ovest). Sono state calcolate separatamente la struttura dei parcheggi e la paratia di pali a contenimento dello scavo suddetto, ognuna con il proprio deposito al Genio Civile. La relazione di cui in oggetto si riferisce alla **struttura delle autorimesse**.

- **DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO**

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di L'Aquila; l'area analizzata è ubicata ad una quota comprese tra 720 e 703m s.l.m.; l'area è catastamente censita al N.C.T del Comune di L'Aquila, al Fg.101 P.IIa 911, ed occupa altresì una quota parte di terreno ad oggi utilizzata come strada e parcheggio pubblici, confinante con le particelle 911 e 914 al N.C.T. del Comune di L'Aquila al Fg.101 e la P.IIa 2932 sullo stesso foglio.

Dal punto di vista idrografico, l'area afferisce al bacino del F. Aterno.

L'area è parte della zona di transizione tra le depressioni di origine tettonica di L'Aquila - S. Demetrio e di Scoppito – L'Aquila. Modellato in unità fluvio-lacustri e detritiche pleistoceniche, tale rilievo costituisce un ampio terrazzo, residuo di una superficie di sedimentazione che si protende verso sud con debole inclinazione raccordando le estreme propaggini meridionali del Gran Sasso con la valle del F. Aterno. Processi erosivi fluviali, attivi nel corso del Pleistocene superiore e dell'Olocene, hanno comportato il parziale smembramento di questa superficie con incisione di alcune valli fluviali, poco incassate e dal fondo piatto, oramai tutte fossili.

Il sito in esame interessa parte della superficie sommitale e parte della zona di testata di una delle valli fluviali sopra descritte. Questa si presenta attualmente a fondo piatto e priva di idrografia superficiale: al suo fondo corre via Fortebraccio. Il raccordo tra i due diversi settori morfologici è rappresentato da una scarpata, alta una decina di metri, che discende verso sud fino a raccordare il

terrazzo in parola con il fondo della valle di via Fortebraccio. La morfologia originaria è stata totalmente stravolta a causa degli interventi urbanistici ed edilizi succedutisi almeno a partire dal '400. La realizzazione di un piccolo parco pubblico e di un piazzale nei primi anni del '900 ha comportato il terrazzamento del versante.

La geologia dell'area è caratterizzata dalla presenza di una potente successione limoso-sabbioso-ghiaiosa di ambiente continentale (lacustre e fluvio-lacustre) che si sovrappone ad un substrato pre-Quaternario di ambiente marino costituito da rocce prevalentemente carbonatiche in facies di transizione piattaforma – bacino.

A queste unità "antiche" si sovrappongono depositi recenti o attuali rappresentati essenzialmente da coltri colluviali, falde di detrito, conoidi di deiezione. Al fondo della valle dell'Aterno sono presenti modesti spessori di sedimenti alluvionali, che ne formano la pianura alluvionale. Dal punto di vista tettonico-strutturale, l'area è parte della struttura del Gran Sasso a cui si sovrappongono in discordanza i depositi continentali della successione di colmatazione della valle dell'Aterno. E' dominante nell'area la tettonica distensiva, che si evidenzia con una serie di faglie normali a prevalente direzione appenninica (nordovest-sudest) con immersione verso la valle del fiume Aterno.

La sequenza stratigrafica è stata ricostruita grazie ad osservazioni effettuate in varie occasioni, nonché sulla base dei sondaggi geognostici effettuati. Tali dati hanno permesso la ricostruzione della serie per una profondità di 45 metri. La sequenza appare sostanzialmente uniforme su tutta l'area, con solo modeste variazioni nello spessore dei singoli strati. Si possono distinguere due successioni stratigrafiche:

- Zona piazza San Bernardino: coperture antropiche (fino a 7.8 – 9,5 m di profondità) e pezzame calcareo (fino a 45 m)
- Zona via Fortebraccio: coperture antropiche (fino a 3 metri), limo argilloso (da 3 a 6,5 m di profondità) e pezzame calcareo (fino a 45 m)

Coperture antropiche

La genesi di tale unità è da ricondursi ad attività antropica, essenzialmente discarica di materiali in occasione della sistemazione urbanistica otto-novecentesca. E' costituita da pavimentazioni e terreni di riporto variabili dalle ghiaie grossolane alle argille limose, sovente con frammenti di laterizio e frustoli carboniosi. Lo spessore rilevato nell'area di piazza San Bernardino è compreso tra 7,8 e 9,5 metri; quello lungo via Fortebraccio di circa 3 metri.

Limo argilloso

E' presente solo lungo via Fortebraccio, a costituire un cuneo alla base del pendio originariamente presente. Lo spessore è di circa 3,5 metri , con letto a 6,5 metri dal piano di campagna.

Pezzame calcareo

Riferibile al *supersintema di Aielli-Pescina*, quest'unità è costituita da ghiaie e pezzame calcareo in

matrice sabbioso-limosa più o meno abbondante associate a livelli di limi sabbiosi con clasti. Sono presenti livelli di ghiaie in matrice limoso-argillosa e di limi argillosi di colore bruno interpretabili come residui di paleosuoli. Lo spessore *in situ* dell'unità non è ben conosciuto, non essendo stato raggiunto il suo letto; tuttavia è possibile stabilire che il suo letto si attesta a profondità superiori a 100 m dal p.c.

Le strutture di fondazione del fabbricato in oggetto interesseranno esclusivamente il pezzame calcareo.

Nell'area in esame sono definibili i complessi idrogeologici di seguito descritti.

Complesso carbonatico

Costituito dalle unità calcaree e calcareo-marnose meso-cenozoiche, è caratterizzato da permeabilità, per porosità fessurazione e carsismo, da discreta ad elevata.

Complesso dei depositi quaternari

E' costituito dal *supersintema di Aielli-Pescina*, dal *sintema di Catignano*, dal *sintema di Valle Majelama*, è caratterizzato da permeabilità varia, da discreta a bassa.

Complesso detritico

Costituito dai detriti di falda e dalle coltri eluvio-colluviali, è caratterizzato da valori di permeabilità modesti.

La profondità alla quale si attesta la superficie piezometrica delle falde più superficiali non è nota; i dati relativi ad alcuni pozzi presenti in aree vicine (zona Castello) permettono di affermare che questa si assesta a quote comprese tra i 650 e i 660 m s.l.m., ossia a profondità superiori a 43 m dal p.c. In tale settore urbano il reticolo idrografico è totalmente assente e sostituito, per quanto attiene al deflusso delle acque meteoriche, dal sistema fognario.

Non si rilevano elementi geomorfologici riconducibili ad una tettonica attiva. In prossimità del sito in esame non sono presenti faglie definite attive, né il sito rientra nell'area di influenza di alcuna faglia attiva definita attiva.

Non si rilevano indizi del verificarsi di fenomeni destabilizzanti di tipo gravitativo o erosivo attivi in tempi geologicamente recenti né è ipotizzabile una loro attivazione in tempi brevi.

Analogamente nullo è il rischio che il sito venga interessato da fenomeni di dissesto aventi origine in aree limitrofe.

Nulli, infine, sono i rischi connessi con la dinamica fluviale, non rientrando il sito nell'area di influenza di alcun corso d'acqua.

L'area, pertanto, è da ritenersi stabile dal punto di vista geomorfologico.

Infine l'area non rientra nelle zone definite pericolose né dal "*Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro*", né dal "*Piano Stralcio Difesa Alluvioni dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro*".

Per l'area è disponibile sia la microzonazione sismica di livello 1 (carta delle MOPS), che di livello 3, validate dalla Regione Abruzzo.

Secondo la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune dell'Aquila, il sito ricade in "zona suscettibile di amplificazione sismica locale" con successione di tipo K16 così definita:

<i>Profondità da p.p.f. (m)</i>	<i>Unità litologica</i>
0 – 5	Limi teneri, ghiaie e sabbie
5 – 30	Brecce cementate

Questa stratificazione non è pienamente congruente con quanto rilevato dalle indagini.

Secondo invece la carta della microzonazione sismica di Livello 3:

“ In queste aree le analisi effettuate con le simulazioni numeriche indicano amplificazioni solo per frequenza basse (0,4 – 0,6 Hz). Sulle frequenze più alte non si riscontrano amplificazioni. I dati strumentali (registrati) confermano parzialmente questo andamento, registrano un'amplificazione per le frequenze più alte solo in alcuni siti della parte sud centro storico”.

La modellazione sismica effettuata ha permesso di verificare che la successione stratigrafica rilevata nel sottosuolo ha comportamento sismico tendenzialmente deamplificativo. Relativamente allo SLV, per periodi minori di 1,5 sec (frequenze maggiori di 0,67 Hz) si può assumere suolo di fondazione di tipo "A"; per periodi maggiori si può assumere suolo di tipo "B".

Per l'opera in oggetto, in funzione delle frequenze su citate, risulta coerente far riferimento alla categoria A (D.M. 14.01.2008, punto 3.2.2):

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

L'area oggetto di intervento ricade su un pendio con inclinazione $i=9^\circ$ circa e pertanto rientra nella categoria:

T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T è pari a 1,0.

Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento alla relazione geologica redatta dal Geologo Dott. Alessandro Lorè.

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

- INFORMAZIONI GENERALI SULL' ANALISI SVOLTA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;

- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;

la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le

costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

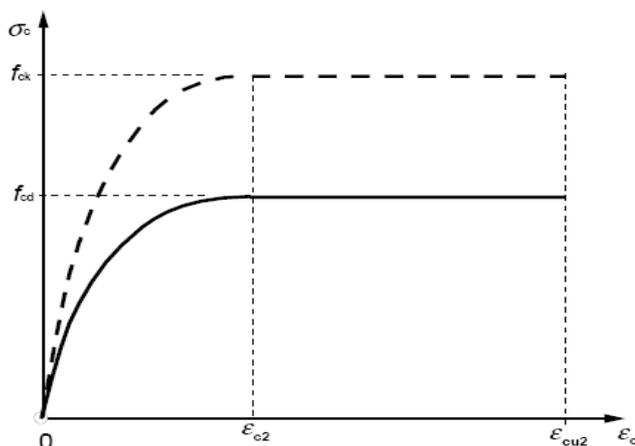
MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

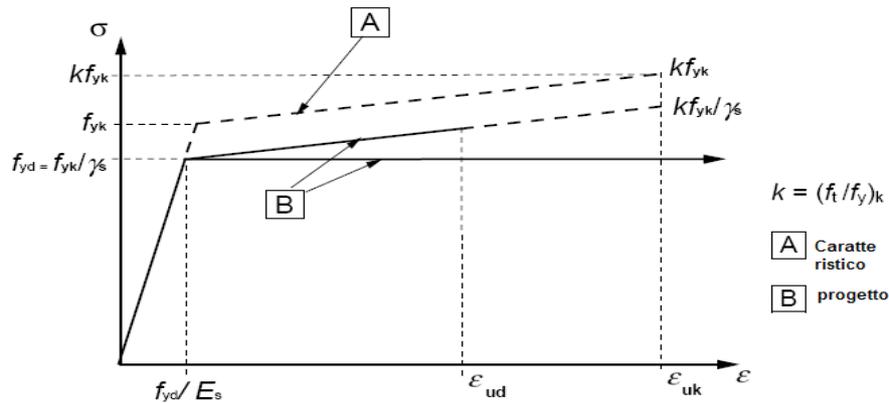
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.

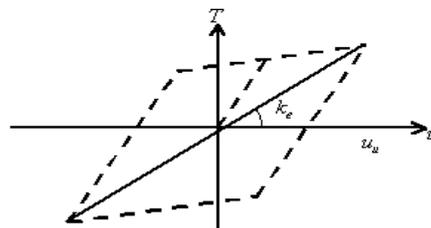


Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;

legame elastico lineare per le sezioni in legno;

legame elasto-viscoso per gli isolatori.



Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

- AZIONI SULLA COSTRUZIONE

AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI

ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso. I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Relazione Struttura Autorimesse

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento. Cat. C1 – Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 – Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 – Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sporte relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 – Negozi Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	> 6,00 -	6,00 -	1,00* -
F – G	Rimesse e parcheggi. Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	2,50 -	2 x 10,00 -	1,00** -
H	Coperture e sottotetti. Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 – Coperture praticabili Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 - -	1,20 - -	1,00 - -

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati
 ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

I valori nominali e/o caratteristici q_k, Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'uso ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate

dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018

per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti $\psi_2 j$ sono riportati nella Tabella 2.5.I.

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o

passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{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 ≤ 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

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

- **TOLLERANZE**

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm

Per dimensioni ≤ 400 mm ± 15 mm

Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

- DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

- PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

L'Aquila, 07 Ottobre 2018.

I tecnici

