



COMUNE DI SCILLA (RC)



AMMODERNAMENTO DEL PORTO DI SCILLA E DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO

Progetto Definitivo

D. RELAZIONI E STUDI AMBIENTALI

D.05

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE – STAZIONE MARITTIMA

Data:

12-04-2022

Scala:



PROJECT MANAGER

ing. Giuseppe Bernardo

PROGETTISTI

ing. Giuseppe Bernardo
ing. Domenico Condelli
ing. Vincenzo Secreti
ing. Roberta Chiara De Clario
arch. Pasquale Billari

GRUPPO DI LAVORO

ing. Giuseppe Cutrupi
arch. Francesca Gangemi

GEOLOGIA:

Geol. Giuseppe Cerchiaro



ing. Domenico Condelli

arch. Pasquale Billari



| REVISIONI | Rev. n° | Data | Motivazione |
|-----------|---------|------|-------------|
| | | | |

| | |
|--------|--------------------|
| R.U.P. | Visti/Approvazioni |
|--------|--------------------|

Codice elaborato:

DNC144_PD_D.05_2022-04-12_R0_Relazione di calcolo strutturale_CND.docx

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 |

Per il sito in esame è stata condotta apposita relazione sismica con utilizzo degli spettri di progetto di situ. Da precisare che l'indicazione del suolo tipo A nel fascicolo dei calcoli è dovuto proprio al fatto che le accelerazioni spettrali sono state imposte dal progettista.

• DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il fabbricato in oggetto è ubicato nel comune di Scilla. L'edificio è composto da un unico corpo di fabbrica in cemento armato.



Inquadramento dell'area oggetto di intervento



Pianta piano terra

Tipologia dell'edificio

Costruttivamente l'edificio si presenta articolata dal punto di vista distributivo e funzionale in un unico corpo fabbrica. L'edificio ha struttura portante in cemento armato, si sviluppa su un unico livello ed occupa una superficie di circa 120 mq.

Le fondazioni saranno di tipo fondazioni superficiali a trave rovescia.

Verrà realizzato un giunto tecnico di 10 cm tra il fabbricato e le opere già presenti in sito.

La copertura, praticabile, sarà accessibile tramite apposite scale già presenti in sito.

DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

Dal punto di vista geologico, ai sensi delle NTC 2018 ci si riferisce alla relazione geologica allegata al progetto.

NORMATIVE

D.M. LL. PP. 11-03-88

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18

Sicurezza e prestazioni attese (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

Eurocodice 3 UNI ENV 1993-1-1:1994, Eurocodice 3 UNI EN 1993-1-1:2014 Luglio 2014, Eurocodice 3 UNI ENV 1993-1-3:2000, Eurocodice 3 UNI EN 1993-1-3:2007 Gennaio 2007, Eurocodice 3 EN 1993-1-8:2005

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 della 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;
- la 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.

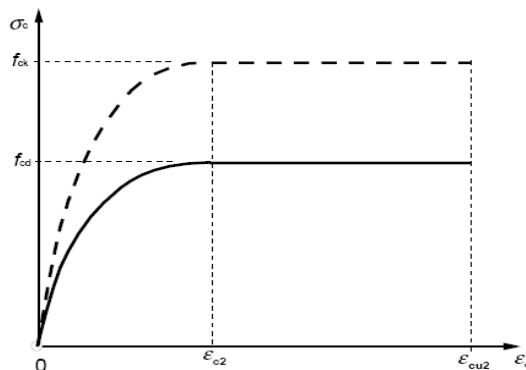
MODELLI DI CALCOLO

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 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

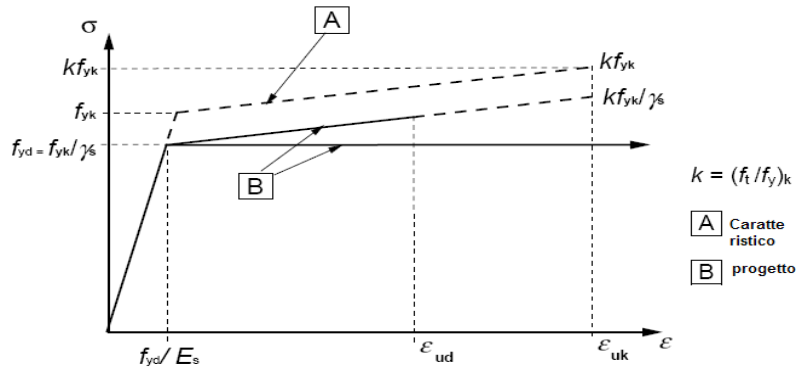
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

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.

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 PVR : | Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR |
|---------------------------|---|

| | | |
|---------------------------|-----|-----|
| 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 della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 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]

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

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

| Cat. | Ambienti | q _k [kN/m ²] | Q _k [kN] | H _k [kN/m] |
|-------|---|--|---|--------------------------|
| A | Ambienti ad uso residenziale | | | |
| | Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali | 2,00 | 2,00 | 1,00 |
| | Scale comuni, balconi, ballatoi | 4,00 | 4,00 | 2,00 |
| B | Uffici | | | |
| | Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico | 2,00 | 2,00 | 1,00 |
| | Cat. B2 Uffici aperti al pubblico | 3,00 | 2,00 | 1,00 |
| | Scale comuni, balconi e ballatoi | 4,00 | 4,00 | 2,00 |
| C | Ambienti suscettibili di affollamento | | | |
| | Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento | 3,00 | 3,00 | 1,00 |
| | Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne | 4,00 | 4,00 | 2,00 |
| | Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad altri di stazioni ferroviarie | 5,00 | 5,00 | 3,00 |
| | Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici. | 5,00 | 5,00 | 3,00 |
| | Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie. | 5,00 | 5,00 | 3,00 |
| | Scale comuni, balconi e ballatoi | Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni | | |
| | ≥ 4,00 | ≥ 4,00 | ≥ 2,00 | |
| Cat. | Ambienti | q _k [kN/m ²] | Q _k [kN] | H _k [kN/m] |
| D | Ambienti ad uso commerciale | | | |
| | Cat. D1 Negozi | 4,00 | 4,00 | 2,00 |
| | Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini | 5,00 | 5,00 | 2,00 |
| | Scale comuni, balconi e ballatoi | Secondo categoria d'uso servita | | |
| E | Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale | | | |
| | Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri | ≥ 6,00 | 7,00 | 1,00* |
| | Cat. E2 Ambienti ad uso industriale | da valutarsi caso per caso | | |
| F-G | Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti) | | | |
| | Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN) | 2,50 | 2 x 10,00 | 1,00** |
| | Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci. | 5,00 | da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 2 x 50,00 | 1,00** |
| H-I-K | Coperture | | | |
| | Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,50 | 1,20 | 1,00 |
| | Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D | secondo categorie di appartenenza | | |
| | Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti. | da valutarsi caso per caso | | |

* 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'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

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.

Per il sito in esame è stata condotta apposita relazione sismica con utilizzo degli spettri di progetto di situ. Da precisare che l'indicazione del suolo tipo A nel fascicolo dei calcoli è dovuto proprio al fatto che le accelerazioni spettrali sono state imposte dal progettista.

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 21 gennaio 2019 n. 7. 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

È 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:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t \quad (\text{Cfr. §3.4.1})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.3);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], 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. § 3.4.4);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.5).

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 (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 (2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (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_{G_i} e γ_{Q_j} 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.

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.1..

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_{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 Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria H Coperture accessibili per sola manutenzione | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Categoria I – Coperture praticabili | da valutarsi caso per caso | | |
| Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...) | | | |
| 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 |

Tabella 2.5.1 – 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 \square 5 mm

Per dimensioni ≤ 400 mm \square 15 mm

Per dimensioni ≤ 2500 mm \square 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 azioni pari a quelle di esercizio.

DESCRIZIONE DEL SOFTWARE

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale 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.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.12

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.18

Licenza n. 15.113467

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento

finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI

VERIFICHE CONSUNTIVE PILASTRATE C.A.

Verifica: *Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.*

Sicurezza minima: *Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.*

Verifica a flessione: *Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*

Verifica a taglio: *Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.*

Nodo pilastri: *Visualizza il coefficiente di sicurezza per la verifica dei nodi. Il valore è adimensionale.*

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio | Nodo pilastri |
|---------------|------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| Pilastrata 32 | 1.684 | 4.433 | 2.922 | 1.684 |
| Pilastrata 31 | 1.122 | 3.862 | 2.858 | 1.122 |
| Pilastrata 30 | 1.052 | 3.595 | 2.852 | 1.052 |
| Pilastrata 28 | 1.052 | 3.345 | 2.86 | 1.052 |
| Pilastrata 26 | 1.052 | 3.494 | 2.834 | 1.052 |
| Pilastrata 23 | 1.687 | 4.174 | 2.911 | 1.687 |
| Pilastrata 24 | 1.124 | | | 1.124 |
| Pilastrata 21 | 1.026 | 8.725 | 3.44 | 1.026 |
| Pilastrata 14 | 2.579 | 8.187 | 2.579 | 1000 |
| Pilastrata 9 | 2.683 | 9.679 | 2.683 | 1000 |
| Pilastrata 27 | 1.01 | 8.987 | 2.764 | 1.01 |
| Pilastrata 25 | 1.052 | 4.834 | 2.811 | 1.052 |
| Pilastrata 22 | 2.864 | 3.894 | 2.864 | 1000 |
| Pilastrata 20 | 1.052 | 4.73 | 2.842 | 1.052 |
| Pilastrata 17 | 1.684 | 5.616 | 2.881 | 1.684 |
| Pilastrata 44 | 1.127 | 3.745 | 2.824 | 1.127 |

VERIFICHE CONSUNTIVE TRAVATE C.A.

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di

sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica di portanza: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.

Verifica di scorrimento: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio | Verifica di portanza | Verifica di scorrimento |
|---|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Trave a "Quota +4.30" 11-18 | 1.376 | 1.376 | 2.169 | | |
| Trave a "Quota +4.30" 40-55 | 1.105 | 1.118 | 1.696 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 25-30 | 2.444 | 6.089 | 2.444 | | |
| Trave a "Quota +4.30" 34-49 | 1.545 | 5.438 | 1.545 | | |
| Trave a "Quota +4.30" 55-60 | 2.662 | 2.662 | 2.771 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 20-26 | 11.25 | 13.184 | 11.25 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 5-15 | 4.267 | 4.267 | 4.536 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 18-28 | 6.3 | 6.3 | 7.182 | | |
| Trave a "Quota +4.30" 37-60 | 1.462 | 4.77 | 1.462 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 17-29 | 2.173 | 3.714 | 2.173 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 21-31 | 7.495 | 8.144 | 7.495 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 23-32 | 1.606 | 3.8 | 1.606 | | |

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio | Verifica di portanza | Verifica di scorrimento |
|--|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Trave di fondazione a "Fondazione" 34-49 | 6.112 | 6.112 | 6.142 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 29-32 | 2.332 | 3.888 | 2.332 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 17-23 | 11.159 | 12.298 | 11.159 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 17-29 | 7.316 | 7.316 | 10.08 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 21-27 | 1.551 | 6.808 | 1.551 | | |
| Trave a "Quota +4.30" 39-44 | 1.97 | 1.97 | 2.202 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 7-24 | 3.418 | 3.418 | 4.156 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 22-28 | 2.444 | 6.011 | 2.444 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 3-29 | 4.592 | 4.592 | 5.062 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 11-18 | 2.666 | 2.666 | 3.635 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 24-29 | 2.771 | 2.771 | 4.868 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 17-23 | 2.444 | 6.293 | 2.444 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 27-31 | 2.444 | 7.352 | 2.444 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 25-30 | 9.34 | 12.473 | 9.34 | | |

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio | Verifica di portanza | Verifica di scorrimento |
|---|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Trave a "Quota +7.30" 18-22 | 2.062 | 6.153 | 2.062 | | |
| Trave a "Quota +7.30" 20-26 | 2.444 | 5.522 | 2.444 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 29-32 | 9.298 | 9.298 | 10.178 | | |
| Trave di fondazione a "Fondazione" 23-32 | 6.779 | 6.779 | 10.463 | | |

VERIFICHE CONSUNTIVE PARETI C.A.

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio |
|---------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 3.648 | 3.648 | 8.68 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 11.167 | 11.167 | 48.541 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 16.243 | 17.744 | 16.243 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 3.32 | 5.344 | 3.32 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 1.357 | 4.158 | 1.357 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 5.51 | 9.31 | 5.51 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 5.447 | 9.293 | 5.447 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 11.424 | 11.424 | 35.85 |

| Verifica | Sicurezza minima | Verifica a flessione | Verifica a taglio |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 4.464 | 4.464 | 4.665 |
| Parete Fondazione - Quota +7.30 | 2.535 | 2.535 | 3.021 |