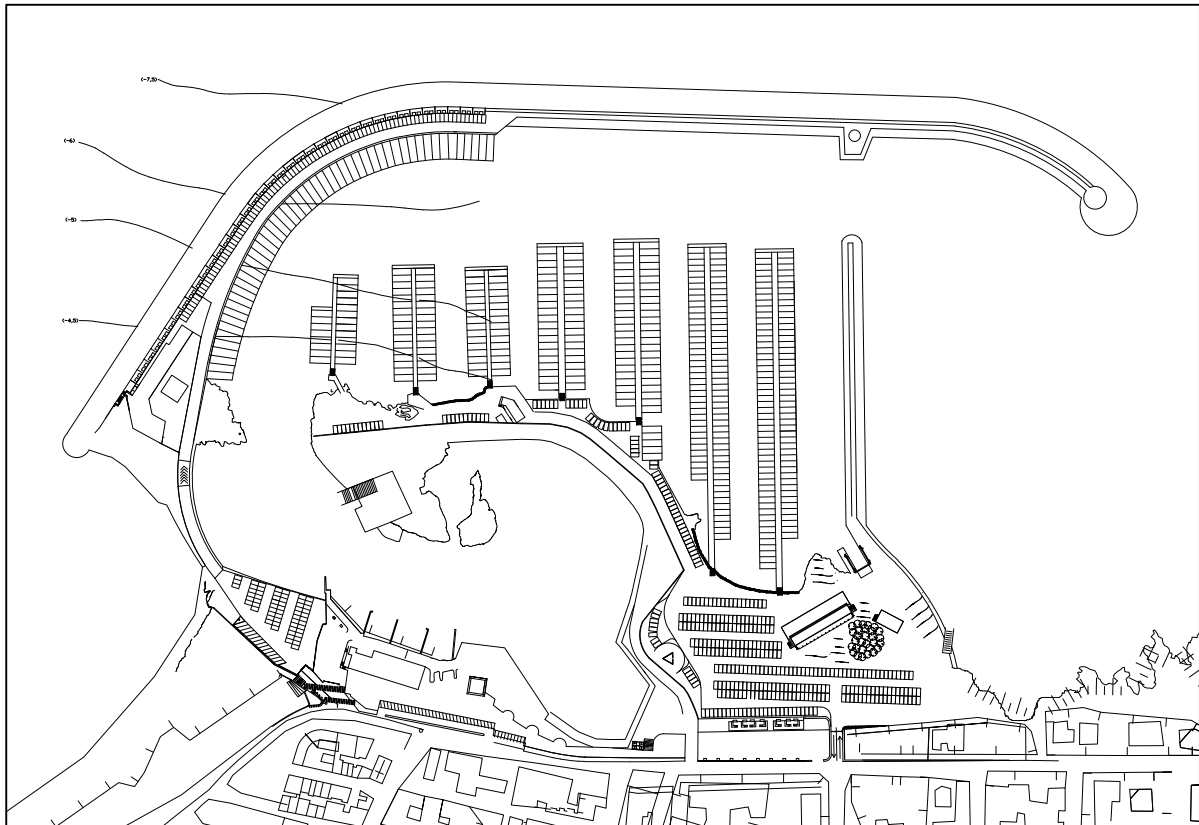


REGIONE PUGLIA

PORTO DI SAN FOCA S.P.A.
Porto Turistico-Stazionamento

PROGETTO DEFINITIVO PER L'AMPLIAMENTO E COMPLETAMENTO
DEL PORTO DI SAN FOCA ADEGUATO ALLE RISULTANZE DELLE
PROVE SUL MODELLO FISICO REALIZZATO DAL POLITECNICO DI BARI



CALCOLI PER IL DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

PROGETTISTI

Ing. Antonio Candido

Ing. Donato Candido

Ing. Luigi Del Grosso

Ing. Franco Gallo



SETTEMBRE 2018

INT.TAV. 1

Rev.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. Relazione Generale: descrizione dell'opera e collocazione nel territorio..... | 5 |
| 2. Le caratteristiche del sito di fabbrica | 9 |
| 3. Relazione sui materiali strutturali: tipo e caratteristiche..... | 12 |
| 3.1 Calcestruzzo armato | 12 |
| 3.1.1 Calcestruzzi | 12 |
| 3.1.3 Classi di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)..... | 15 |
| 3.2 Acciaio per C.A. | 17 |
| 3.3 Muratura..... | 17 |
| 4. Le azioni applicate alla struttura | 19 |
| 4.1 Carichi permanenti e pesi propri:..... | 19 |
| 4.2 Carichi variabili (analisi secondo D.M. 14.01.2008): | 19 |
| 4.3 Azioni Termiche | 20 |
| 4.4 Azioni Sismiche | 20 |
| 5. Prestazioni di progetto, classe della struttura, vita utile e procedure di qualità | 21 |
| 6. Relazione sul calcolo delle strutture in C.A. | 22 |
| 7. Criteri di concezione e di schematizzazione strutturale, modellazione del terreno, proprietà dei materiali, efficacia del modello. | 24 |
| 8. Normative di riferimento..... | 26 |
| 8.1 Struttura | 26 |
| 8.2 Carichi e sovraccarichi | 27 |
| 8.3 Terreni e fondazioni..... | 27 |
| 9. Criteri per la misura della sicurezza..... | 28 |
| 9.1 Metodo di calcolo agli stati limite | 28 |
| 9.2 Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico | 28 |
| 10. Combinazioni di carico..... | 29 |
| 11. Metodologie di calcolo, tipo di analisi e strumenti utilizzati..... | 29 |
| 12. Presentazione del modello strutturale e sue proprietà | 30 |
| 12.1 Modelli strutturali..... | 30 |
| 12.2 Sezioni impiegate..... | 31 |
| 12.3 Disposizione e intensità dei carichi | 32 |
| 12.4 Materiali | 34 |
| 12.5 Combinazioni di carico..... | 35 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | |
|--|----|
| COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO | 35 |
| COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO | 37 |
| 13. Principi di funzionamento del codice ad Elementi Finiti | 38 |
| 13.1 I nodi | 38 |
| 13.2 I materiali..... | 38 |
| 13.3 LE sezioni | 39 |
| 13.4 I carichi..... | 39 |
| 13.5 Gli elementi finiti | 40 |
| 13.5.1 Elemento Frame (Trave e Pilastro, Trave di fondazione) | 40 |
| 13.5.2 Elemento Plinto | 41 |
| 13.6 I metodi di calcolo | 42 |
| 14. Presentazione dei risultati..... | 43 |
| 14.1 Deformate | 43 |
| 14.2 Travi, Pilastri e Travi di Fondazione | 46 |
| 14.3 Plinti..... | 50 |
| 15. Verifiche di opere in cemento armato con il metodo degli stati limite | 53 |
| 15.1 Travi, Pilastri e Travi di fondazione..... | 53 |
| 15.1.2 Travatura C01 | 57 |
| 15.1.2 Pilastrata 10..... | 63 |
| 15.2 I risultati per i plinti | 69 |
| 15.2.1 Plinto numero 12 | 70 |
| 16. Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità | 73 |
| 17. Informazioni integrative sull'uso dei codici di calcolo..... | 74 |
| 17.1 Affidabilità dei codici utilizzati..... | 74 |
| 17.2 Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati | 74 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

1. Relazione Generale: descrizione dell'opera e collocazione nel territorio

La presente relazione riguarda la progettazione strutturale ed il dimensionamento delle strutture appartenenti ad un progetto di ampliamento e completamento del Porto di San Foca. Gli edifici, come si può vedere nella figura 1, sono 2 e si trovano a sufficiente distanza tra loro. Le loro strutture verranno studiate separatamente.



Figura 1 - Estratto di pianta dal Progetto Definitivo

Si riportano pertanto le piante, le coperture e le tavole di carpenteria rispettivamente per l'Edificio 1 e per l'Edificio 2.

Edificio 1

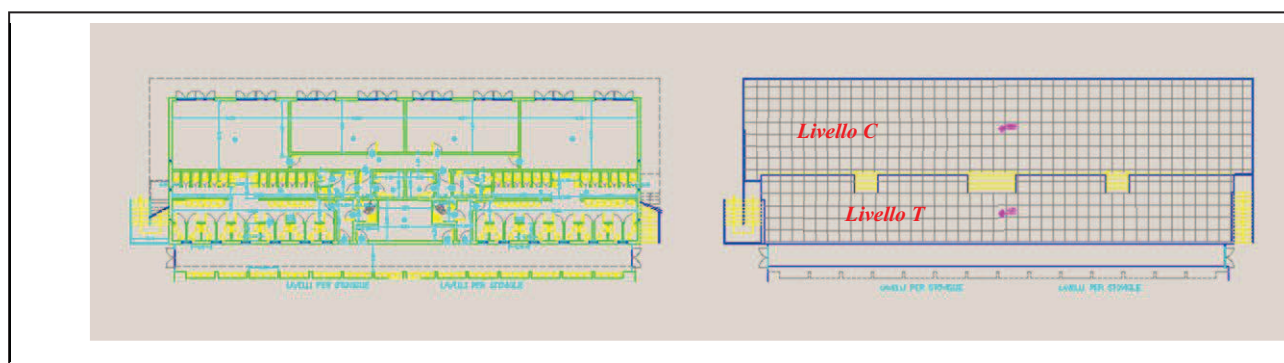


Figura 2 - Pianta e copertura dell'Edificio

| | |
|---|--|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|--|

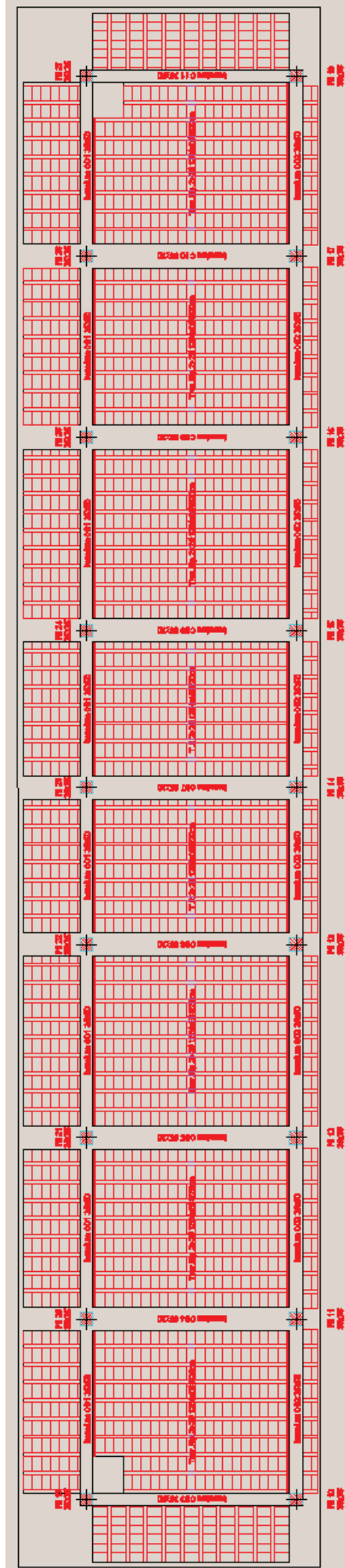
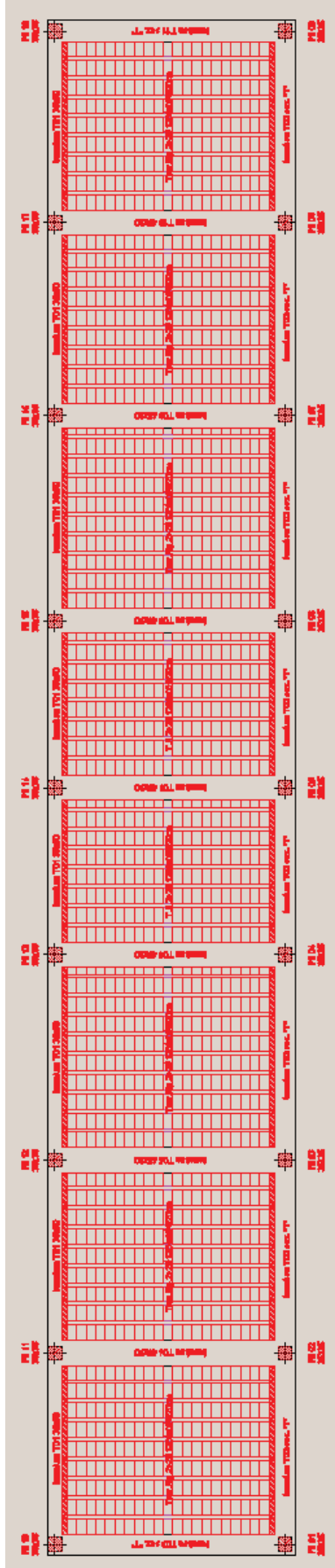


Figura 3 – Carpenterie coperture Edificio 1

| | |
|---|--|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Edificio 2

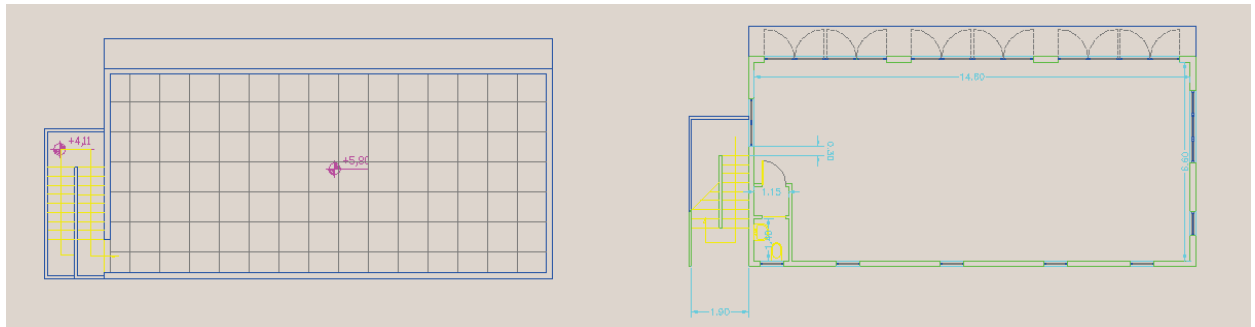


Figura 4 – Pianta e copertura dell'Edificio 2

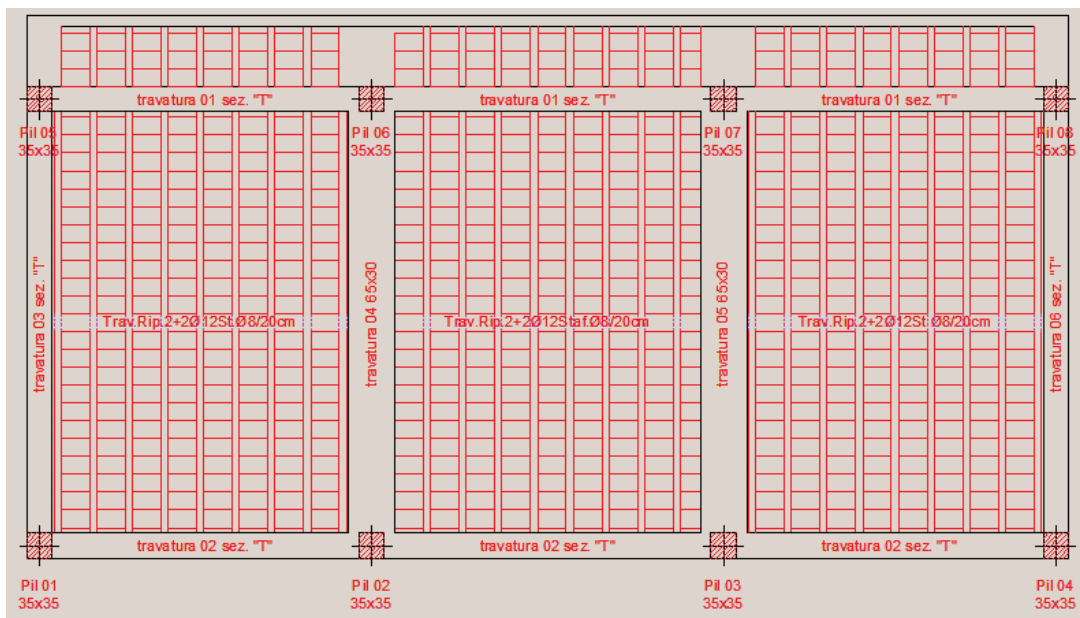


Figura 5 – Carpenteria copertura dell'Edificio 2

L'edificio 1 si compone di un unico piano, con coperture piane a due livelli di quota differenti (differenza di $h = 1.1$ m) ed è destinato ad uso negozi e servizi. L'altezza dal suolo dell'edificio nel punto più alto sarà di circa 4.8 m, oltre alla parte interrata di circa 1,30 m.

L'edificio ha forma regolare rettangolare con lato corto di circa 12 m e lato lungo di circa 40 m, con rapporto $3.33 < 4$ nella classificazione di regolarità prescritta dalle NTC al punto 7.2.2. La struttura si caratterizza per una forte irregolarità in termini di distribuzione in pianta delle murature perimetrali.

| | |
|---|--|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|--|

L'edificio 2 si compone di un unico piano, ad unica copertura piana, ed è destinato ad uso deposito. L'altezza dal suolo dell'edificio nel punto più alto sarà di circa 3.7 m, oltre alla parte interrata di circa 1,30 m.

L'edificio ha forma regolare rettangolare con lato corto di circa 6.5 m e lato lungo di circa 15 m, con rapporto $2.3 < 4$ nella classificazione di regolarità prescritta dalle NTC al punto 7.2.2.

Le strutture in elevazione di entrambe le strutture saranno realizzate in c.a., e i solai realizzati con travi prefabbricate e getti di completamento in opera. Tuttavia è presente un livello di muratura perimetrale che risulterà "distaccato" dal telaio sismoresistente in modo da ridurre l'interazione tra telaio e tamponamento in caso di evento sismico.

| | |
|---|--|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

2. Le caratteristiche del sito di fabbrica

La relazione geotecnica si basa sulla relazione geologia redatta dal dott. Luigi Candido, nel rispetto delle disposizioni nazionali e regionali in materia di edificabilità in zona sismica, che hanno attestato la compatibilità tra le previsioni del progetto di costruzione in oggetto e le condizioni morfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area su cui insiste. A tal proposito si ricorda che le coordinate del sito di costruzione ricadono in zona sismica 4 in accordo al O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 a cui corrispondono, nel D.M. 14-01-2008 valori specifici di a_g , F_c , T_c per i valori latitudine e longitudine del sito in oggetto. Per la stesura della relazione, si è fatto riferimento a valutazioni geologico-tecniche sulla base di dati presenti in letteratura.



Figura 6 – Calcolo Parametri Sismici del Sito

Considerate le caratteristiche di intervento del progetto, per valutare la risposta geotecnica a lungo termine dei terreni di fondazione è stato provveduto a determinare le caratteristiche fisico meccaniche dei terreni stessi. Indagini visive hanno evidenziato che fin dallo strato superficiale vi è presenza di rocce calcarenitiche resistenti, e che queste si estendono in profondità per diversi metri.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

In misura di queste osservazioni si riportano le caratteristiche dei terreni, come stralcio della relazione geotecnica:

Le caratteristiche fisicomeccaniche delle litofacies calcarenitiche, desunte dalla letteratura specializzata, sono riportate nella tabella sottostante (da Cherubini et Al., 1991).

| | | |
|-----------------------------|-------------|--------|
| Peso di volume | 1,6 ÷ 1,7 | ton/mc |
| Porosità | 41 ÷ 46 | % |
| Grado di compattezza | 0,51 ÷ 0,62 | |
| Coefficiente di imbibizione | 12 ÷ 26 | % |
| Resistenza a compressione | 12 ÷ 20 | kg/cmq |
| Resistenza a flessione | 2 ÷ 4 | kg/cmq |
| Resistenza a trazione | 0,6 ÷ 1,0 | kg/cmq |

Ai fini delle verifiche geotecniche delle strutture di fondazione, le calcareniti affioranti possono essere assimilate a delle sabbie dense con angolo di attrito $\varphi = 31^\circ - 32^\circ$.

Nei limiti del modello di calcolo adottato, che assimila le calcareniti affioranti a sabbie dense, non si è inteso adottare alcun valore di coesione per lo strato in considerazione del fatto che non è stata eseguita alcuna prova di rottura. Si è altresì considerato il contributo che nella formulazione di Terzaghi delle pressioni limite alla base dei plinti assume la profondità nel piano di posa, al fine di non sottostimare eccessivamente la capacità portante del terreno. Le scelte geotecniche descritte si considerano valide in questa fase di progettazione definitiva, ma dovranno essere sufficientemente verificate in fase di progetto esecutivo.

Vista la natura del terreno di fondazione in esame, esso non rientra inoltre tra quelli potenzialmente liquefacibili in presenza di sollecitazioni sismiche.

Interpretando il profilo stratigrafico del sito in esame nei primi 30 m di profondità al di sotto del piano di posa delle fondazioni si è quindi assunta una Vs30 (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) pari a 538 m/sec, calcolata con l'espressione indicata nel D.M. 14 gennaio 2009, al punto 3.2.2.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto il profilo stratigrafico individuato del suolo di fondazione rientra nella categoria B di cui alla tabella 3.2 II del D.M. 14 gennaio 2008.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

Per determinare la capacità portante del terreno di fondazione e in considerazione che il tipo di fondazione previsto dal progetto risulta quello superficiale, per la determinazione della capacità portante del terreno in esame, nei termini di carico limite (Q_{lim}) e carico ammissibile (Q_{amm}), si è fatto riferimento alla formula di TERZAGHI per le fondazioni superficiali. Per una fondazione con base 100 cm la pressione limite non risulta mai inferiore a 8.1 daN/cm² e quella ammissibile (fattore di sicurezza 3) non inferiore a 2.7 daN/cm² allo SLU.

Segnaliamo ancora che data la natura rocciosa del terreno non sono attesi cedimenti significativi, in relazione all'applicazione dei carichi di esercizio.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

3. Relazione sui materiali strutturali: tipo e caratteristiche

3.1 Calcestruzzo armato

3.1.1 Calcestruzzi

Riferimenti: D.M. 14.01.2008, par. 11.2;
Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;
UNI EN 206-1/2006;
UNI 11104.

| Tipologia strutturale: | Fondazioni |
|--|--|
| Classe di resistenza necessaria ai fini statici: | 35 N/mm ² (350 daN/cm ²) |
| Condizioni ambientali: | Strutture completamente interrato in terreno permeabile. |
| Classe di esposizione: | XC2 |
| Rapporto acqua/cemento max: | 0.60 |
| Classe di consistenza: | S3 (Plastica) |
| Diametro massimo aggregati: | 16 mm |

| Tipologia strutturale: | Elevazione |
|--|---|
| Classe di resistenza necessaria ai fini statici: | 40 N/mm ² (400 daN/cm ²) |
| Condizioni ambientali: | Strutture interne di edifici non industriali con umidità bassa. |
| Classe di esposizione: | XS1 |
| Rapporto acqua/cemento max: | 0.50 |
| Classe di consistenza: | S4 (Fluida) con Additivo Superfluidificante |
| Diametro massimo aggregati: | 16 mm |

Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 400 (40) è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

| | |
|------------------|-----------------------|
| sabbia | 0.4 m ³ |
| ghiaia | 0.8 m ³ |
| acqua | 150 litri |
| cemento tipo 425 | 450 kg/m ³ |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <u>RelazioneSismicaStrutture.docx</u> |

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

| | |
|---|--|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 * \sigma_c \text{ adm};$$

$$R_{ck} 28 = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

Parametri caratteristici e tensioni limite per il metodo degli stati limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

| R_{ck} | f_{ck} | f_{cd} | f_{ctm} | u.m. |
|----------|----------|----------|-----------|----------------------|
| 35 | 29.05 | 16.46 | 1.32 | [N/mm ²] |
| 40 | 33.20 | 18.81 | 1.44 | [N/mm ²] |

legenda:

- f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione);
 $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$;
- f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione);
 $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
- f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione);
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$;
 $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$;
 $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ per classi $\leq C50/60$
 $f_{ctm} = 2.12 * \ln[1 + f_{cm}/10]$ per classi $> C50/60$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: $10 * 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Viscosità $\phi = 1.70$.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

3.1.3 Classi di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)

| Denom. della classe | Descrizione dell'ambiente | Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione | UNI 9858 | A/C MAX | R'ck min. | Dos. Min. Cem. KG. |
|---------------------|---------------------------|--|----------|---------|-----------|--------------------|
|---------------------|---------------------------|--|----------|---------|-----------|--------------------|

| 1 Assenza di rischio di corrosione o attacco | | | | | | |
|---|---|--|---|-----|----|-----|
| X0 | Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto | Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico | 1 | --- | 15 | --- |

| 2 Corrosione indotta da carbonatazione | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--------|------|----|-----|
| Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente. | | | | | | |
| XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato | Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua | 2a | 0,60 | 30 | 300 |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto | Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo. | 2a | 0,60 | 30 | 300 |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XC4 | Ciclicamente asciutto e bagnato | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 |

| 3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|--------|------|----|-----|
| XD1 | Umidità moderata | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua industriali contenente cloruri (piscine) | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 |
| XD3 | Ciclicamente asciutto e bagnato | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto. | 5c | 0,45 | 45 | 360 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare

| XS1 | Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 340 |
|-----|---|--|--------|------|----|-----|
| XS2 | Permanentemente sommerso | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersa in acqua | 5c | 0,45 | 45 | 360 |
| XS3 | Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare | 5c | 0,45 | 45 | 360 |

5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti *(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)

| | | | | | | |
|------|--|---|--------|------|----|-----|
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua | 4a, 5b | 0,50 | 40 | 320 |
| XF2* | Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante | Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti | 3, 4b | 0,50 | 30 | 340 |
| XF3* | Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante | Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo | 2b, 4b | 0,50 | 30 | 340 |
| XF4* | Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare | Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto od indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare | 3, 4b | 0,45 | 35 | 360 |

6 Attacco chimico **)

| | | | | | | |
|-----|--|--|----|------|----|-----|
| XA1 | Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acqua reflue | 5a | 0,55 | 35 | 320 |
| XA2 | Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi | 5b | 0,50 | 40 | 340 |
| XA3 | Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | Elementi strutturali o pareti a contatto di acqua industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali. | 5c | 0,45 | 45 | 360 |

*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: *moderato* occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; *elevato* alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

***) da parte di acque del terreno o acqua fluenti

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

3.2 Acciaio per C.A.

(Rif. D.M. 14.01.2008, par. 11.3.2)

| Acciaio per C.A. B450C | |
|--|---|
| f_{yk} tensione nominale di snervamento: | $\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$ |
| f_{tk} tensione nominale di rottura: | $\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$ |
| f_{td} tensione di progetto a rottura: | $f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$ |

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre: $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $6 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

3.3 Muratura

(Riferimento D.M. 14.01.2008, par. 11.10)

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, secondo il D.M. 20/11/1987 (e riprese nel D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni").

Modulo di elasticità normale secante E: $E = 1000 * f_k$

Modulo di elasticità tangenziale secante G: $G = 0.4 * E$

Parametri caratteristici:

\underline{f}_k : resistenza caratteristica a compressione della muratura;

\underline{f}_{vk0} : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali; $f_{vk0} = 0.7 f_{vm}$;

\underline{f}_{vk} : resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione;

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \sigma_n;$$

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Valore della f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

| Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm² | Tipo di malta | | | |
|--|----------------------|------|------|------|
| | M15 | M10 | M5 | M2,5 |
| 2.0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 3.0 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.0 |
| 5.0 | 3.5 | 3.4 | 3.3 | 3.0 |
| 7.5 | 5.0 | 4.5 | 4.1 | 3.5 |
| 10.0 | 6.2 | 5.3 | 4.7 | 4.1 |
| 15.0 | 8.2 | 6.7 | 6.0 | 5.1 |
| 20.0 | 9.7 | 8.0 | 7.0 | 6.1 |
| 30.0 | 12.0 | 10.0 | 8.6 | 7.2 |
| 40.0 | 14.3 | 12.0 | 10.4 | -- |

Non è prevista alcuna funzione strutturale per le murature perimetrali. Tuttavia si ritiene utile assegnare specifiche caratteristiche meccaniche dal momento che è previsto un distacco tra struttura portante in c.a. e muratura perimetrale e che pertanto esse dovranno essere in grado di resistere al sisma portando i carichi proporzionali alle proprie masse.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

4. Le azioni applicate alla struttura

Le azioni applicate al modello strutturale sono le seguenti:

4.1 *Carichi permanenti e pesi propri:*

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Peso proprio calcestruzzo | 2500 kg/mc (25 kN/mc) |
| Pavimento | 102 kg/mq (1 kN/mq) |
| Intonaco | 30 kg/mq (0.3 kN/mq) |
| Tamponamenti portanti perimetrali | 1000-1300 kg/mc (10-13 kN/mc) |
| Tramezzi interni (ripartiti) | 102 kg/mq (1 kN/mq) |

Pesi propri di solai:

Peso Proprio Solai a travetti binati e interposte

$$H = 25+4 \text{ cm} \leq 390 \text{ kg/mq (3,82 kN/mq)}$$

Manto di copertura

$$100 \text{ kg/mq (0,98 kN/mq)}$$

4.2 *Carichi variabili (analisi secondo D.M. 14.01.2008):*

| Cat. | Ambienti | qk [kN/m ²] |
|------|--|--|
| 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). | 204 kg/mq (2,00 kN/mq) |
| 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. | 306 kg/mq (3,00 kN/mq) 408 kg/mq (4,00 kN/mq) |

Neve

Per i carichi di neve si considerano i seguenti valore di riferimento al suolo:

Zona III

$$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2 \text{ (61 kg/mq) per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

Si applicheranno le regole di calcolo stabilite al par. 3.4 nel D.M. 14/01/2008.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

Nel calcolo delle strutture si è tenuto conto delle situazioni derivanti dall'effetto combinato dei carichi accidentali e permanenti.

4.3 Azioni Termiche

Non sono state applicate le azioni termiche sulla struttura.

4.4 Azioni Sismiche

Analisi svolta secondo il D.M. 14.01.2008

L'azione sismica è stata applicata alla struttura in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

L'azione sismica è calcolata mediante analisi *sismica statica equivalente, semplificata con spettro di risposta fisso a 0.07g*.

I parametri che determinano l'azione sismica sono i seguenti:

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro | PortoSanFoca |
| Tipo di struttura | Nello Spazio |
| Tipo di analisi | Statica sismica equivalente |
| Tipo di soluzione | Lineare |
| Unita' di misura delle forze | kN |
| Unita' di misura delle lunghezze | m |
| Normativa | NTC/2008 |

NORMATIVA

| | |
|--------------------------------------|---|
| Zona sismica | Zona 4 analisi semplificata |
| Fattore di importanza | 1 |
| Sd (T1) | 0.070 g |
| Eccentricita' accidentale Edificio 1 | 5% (standard) |
| Eccentricita' accidentale Edificio 2 | 10% (forte irregolarità nella distribuzione dei tamponamenti) |
| λ | 1 |

Si adotteranno inoltre in coerenza con l'osservazione introduttiva al capitolo 7 delle NTC i seguenti parametri:

fattori di struttura: $q = 2.15$

coefficiente di duttilità: $k = 1$

coefficiente di regolarità: $k_R = 1$

Lo spettro non viene rappresentato in quanto per tutti i periodi di oscillazione viene assunta una accelerazione pari a 0.07 g.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

5. Prestazioni di progetto, classe della struttura, vita utile e procedure di qualità

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

La classe della struttura è di tipo 1.

Risulta così definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Saranno seguiti tutti gli inderogabili suggerimenti previsti nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

6. Relazione sul calcolo delle strutture in C.A.

(Ai sensi della legge n. 1086 dd. 05.11.1971)

1. Generalità.

La presente relazione si riferisce al progetto di iniziativa di Porto di San Foca S.p.a. per la costruzione di due edifici siti nell'area portuale del Porto Turistico di San Foca, nel Comune di Melendugno.

2. Descrizione dei lavori.

I lavori consistono nella costruzione di due fabbricati, regolari in pianta, e pressochè regolari in elevazione, ad un unico piano e copertura praticabile.

In modo particolare verranno realizzate:

- le fondazioni in c.a. a plinti collegati da travi rovesce molto rigide;
- le murature di elevazione che non avranno funzione portante e che risulteranno strutturalmente separate dalle strutture in elevazione;
- i solai di copertura in c.a. con travetti precompressi;
- la copertura sarà calpestabile e fruibile per ospitare attività ristorative;
- le elevazioni sono realizzate in c.a. con travi rigide perimetrali, pilastri snelli, e travi in spessore per i telai centrali.
- le scale con struttura in calcestruzzo o muratura saranno distaccate dai blocchi dei fabbricati attraverso dei giunti sismici che donano regolarità alle opere.

3. Calcolo delle sezioni.

E' stato eseguito con i metodi classici della scienza delle costruzioni nelle ipotesi di:

- a) mantenimento della planarità delle sezioni nella situazione deformata;
- b) risposta elastica lineare e simmetrica dei materiali;
- c) conglomerato non reagente a trazione.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

4. Verifica delle sezioni.

Per le strutture in c.a. l'armatura longitudinale e trasversale necessaria viene desunta dai calcoli eseguiti con elaboratore elettronico sulla base dei carichi e degli schemi di carico riportati in precedenza. L'area di acciaio adottata ed indicata nelle tavole di disegno è maggiore dell'area necessaria.

I Progettisti

Ing. Antonio Candido
Ing. Donato Candido
Ing. Luigi Del Grosso
Ing. Franco Gallo

San Foca, li 26/07/11

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

7. Criteri di concezione e di schematizzazione strutturale, modellazione del terreno, proprietà dei materiali, efficacia del modello.

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stata adeguatamente valutata, interpretata e trasferita nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi “beam”, il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all’estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi “truss” oppure con elementi “beam” opportunamente svincolati. Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi “shell” a comportamento flessionale e membranale. I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d’appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi, coniugati con i precedenti, consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni, pali, platee nonché attraverso una combinazione di tali situazioni. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse. Nel caso dei pali il comportamento del terreno implica anche l’introduzione di vincoli per la traslazione orizzontale.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliante dei materiali per considerare l’effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

E' stata impiegata un'analisi statica equivalente in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 14.01.2008. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

8. Normative di riferimento

8.1 *Struttura*

Legge 5 novembre 1971 N. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

OPCM 3274 d.d. 20/03/2003 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, e **successive modifiche e integrazioni** (OPCM 3431 03/05/05).

Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008

Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 14 gennaio 2008:

UNI EN 1990: 2004 - Eurocodice 1 – Criteri generali di progettazione strutturale.

UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5 ; UNI ENV 1991-2-4: 1997 - Azioni sulla struttura.

Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio.

UNI ENV 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” –

Circ. MIN.LL.PP. N.11951 del 14 febbraio 1992 - Circolare illustrativa della legge N. 1086.

D.M. 14 febbraio 1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.

Circ. MIN.LL.PP. N.37406 del 24 giugno 1993 – Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo e l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 09.01.1996.

8.2 Carichi e sovraccarichi

D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

Circ. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./STC del 4 luglio 1996 – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al D.M. 16 gennaio 1996.

D.M. 16.1.1996 - Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche

Circ. Min. LL.PP. 10.4.1997, n. 65 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16 gennaio 1996

Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008

8.3 Terreni e fondazioni

D.M. 11 marzo 1988 – 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.

Circ. MIN.LL.PP. N.30483 del 24 settembre 1988 - Istruzioni 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.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

9. Criteri per la misura della sicurezza

9.1 Metodo di calcolo agli stati limite

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica), allo stato limite di esercizio, nei confronti di eventuali azioni eccezionali. Per quanto riguarda le azioni sismiche verranno anche esaminate le deformazioni relative, che controllano eventuali danni alle opere secondarie e agli impianti.

9.2 Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello). Le azioni del vento sono applicate prevalentemente nelle due direzioni orizzontali o ortogonalmente alla falda in copertura. Le azioni sismiche, statiche o dinamiche, derivano dall'eccitazione delle masse assegnate alla struttura in proporzione ai carichi a cui sono associate per norma. I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

10. Combinazioni di carico

D.M. 14.01.2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni

Le combinazioni di carico s.l.u. statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura.

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. Vengono in particolare controllate le deformazioni allo stato limite ultimo, allo stato limite di danno e gli effetti del second'ordine.

In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica s.l.u. Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

Oltre all'impostazione spaziale delle situazioni di carico potenzialmente più critiche, in sede di dimensionamento vengono ulteriormente valutate, per le varie travate, tutte le condizioni di lavoro statico derivanti dall'alternanza dei carichi variabili, i cui effetti si sovrappongono a quelli dei pesi propri e dei carichi permanenti. Vengono anche imposte delle sollecitazioni flettenti di sicurezza in campata e risultano controllate le deformazioni in luce degli elementi.

11. Metodologie di calcolo, tipo di analisi e strumenti utilizzati.

L'analisi di tipo numerico è stata realizzata mediante il programma di calcolo MasterSap, prodotto da Studio Software AMV di Ronchi dei Legionari (Gorizia). E' stato utilizzata un'analisi lineare sismica statica equivalente semplificata nel rispetto delle norme indicate in precedenza. Le procedure di verifica adottate seguono il metodo di calcolo degli stati limite secondo quanto previsto dal DM 14.01.2008.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

12. Presentazione del modello strutturale e sue proprietà

Si presentano di seguito i modelli strutturali adottati per la schematizzazione delle 5 unità e le principali caratteristiche presenti nei modelli.

12.1 *Modelli strutturali*

Edificio 1

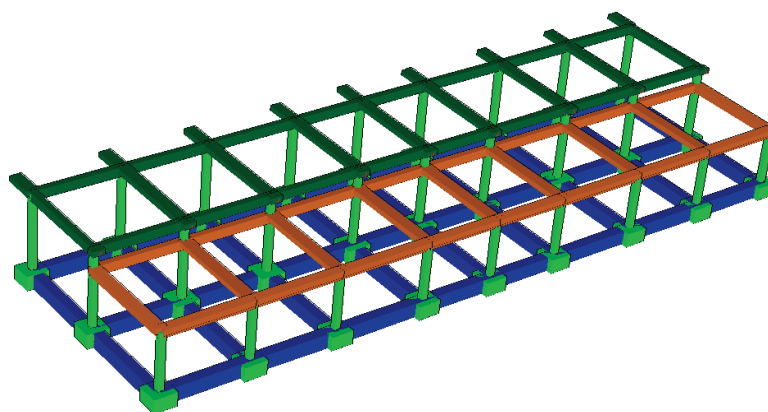


Figura 7 – Modello Strutturale Edificio 1

Edificio 2

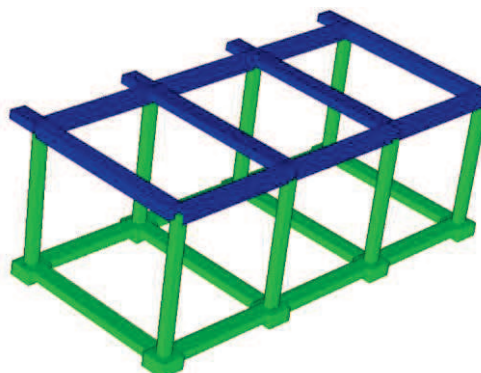


Figura 8 – Modello Strutturale Edificio 2

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

12.2 Sezioni impiegate

Edificio 1

SEZIONI RETTANGOLARI

| Codice | Base | H |
|--------|-------|-------|
| 1 | 0.350 | 0.350 |
| 2 | 0.350 | 0.500 |
| 3 | 0.550 | 0.800 |
| 4 | 1.250 | 1.250 |
| 6 | 0.650 | 0.300 |
| 7 | 1.350 | 1.350 |

SEZIONE A T

| Codice | B | H | h | b |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 0.550 | 0.500 | 0.300 | 0.350 |

Edificio 2

SEZIONI RETTANGOLARI

| Codice | Base | H |
|--------|-------|-------|
| 1 | 0.350 | 0.350 |
| 3 | 0.650 | 0.300 |
| 4 | 0.900 | 0.900 |
| 5 | 0.600 | 0.300 |

SEZIONE A T

| Codice | B | H | h | b |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 0.550 | 0.500 | 0.300 | 0.350 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

12.3 *Disposizione e intensità dei carichi*

Si riportano di seguito, per ognuno degli edifici, tabulati elettronici ed immagini che illustrano la disposizione e l'intensità dei carichi. Né distorsioni né carichi impressi sono stati applicati.

Edificio 1

Carico distribuito con riferimento globale Z

| Descrizione | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Val. | Aliq.ine rz. | Aliq.ine rz. SLD |
|-----------------------------|------|--------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|------------------------|
| Neve Zona I Mediterranea | 5 | Condizione 3 | Variabile: Neve | -0.600000 | 0.0000 | 0.0000 |
| peso tamponamento | 6 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -3.677490 | 1.0000 | 1.0000 |
| parapetto | 7 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -1.700000 | 1.0000 | 1.0000 |

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

| Descrizione | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Val.. | Aliq.ine rz. | Aliq.ine rz. SLD |
|--|------|--------------|---|-----------|-----------------|------------------------|
| Peso proprio solaio h = 25+5cm | 1 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -3.650000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Permanente | 2 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -2.200000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Categoria C1 - Ospedali, ristoranti, banche, scuole | 3 | Condizione 2 | Variabile: Aree di acquisto e congresso | -3.000830 | 0.6000 | 0.6000 |
| Categoria C2 - Balconi, sale convegni, cinema, teatri | 4 | Condizione 2 | Variabile: Aree di acquisto e congresso | -4.001110 | 0.6000 | 0.6000 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

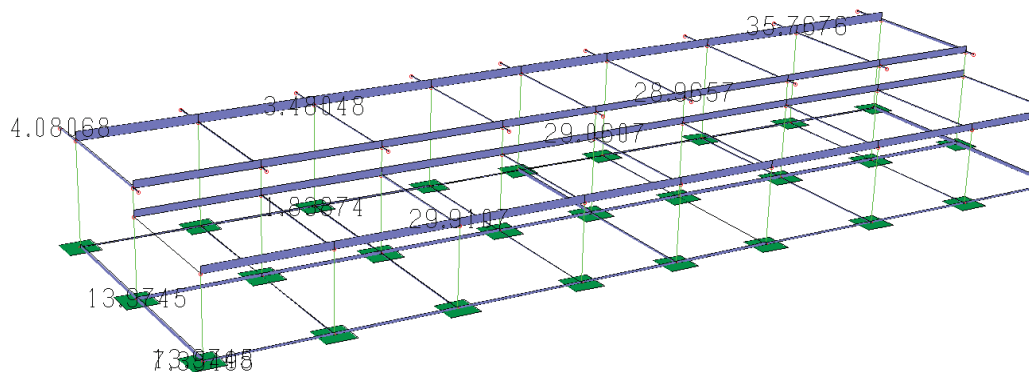


Figura 8 –Carichi applicati edificio 1

Edificio 2

Carico distribuito con riferimento globale Z

| Descrizione | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Val. | Aliq.ine rz. | Aliq.inerz. SLD |
|-----------------------------|------|--------------|-----------------------------------|-----------|--------------|-----------------|
| parapetto | 4 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -3.500000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Neve Zona I Mediterranea | 5 | Condizione 3 | Variabile: Neve | -0.600000 | 0.0000 | 0.0000 |
| peso tamponamento | 6 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -3.700000 | 1.0000 | 1.0000 |

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

| Descrizione | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Val. | Aliq.ine rz. | Aliq.inerz. SLD |
|--|------|--------------|---|-----------|--------------|-----------------|
| Peso proprio solaio h = 25+5 cm | 1 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -3.650000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Categoria C1 - Ospedali, ristoranti, banche, scuole | 2 | Condizione 2 | Variabile: Aree di acquisto e congresso | -3.000830 | 0.6000 | 0.6000 |
| Permanente | 3 | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -2.000000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Categoria C2 - Balconi, sale convegni, cinema, teatri | 7 | Condizione 2 | Variabile: Aree di acquisto e congresso | -4.001110 | 0.6000 | 0.6000 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

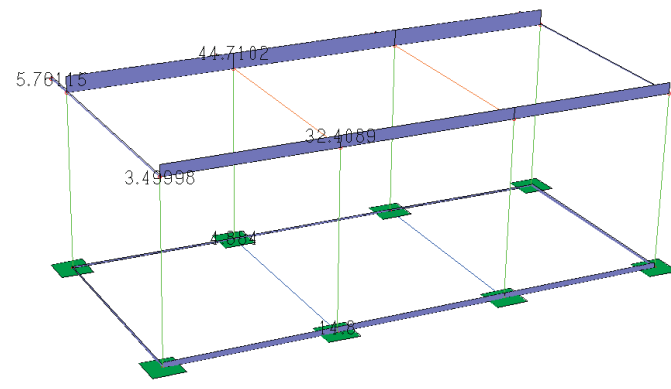


Figura 9 – Carichi applicati edificio 2

Come si può osservare dalla figura la distribuzione dei carichi sulle travi di fondazione è sensibilmente differente sui due lati, e consegue ad una irregolare distribuzione dei tamponamenti. Per tale ragione si è adottato come valore di eccentricità il doppio del valore standard, ovvero 10%, come suggerito al punto 7.2.2 delle NTC.

12.4 Materiali

| Cod. | Descrizione | Mod. elast. | Poisson | Peso unit. | Dil. term. | Aliq. inerz. | Rigid. taglio | Rigid. fless. |
|------|----------------------|-------------|---------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | Cls C28/35 (Rck 350) | +3.14e+007 | 0.120 | 24.52500 | +1.00e-005 | 1.000 | +1.00e+000 | +1.00e+000 |

Un unico materiale è stato considerato per entrambi gli edifici nella modellazione degli elementi resistenti, ovvero il calcestruzzo armato. Sebbene il calcestruzzo prescritto sia Rck 40 MPa, che deriva principalmente da considerazioni di aggressività dell'ambiente in cui la costruzione ricade, per il calcolo si è adottato un valore di Rck = 35 MPa in via cautelativa per dimostrare che i requisiti di sicurezza sono soddisfatti anche laddove il calcestruzzo gettato non dovesse raggiungere le resistenze prescritte.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

12.5 Combinazioni di carico

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

Dal momento che si è adottata l'analisi semplificata in Zona 4, il numero di combinazioni adottate, sia statiche che sismiche, per entrambi gli edifici è il medesimo. Per quanto riguarda lo SLU una unica combinazione statica è stata adottata, in quanto con certezza quella che produce i maggiori carichi sulle strutture di elevazione. In particolare ci si riferisce alla combinazione di carico che considera come carico variabile prevalente il carico accidentale copertura e come secondario il carico neve. Per quanto riguarda le combinazioni sismiche, esse sono 16 e derivano dalla combinazione di tutte le azioni sismiche statiche equivalenti nei quattro versi, combinate con gli effetti torsionali, di eccentricità positiva e negativa. Il totale ammonta a 17 combinazioni SLU. Per quanto riguarda le combinazioni SLE esse sono solo 3.

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione | Parametri | Tipo azione/categoria | Condizione | Moltiplicatore |
|------|--------------------|--|---|-------------------------|----------------|
| 1 | Statica | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.300 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.300 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 1.500 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 1.500 |
| 2 | Sisma 100%+X 30%+Y | Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 3 | Sisma 100%+X 30%-Y | Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 4 | Sisma 100%-X 30%+Y | Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 5 | Sisma 100%-X 30%-Y | Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 6 | Sisma 30%+X 100%+Y | Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 7 | Sisma 30%+X 100%-Y | Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| Num. | Descrizione | Parametri | Tipo azione/categoria | Condizione | Moltiplicatore |
|------|--------------------|--|---|-------------------------|----------------|
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 8 | Sisma 30%-X 100%+Y | Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 9 | Sisma 30%-X 100%-Y | Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 10 | Sisma 100%+X 30%+Y | Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 11 | Sisma 100%+X 30%-Y | Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 12 | Sisma 100%-X 30%+Y | Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 13 | Sisma 100%-X 30%-Y | Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 14 | Sisma 30%+X 100%+Y | Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 15 | Sisma 30%+X 100%-Y | Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 16 | Sisma 30%-X 100%+Y | Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |
| 17 | Sisma 30%-X 100%-Y | Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione | Parametri | Tipo azione/categoria | Condizione | Moltiplicatore |
|------|------------------|-----------------------------|---|-------------------------|----------------|
| 18 | Rara | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 1.000 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 1.000 |
| 19 | Frequente | Tipologia: Frequente | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.700 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.200 |
| 20 | Quasi permanente | Tipologia: Quasi permanente | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000 |
| | | | Permanente: Permanente portato | Condizione 1 | 1.000 |
| | | | Variabile: Aree di acquisto e congresso | Condizione 2 | 0.600 |
| | | | Variabile: Neve | Condizione 3 | 0.000 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

13. Principi di funzionamento del codice ad Elementi Finiti

13.1 I nodi

La struttura è individuata da nodi riportati in coordinate.

Ogni nodo possiede sei gradi di libertà, associati alle sei possibili deformazioni. I gradi di libertà possono essere liberi (spostamenti generalizzati incogniti), bloccati (spostamenti generalizzati corrispondente uguale a zero), di tipo slave o linked (il parametro cinematico dipende dalla relazione con altri gradi di libertà).

Si può intervenire sui gradi di libertà bloccando uno o più gradi. I blocchi vengono applicate nella direzione della terna locale del nodo.

Le relazioni complesse creano un legame tra uno o più gradi di libertà di un nodo detto slave con quelli di un altro nodo detto master. Esistono tre tipi di relazioni complesse.

Le relazioni di tipo link prescrivono l'uguaglianza tra gradi di libertà analoghi di nodi diversi. Specificare una relazione di tipo link significa specificare il nodo slave assieme ai gradi di libertà che partecipano al vincolo ed il nodo master. I gradi di libertà slave saranno eguagliati ai rispettivi gradi di libertà del nodo master.

La relazione di piano rigido prescrive che il nodo slave appartiene ad un piano rigido e quindi che i due spostamenti in piano e la rotazione normale al piano sono legati ai tre parametri di roto-traslazione rigida di un piano.

Il Corpo rigido prescrive che il nodo slave fa parte di un corpo rigido e tutti e sei i suoi gradi di libertà sono legati ai sei gradi di libertà posseduti dal corpo rigido (i gradi di libertà del suo nodo master).

13.2 I materiali

I materiali sono individuati da un codice specifico e descritti dal modulo di elasticità, dal coefficiente di Poisson, dal peso specifico, dal coefficiente di dilatazione termica.

| | |
|--|---|
| Progettisti: | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

13.3 LE sezioni

Le sezioni sono individuate in ogni caso da un codice numerico specifico, dal tipo e dai relativi parametri identificativi. La simbologia adottata dal programma è la seguente:

- Rettangolare piena (Rp);
- Rettangolare cava (Rc);
- Circolare piena (Cp);
- Circolare cava (Cc);
- T (T.);
- T rovescia (Tr);
- L (L.);
- C (C.);
- C rovescia (Cr);
- Cassone (Ca);
- Profilo singolo (Ps);
- Profilo doppio (Pd);
- Generica (Ge).

13.4 I carichi

I carichi agenti sulla struttura possono essere suddivisi in carichi nodali e carichi elementari. I carichi nodali sono forze e coppie concentrate applicate ai nodi della discretizzazione. I carichi elementari sono forze, coppie e sollecitazioni termiche.

I carichi in luce sono individuati da un codice numerico, da un tipo e da una descrizione. Sono previsti carichi distribuiti trapezoidali riferiti agli assi globali (fX, fY, fZ, fV) e locali (fx, fy, fz), forze concentrate riferite agli assi globali (FX, FY, FZ, FV) o locali (Fx, Fy, Fz), momenti concentrati riferiti agli assi locali (Mx, My, Mz), momento torcente distribuito riferito all'asse locale x (mx), carichi termici (tx, ty, tz), descritti con i relativi parametri identificativi, aliquote inerziali comprese, rispetto al riferimento locale. I carichi in luce possono essere attribuiti solo a elementi finiti del tipo trave o trave di fondazione.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

13.5 Gli elementi finiti

La struttura può essere suddivisa in sottostrutture, chiamate gruppi.

13.5.1 Elemento Frame (Trave e Pilastro, Trave di fondazione)

L'elemento frame implementa il modello della trave nello spazio tridimensionale. E' caratterizzato da 2 nodi principali I e J posti alle sue estremità ed un nodo geometrico facoltativo K che serve solamente a fissare univocamente la posizione degli assi locali.

L'elemento frame possiede 12 gradi di libertà.

Ogni elemento viene riferito a una terna locale destra x, y, z, come mostrato in figura. L'elemento frame supporta varie opzioni tra cui:

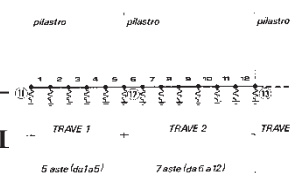
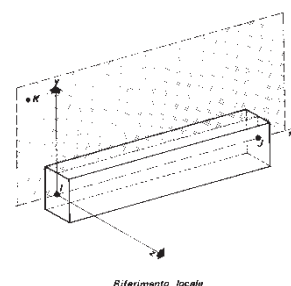
1. deformabilità da taglio (travi tozze);
2. sconnessioni totali o parziali alle estremità;
3. connessioni elastiche alle estremità;
4. offsets, ovvero tratti rigidi eventualmente fuori asse alle estremità;
5. suolo elastico alla Winkler nelle tre direzioni locali e a torsione.

L'elemento frame supporta i seguenti carichi:

1. carichi distribuiti trapezoidali in tutte le direzioni locali o globali;
2. sollecitazioni termiche uniformi e gradienti termici nelle due direzioni principali;
3. forza concentrata in tutte le direzioni locali o globali applicata in un punto arbitrario;
4. carichi generici mediante prescrizione delle reazioni di incastro perfetto.

I gruppi formati da elementi del tipo trave riportano, in ordine, i numeri dei nodi iniziale (I), finale (J) e di riferimento (K), la situazione degli svincoli ai nodi I e J (indicate in legenda eventuali situazioni diverse dall'incastro perfetto ad entrambi i nodi), i codici dei materiali e delle sezioni, la situazione di carico nelle otto possibili condizioni A, B, C, D, E, F, G, H: se è presente un numero, esso individua il coefficiente moltiplicativo del carico corrispondente.

I gruppi relativi all'elemento trave di fondazione riportano informazioni analoghe; le condizioni di carico sono limitate a due (A e B); È indicata la



| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

caratteristica del suolo, la larghezza di contatto con il terreno e il numero di suddivisioni interne. Per la trave di fondazione il programma abilita automaticamente solo i gradi di libertà relativi alla rotazione intorno agli assi globali X, Y e alla traslazione secondo Z, bloccando gli altri gradi di libertà. Ogni trave di fondazione è suddivisa in un numero adeguato di parti (aste). Ogni singola asta interagisce con il terreno mediante un elemento finito del tipo vincolo elastico alla traslazione verticale t_z convergente ai suoi nodi (vedi figura), il cui valore di rigidezza viene determinato da programma moltiplicando la costante di sottofondo assegnata dall'utente per l'area di contatto con il terreno in corrispondenza del nodo.

I tipi di carichi ammessi sono solo di tipo distribuito f_z , f_v , f_y . Inoltre accade che:

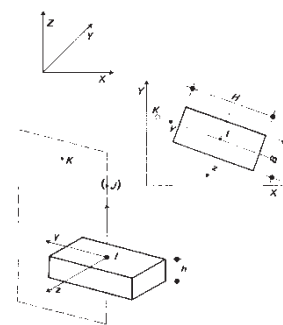
$V_i = V_f$; $d_i = d_f = 0$, ovvero il carico è di tipo rettangolare esteso per tutta la lunghezza della trave.

13.5.2 Elemento Plinto

Il plinto viene modellato mediante vincoli elastici alla traslazione e alla rotazione.

Il nodo I è il nodo di attacco del plinto e generalmente corrisponde con il nodo al piede di un pilastro. Si suppone, implicitamente, l'esistenza di un nodo J posizionato sopra I, sulla sua verticale (vedi figura).

Il nodo K consente, assieme a I e J, di orientare il plinto nello spazio. Valgono al riguardo considerazioni analoghe a quelle fatte per i pilastri. L'asse locale x è diretto da I verso J, l'asse locale y è ortogonale a x e punta verso K, l'asse locale z forma, con x e y l'usuale terna cartesiana destrorsa.



La sezione del plinto è quella orizzontale in pianta, esclusivamente rettangolare. La base della sezione si misura parallelamente all'asse locale z, l'altezza si valuta secondo y.

L'altezza h del plinto si misura in verticale (secondo l'asse globale Z).

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

13.6 I metodi di calcolo

ANALISI STATICA LINEARE

L'analisi statica lineare è la più comune e tradizionale delle analisi strutturali possibili. L'aggettivo statica sottintende che i carichi applicati non dipendono dal tempo o più esattamente variano molto lentamente tra l'istante iniziale di applicazione t_0 e l'istante finale di osservazione t_f (carichi quasi-statici).

Ipotizzando inoltre che la forza di reazione interna dipenda linearmente dagli spostamenti, attraverso una matrice di rigidezza costante K e che le forze esterne siano costituite da carichi indipendenti dallo spostamento, si ottiene l'equazione di equilibrio classica per i problemi quasi statici lineari

$$KU = F$$

dove K è la matrice di rigidezza, U è il vettore delle deformazioni nodali, F è il vettore dei carichi.

E' bene ricordare che la linearità della risposta strutturale deriva da almeno due grandi semplificazioni: l'ipotesi di elasticità lineare del materiale (linearità materiale) e l'ipotesi di piccolezza degli spostamenti e delle deformazioni (linearità geometrica).

Nell'analisi sismica con il metodo statico equivalente, le corrispondenti forze inerziali vengono automaticamente aggiunte agli altri carichi eventualmente presenti sulla struttura.

Note le deformazioni vengono calcolate le sollecitazioni.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

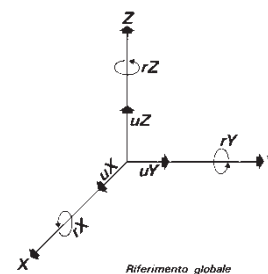
14. Presentazione dei risultati

In rispetto del punto 10.2 delle NTC 2008, si riportano di seguito delle rappresentazioni grafiche di sintesi che aiutino la comprensione del modello e l'analisi dei risultati.

In particolare si pone l'attenzione sugli elementi monodimensionali e bidimensionali, rappresentanti rispettivamente le travi di copertura e le murature.

14.1 Deformate

Per ogni combinazione di carico e per tutti i nodi non completamente bloccati il programma calcola spostamenti (unità di misura L) e rotazioni (radianti). Viene anche rappresentata la deformata in luce dell'asta che riproduce il comportamento di una funzione polinomiale quarto grado. Gli spostamenti sono positivi se diretti nel verso degli globali X Y Z, le rotazioni positive se antiorarie rispetto all'asse di riferimento, per un osservatore disteso lungo il corrispondente semiasse positivo (vedi figura a lato).



di
assi

Viene anche determinato il valore massimo assoluto (con segno) di ogni singola deformazione e il valore massimo dello spostamento nello spazio (radice quadrata della somma dei quadrati degli spostamenti).

Edificio 1

Per la deformata statica, considerando i carichi permanenti e accidentali allo s.l.u. il massimo abbassamento misura 2.6 mm in mezzeria della trave C01, mentre il massimo spostamento orizzontale, contrassegnato dalla freccia blu, non ha alcuna valenza reale.

Allo stato limite di esercizio, nella combinazione quasi permanente, l'abbassamento verticale è per la medesima trave e vale 1.7 mm.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

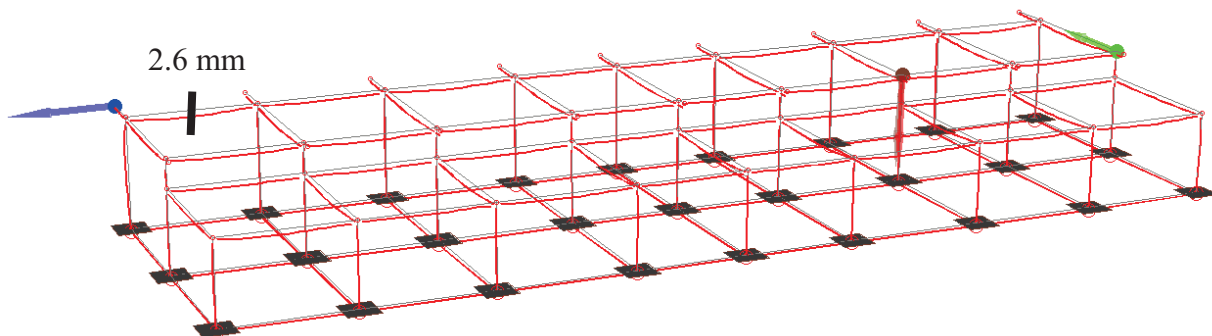


Figura 10 – Deformata Statica (SLU) - Edificio 1

In presenza di sisma, lo spostamento massimo orizzontale raggiunge un massimo di 2 mm per un nodo posizionato all'angolo della mensola a sbalzo. Ciò avviene nella combinazione di carico che vede il sisma al 100% in direzione -X e 30% in direzione -Y, e i carichi statici agenti nella condizione di esercizio.

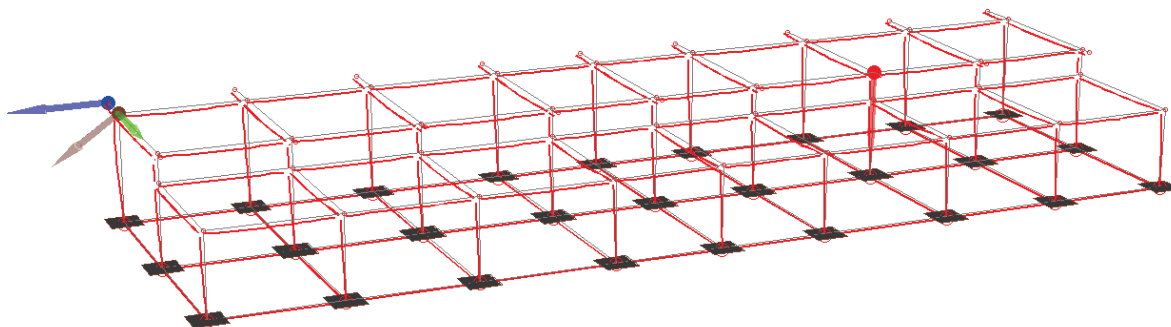


Figura 11 – Deformata Combinazione Sismica 100% -X ; 30% -Y - Edificio 1

Edificio 2

Per la deformata statica, considerando i carichi permanenti e accidentali allo s.l.u. il massimo abbassamento misura 4 mm in mezzeria della trave T05, mentre il massimo spostamento orizzontale, contrassegnato dalla freccia blu, non ha alcuna valenza reale.

Allo stato limite di esercizio, nella combinazione quasi permanente, l'abbassamento verticale è per la medesima trave e vale 2.5 mm.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

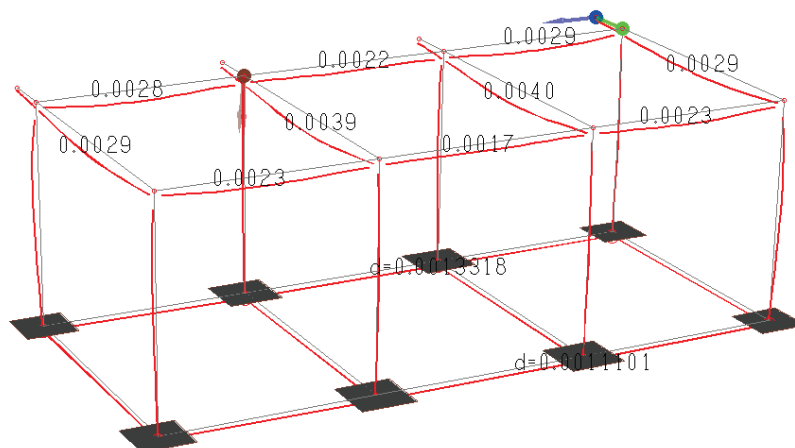
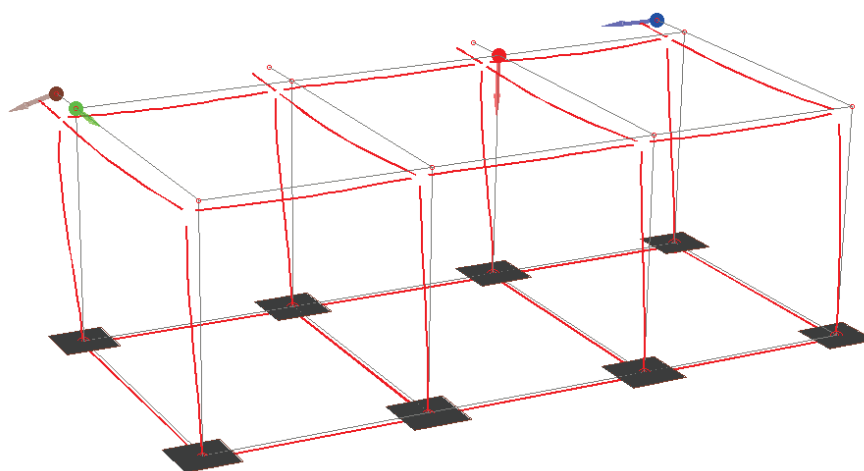


Figura 12 – Deformata Statica (SLU) - Edificio 2

In presenza di sisma, lo spostamento massimo orizzontale raggiunge un massimo di 5 mm per un nodo posizionato all'angolo della mensola a sbalzo. Ciò avviene nella combinazione di carico che vede il sisma al 100% in direzione -X e 30% in direzione -Y, e i carichi statici agenti nella condizione di esercizio.



Combinazione sismica slu: 100% -X ; 30% -Y

Figura 13 – Deformata Combinazione Sismica 100% -X ; 30% -Y - Edificio 2

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

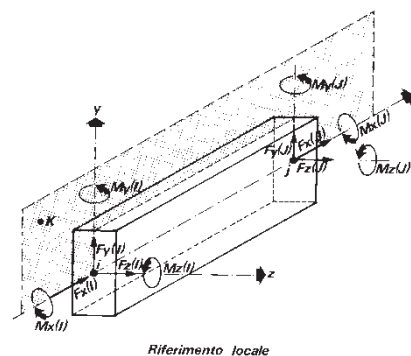
14.2 Travi, Pilastrini e Travi di Fondazione

Il programma calcola ai due nodi estremi di ogni elemento e per ogni combinazione di carico sei sollecitazioni, riferite agli assi locali (come indicato nella figura a lato):

- F_x = forza assiale nella direzione locale x ;
- F_y = taglio nella direzione locale y ;
- F_z = taglio nella direzione locale z ;
- M_x = momento torcente attorno all'asse locale x ;
- M_y = momento flettente attorno all'asse locale y ;
- M_z = momento flettente attorno all'asse locale z ,

con le seguenti convenzioni sui segni:

- forze positive se concordi con gli assi locali (F);
- momenti positivi se antiorari rispetto gli assi locali, per un osservatore disteso lungo il corrispondente semiasse positivo ($F*L$).



Tali convenzioni sono caratteristiche dei codici di calcolo numerico e sono mantenute soltanto nelle stampe globali. Nelle rappresentazioni grafiche e nelle stampe delle verifiche di sicurezza vengono invece adottate le convenzioni tipiche della Scienza delle Costruzioni.

In caso di analisi sismica con il metodo statico equivalente viene riportato un prospetto riguardante il peso sismico del gruppo, le coordinate baricentriche relative, il coefficiente di distribuzione globale del gruppo funzione della sua quota, il coefficiente globale ricavato dal precedente in base ai parametri sismici, la forza sismica relativa.

Nell'analisi dinamica vengono calcolate le medesime sollecitazioni per ognuna delle tre azioni sismiche previste (Z eventuale). Viene evidenziato il modo di vibrazione che dà luogo all'effetto massimo, il valore di tale effetto (con segno), la risultante dovuta alla combinazione di tutti i modi di vibrazione mediante il criterio prescelto dall'utente.

Per le travi di fondazione il programma calcola ai due nodi estremi della trave e in tutti i punti intermedi generati per effetto della suddivisione della trave di fondazione, per ogni combinazione di carico:

- F_y = taglio nella direzione locale y (F);

| | |
|--|---|
| Progettisti: | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

- M_x = momento torcente attorno asse locale x ($F \cdot L$);
- M_z = momento flettente attorno asse locale z ($F \cdot L$);
- U_z = spostamento lungo Z (L);
- r_x = rotazione intorno X (rad);
- r_y = rotazione intorno Y (rad);
- pressione sul suolo (F/L^2).

Edificio 1

Il momento massimo negativo vale circa 115kNm per la trave C01 indicata in figura. Allo stesso nodo si riscontra il massimo valore di taglio, tra tutte le travi, pari a 145 kN. Questa trave è lunga 5 metri e assorbe il peso di un balcone a sbalzo di 1.7 m con parapetto per tutta la sua lunghezza e un'area di solaio estesa di 2,90 m in direzione ortogonale alla trave stessa, inclusi i carichi accidentali. Il massimo momento positivo è 80 kNm e si verifica nella stessa trave.

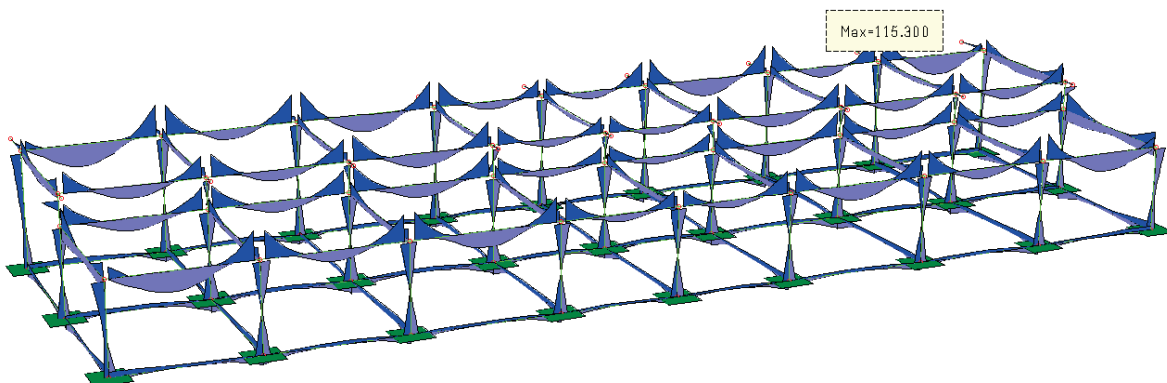


Figura 14 – Momenti in campata per le travi di solaio [kNm] - Edificio 1

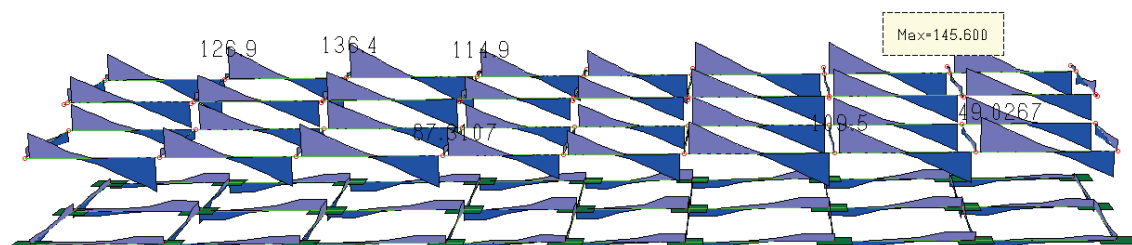


Figura 15 – Tagli in campata per le travi [kN] - Edificio 1

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

Si evidenzia, tuttavia, che il massimo valore di taglio si ottiene in corrispondenza della parte superiore dei pilastri della fila centrale, ed in particolare di quelli esterni, che di fatto nel tratto contenuto tra i due solai si comportano come elementi tozzi. In questa porzione di pilastro è infatti richiesta una armatura superiore che in altre zone ed è quindi necessaria aumentare l'armatura a taglio, per mezzo di legature o di staffe romboidali centrali come quelle disegnate negli esecutivi. Si osserva, infine, che la porzione tozza del pilastro è armata come in zona critica, con armatura cioè eccedente rispetto a quella di calcolo, poiché le zone critiche si estendono a tal punto da intersecarsi.

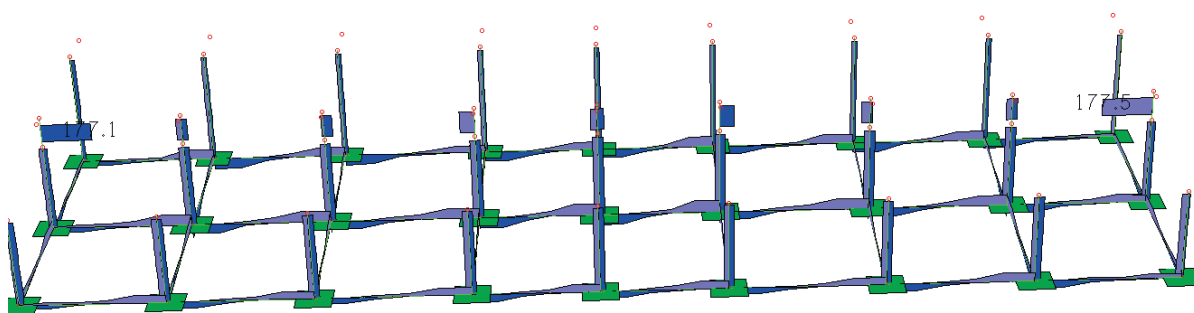


Figura 16 – Tagli in campata per i pilastri [kN] - Edificio 1

Non ha senso riportare i valori di pressione al suolo sotto le travi di collegamento, proprio perché il sistema resistente ai carichi verticali è a plinto. Pertanto i carichi sulle travi di fondazione sono modesti e derivanti dal peso di una parete di muratura perimetrale dello spessore di 0.25-0.3 m e che si estende in elevazione per un solo piano.

Edificio 2

Il momento massimo negativo vale circa 135kNm per la trave T01 indicata in figura. Allo stesso nodo si riscontra il massimo valore di taglio, tra tutte le travi, pari a 180 kN. Questa trave è lunga 4.75 metri e assorbe il peso di un balcone a sbalzo d 1 m con parapetto per tutta la sua lunghezza e un'area di solaio estesa di 3.25 m in direzione ortogonale alla trave stessa, inclusi i carichi accidentali. Il massimo momento positivo è pari a 100 kNm e si verifica nella stessa trave.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

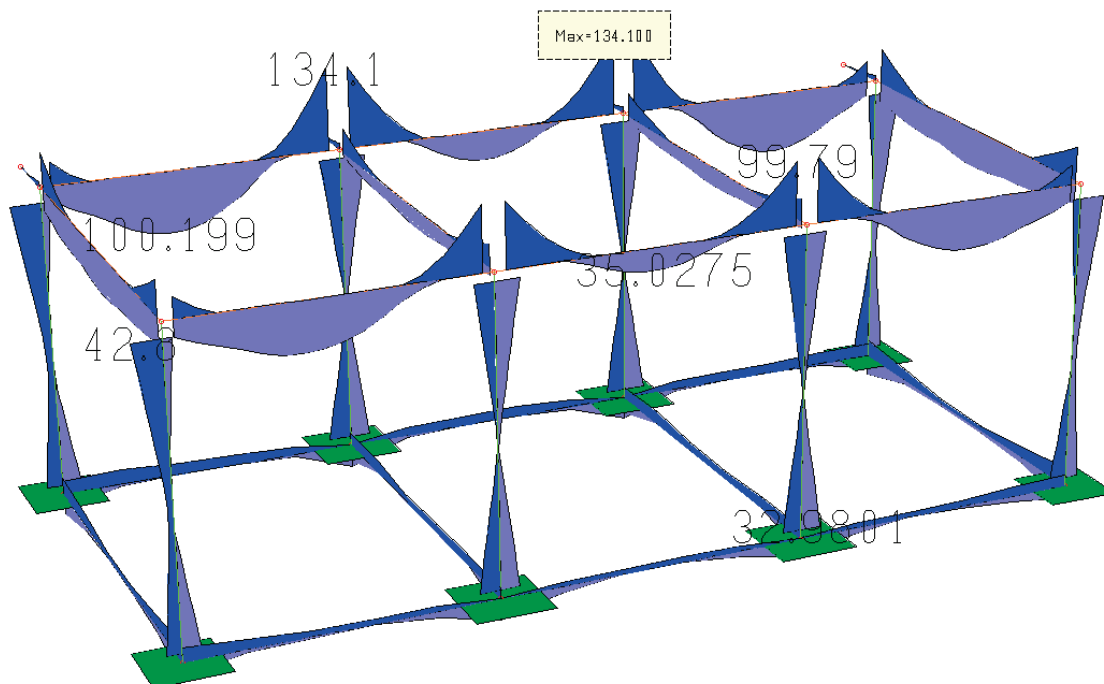


Figura 17 – Momenti in campata per le travi di solaio [kNm] - Edificio 2

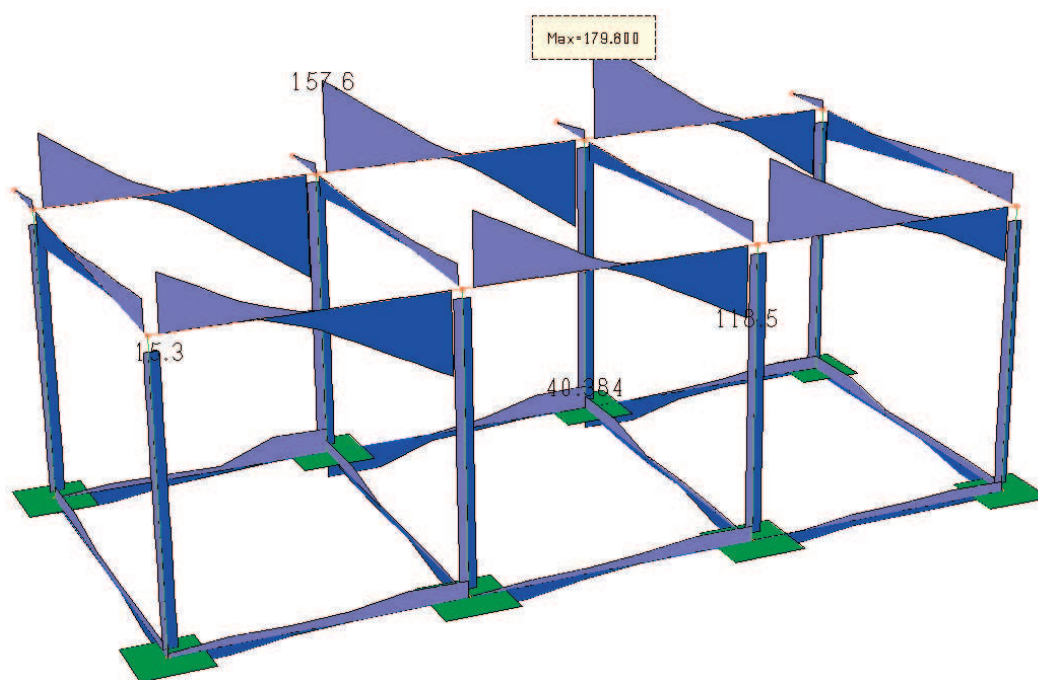


Figura 18 – Valori di taglio per travi e pilastri [kN] - Edificio 2

Non ha senso riportare i valori di pressione al suolo sotto le travi di collegamento, proprio perché il sistema resistente ai carichi verticali è a plinto. Pertanto i carichi sulle travi di fondazione sono

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

modesti e derivanti dal peso di una parete di muratura perimetrale dello spessore di 0.25-0.3 m e che si estende in elevazione per un solo piano.

14.3 Plinti

La procedura calcola le rigidzze del plinto e le assegna come avviene per un elemento “vincolo” disposto secondo le direzioni globali X ,Y ,Z. Pertanto i risultati per un plinto corrispondono a quelli proposti per l’elemento “vincolo”. Nelle verifiche vengono invece riportati i risultati secondo le direzioni locali, come più consueto.

La rigidzza alla traslazione verticale del plinto viene calcolata moltiplicando l’area del plinto per la costante di sottofondo.

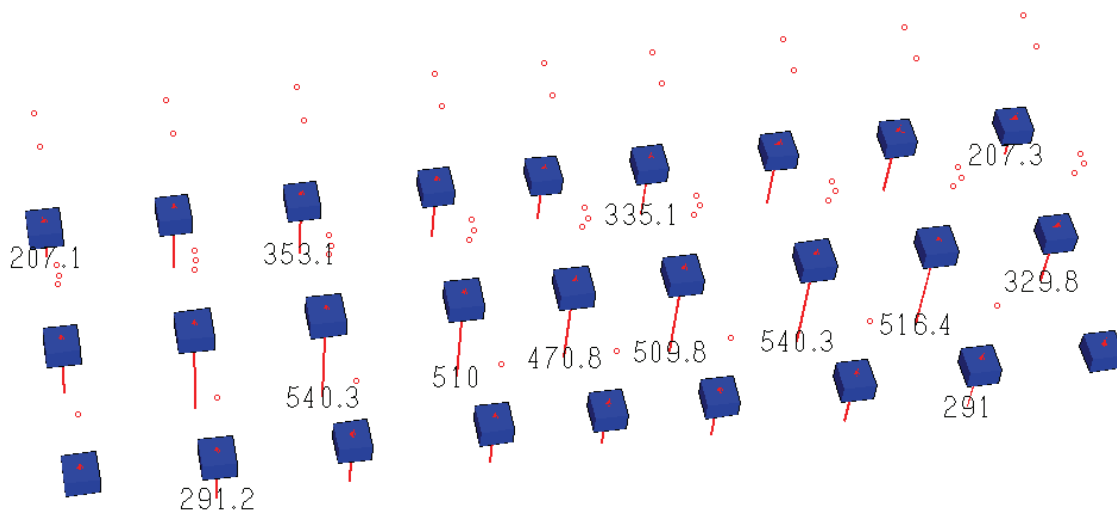
Le rigidzze alla rotazione rispetto ai due assi locali x e y vengono calcolate moltiplicando il relativo momento d’inerzia flessionale per la costante di sottofondo. Tali rigidzze alla rotazione vengono quindi riportate agli assi globali X e Y con le usuali regole di trasformazione, perché il programma tratta i vincoli come se fossero assegnati secondo le direzioni globali.

Le due rigidzze alla traslazione secondo gli assi globali X e Y, nonché la rigidzza alla rotazione intorno l’asse globale Z vengono automaticamente poste ad un valore elevato, che dà luogo a deformazioni trascurabili. Si assume infatti che il plinto non possa spostarsi nel piano orizzontale e ruotare intorno all’asse verticale Z.

La analisi e verifica dei plinti è effettuata su un modello a parte rispetto a quello che si adotta per la verifica delle altre opere, per evitare che l’interferenza tra travi di fondazioni e plinti che si verifica al nodo di base del pilastro tenda a sottostimare le azioni scaricate nei plinti. Così facendo, ci si colloca in una condizione di conservatività, in quanto le sollecitazioni ai plinti sono leggermente sovrastimate. Si analizzano le azioni al plinto prevalentemente in condizioni di carico assiale, in quanto date le esigue forze sismiche in gioco, i pilastri trasferiscono azioni flessionali piuttosto limitate e pertanto l’area reagente della sezione di base del plinto può essere considerata integralmente. Le verifiche effettuate dal software, tuttavia, seguono il calcolo esatto.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Edificio 1



La massima azione assiale si sviluppa nei plinti della fila centrale, dove affluiscono i maggiori carichi (metà per ogni copertura). Il valore massimo si ottiene nel terzo plinto a partire da quello esterno con un valore di 540 kN/m². Considerando un'area quadrata di lato 1.25 m (rispetto alla reale area di lato 1.35 m), la pressione alla base del plinto sarebbe pari a 3.45 kg/cm². Applicando un semplice principio di tensioni ammissibili, dato il fattore di sicurezza 3 (ma la forza assiale considerata è allo SLU) ed una resistenza a compressione minima pari a 12 kg/cm², la pressione alla base del plinto è inferiore a quella ammissibile 4 kg/cm²). Maggiori verifiche saranno riportate in seguito.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

Edificio 2

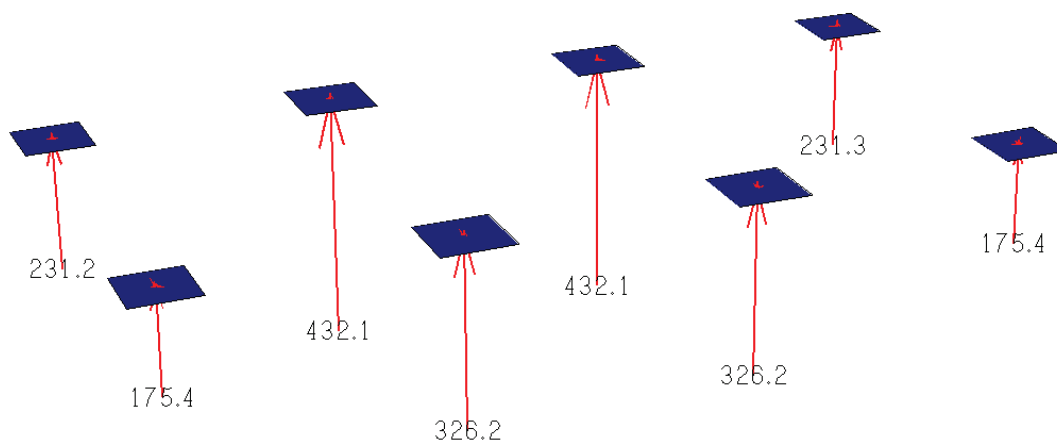


Figura 19 – Reazioni vincolari verticali ai plinti [kN] - Edificio 1

La massima azione assiale si sviluppa nei plinti interni della fila lunga dove vi è la presenza del balcone. Il valore massimo raggiunge i 432 kN/m². Considerando un'area quadrata di lato 1.15 m (rispetto alla reale area di lato 1.25 m), la pressione alla base del plinto sarebbe pari a 3.26 kg/cm². Applicando un semplice principio di tensioni ammissibili, dato il fattore di sicurezza 3 (ma la forza assiale considerata è allo SLU) ed una resistenza a compressione minima pari a 12 kg/cm², la pressione alla base del plinto è inferiore a quella ammissibile 4 kg/cm². Maggiori verifiche saranno riportate in seguito.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

15. Verifiche di opere in cemento armato con il metodo degli stati limite

Le strutture risultano interamente verificate, sia agli Stati Limite Ultimi che a quelli di Esercizio. Il programma di calcolo non genera alcun messaggio di errore o di segnalazione se la verifica viene soddisfatta e produce una schermata grafica rappresentando in verde gli elementi verificati. Si ritiene inopportuno riportare qui due immagini che non contengono alcun significato, oltre quello già dichiarato di verifica di TUTTI gli elementi strutturali in gioco. Pertanto si passa alla presentazione delle verifiche per singoli elementi, i più sollecitati tra i due edifici, e si rimanda ai tabulati numerici per ulteriori analisi di dettaglio. La presentazione di come siano impostati i tabulati numerici consentirà al verificatore una lettura semplice ed esaustiva degli stessi.

15.1 Travi, Pilastrini e Travi di fondazione

Fra le informazioni di testa per le travi è anche segnalata la componente del peso proprio e il carico medio. Per i soli pilastrini oltre al numero strutturale dell'asta è anche indicato l'eventuale numero di pilastrata.

Le sollecitazioni sono riferite al sistema locale x, y, z. Vengono riportate, in ordine:

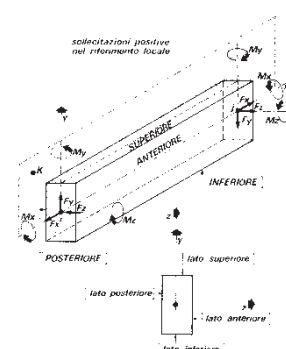
- numero combinazione di carico;
- ascissa di calcolo (cm);
- in sequenza F_x, F_y, F_z (F); M_x, M_y, M_z (F*m).

Per le travi e le fondazioni viene applicata la regola della traslazione. In particolare il momento flettente viene incrementato, dove richiesto, del prodotto di F_y (o F_z) con $0.9*d$, dove d è l'altezza utile corrispondente.

Per elementi trave di fondazione F_x, F_z, M_y sono generalmente nulli.

Le convenzioni adottate sui segni delle sollecitazioni sono (vedi figura):

- F_x (sforzo normale) è positivo se di trazione;
- F_y (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra dell'ascissa interessata, nel verso positivo dell'asse locale corrispondente;



| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

- Fz (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra dell'ascissa interessata, nel verso negativo dell'asse locale corrispondente;
- Mx (momento torcente) è positivo se antiorario intorno a x a sinistra dell'ascissa in esame;
- My (momento flettente) è positivo se tende le fibre posteriori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse z;
- Mz (momento flettente) è positivo se tende le fibre inferiori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse y.

Compaiono poi nel tabulato gli ulteriori risultati:

- in sequenza, armatura posteriore, anteriore, inferiore, superiore (cm²); si noti che tali armature sono quelle totali. La sezione di due reggistaffe contribuisce in tutti quattro i valori di armatura; per i pilastri circolari viene determinata e stampata l'armatura totale distribuita uniformemente su tutta la circonferenza;
- campo (di rottura): rappresenta il campo di rottura determinato dalla procedura di verifica; nel caso delle travi, qualora sia stata deselezionata la verifica a sforzo normale, il campo di rottura viene sostituita dal rapporto x/d;
- indice di resistenza a presso-tensoflessione (Fx, My, Mz): rappresenta il moltiplicatore delle sollecitazioni allo s.l.u., ovvero il rapporto fra la sollecitazione agente e quella resistente;
- indice di resistenza a taglio/torsione (Fy, Fz, Mx) o indice di resistenza a taglio/torsione (Bielle) per NTC 2008: rappresenta l'indice di resistenza delle bielle compresse sollecitate a taglio e/o torsione;
- Indice di resistenza a taglio/torsione (V, Mx): rappresenta l'indice di resistenza "taglio e torsione" per elementi che non necessitano di armatura trasversale.
- Indice di resistenza a scorrimento: compare solo nel caso di setti calcolati con l'Ordinanza 3431 e NTC 2008 e riporta l'indice di resistenza che si ricava dal rapporto fra la resistenza a scorrimento (vedi § 5.4.5.2 dell'Ordinanza e § 7.4.4.5.2.2 delle NTC/2008) e la sollecitazione di taglio.
- aswta, aswto: in cm²/m rappresenta l'area di armatura per unità di lunghezza derivante, rispettivamente, dall'effetto di taglio e torsione;
- passo staffe: in cm rappresenta il passo delle staffe derivante da aswta e aswto e dall'applicazione dei minimi di normativa.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

- per i pilastri, nel caso NTC 2008, nelle colonne αMy e αMz vengono riportati i valori dei moltiplicatori delle sollecitazioni My ed Mz derivanti dal rispetto della gerarchia delle resistenze trave/pilastro.

Viene evidenziata, su una riga conclusiva apposita, l'involuppo delle armature in grado di resistere a tutte le situazioni. Per la sezione rettangolare viene riportata l'armatura aggiuntiva effettiva sui quattro lati, detraendo dall'armatura totale quella dei reggistaffe. Per la sezione circolare è invece sempre riportato il valore totale distribuito. Viene infine indicato il passo delle staffe calcolato o di normativa. Alla fine del tabulato di progetto delle armature riguardante un'asta, se attivata l'opzione sulla combinazione dei carichi, la procedura propone uno specchietto che riepiloga nell'ordine:

- numero della combinazione di carico che dà luogo al momento massimo; tale sollecitazione può infatti derivare per effetto di una combinazione di carico spaziale di MasterSap (in questo caso viene riportato il relativo numero di combinazione o simbolo identificativo) o a causa della combinazione dei carichi permanenti e variabili o dell'eventuale momento di sicurezza (in questo secondo caso il contrassegno di combinazione è dato dal simbolo --);
- $xMmax$; ascissa dell'asta in cui si verifica il momento massimo positivo;
- $Mmax$; valore del momento massimo positivo;
- $Ainf$, $D. inf$ agg.; armatura inferiore totale derivante dall'azione del momento massimo positivo, numero e diametro delle barre aggiuntive, come al solito, rispetto ai reggistaffe comunque presenti;
- $Asup$, $D. sup$ agg.; valgono le stesse considerazioni di sopra, riferite all'armatura superiore;
- il rapporto x/d e l'indice di resistenza a flessione.

Nelle verifiche di esercizio per gli elementi vengono considerati i soli effetti del momento flettente Mz , ma per comodità dell'utente il tabulato riporta anche il valore delle altre sollecitazioni, incluse fra [] per significare che non entrano in gioco nella verifica. Per lo stesso motivo fra parentesi [] sono anche riportate le armature anteriori e posteriori.

- Apertura delle fessure w (mm): rappresenta l'ampiezza della fessura derivante dall'azione del momento flettente Mz all'ascissa indicata. La fessura si apre superiormente per Mz negativo, inferiormente per Mz positivo.

La freccia viene riportata nel prospetto specifico (che compare a fine trave) riguardante anche il momento massimo in campata.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

Per i restanti tipi di elementi (pilastrati e setti) viene effettuata la sola verifica delle tensioni di esercizio (non compaiono pertanto risultati sull'apertura delle fessure e sulla freccia). La sezione viene trattata a presso-tensoflessione, trascurando in questo caso l'eventuale contributo del calcestruzzo a trazione. Vengono ignorate agli effetti della verifica le sollecitazioni torcenti e di taglio, comunque riportate fra [] nei tabulati per memoria.

Se si verifica la necessità di armare a punzonamento le travi o le fondazioni viene determinata la sezione complessiva delle barre piegate, che andranno disposte parallelamente alle staffe della trave.

Vengono indicate:

- asta: numero dell'asta oggetto di verifica;
- ascissa x (cm): ascissa dell'asta;
- taglio: valore dell'azione di taglio complessiva agente al nodo;
- carico limite di punzonamento;
- coefficiente di sicurezza al punzonamento;
- armatura piegati a punzonamento (cm²), eventuale.

Si riportano ora a titolo di esempio i tabulati di verifica della travatura più caricata, la C01 di cui sono state già riportate le sollecitazioni, e della pilastrata più sollecitata, la pilastrata n. 10, del solo edificio 1.

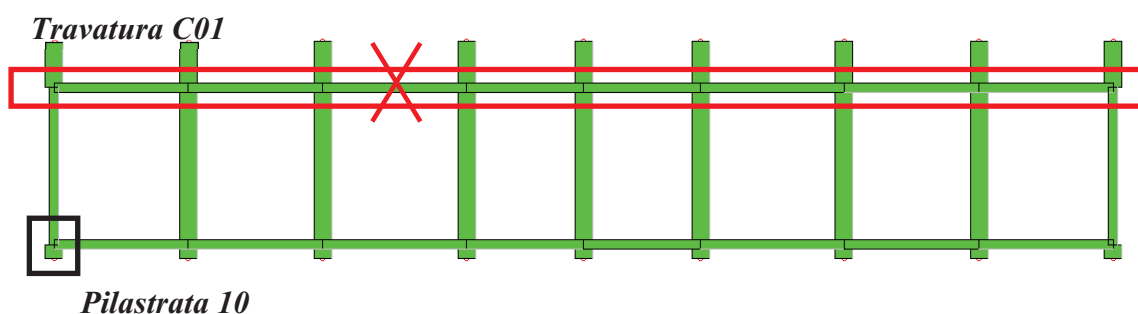


Figura 20 – Estratto carpenteria livello T - Edificio 1

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

15.1.2 Travatura C01

SLU

Nome travata: **Travatura C01_IP1** Descrizione: **Travatura C 19-20-21-22-23-24-25-26-27**

ASTA NUM. 11 NI 56 NF 55 SEZ. Rp B= 0.350 H= 0.500 (trave)

categoria: p.p. y Permanente Congresso Neve qy tot.
qy medio: 4.29 18.58 15.46 1.73 40.06 kN/m

armatura base = 4 X 2.01 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | APOST | AANT | AINF | ASUP | x/d | Indice | resistenza | aswta | aswto | PASSO | |
|----|----|--------|---------|--------|-------|--------|----------|-------|------|------|------|------|--------|------------|-------|-------|-------|------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | cmq | | | | | Fx,M | Bielle | V,Mx | cmq/m | cm | |
| 1 | 0 | -0.000 | 136.400 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -107.500 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 0.15 | 0.77 | 0.38 | 1.82 | 3.30 | 0.00 | 11.8 |
| 2 | 0 | -0.000 | 77.250 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -54.560 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 3 | 0 | -0.000 | 77.260 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -54.580 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 4 | 0 | -0.000 | 84.810 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -73.660 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.70 | 0.24 | 1.24 | 2.05 | 0.00 | 11.8 |
| 5 | 0 | -0.000 | 84.820 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -73.690 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.70 | 0.24 | 1.24 | 2.05 | 0.00 | 11.8 |
| 6 | 0 | -0.000 | 80.090 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -61.710 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.31 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 7 | 0 | -0.000 | 80.100 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -61.800 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.31 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 8 | 0 | -0.000 | 82.360 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.440 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 9 | 0 | -0.000 | 82.370 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.530 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 10 | 0 | -0.000 | 76.920 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -53.710 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.51 | 0.21 | 1.26 | 1.86 | 0.00 | 11.8 |
| 11 | 0 | -0.000 | 76.920 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -53.730 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.51 | 0.21 | 1.26 | 1.86 | 0.00 | 11.8 |
| 12 | 0 | -0.000 | 84.480 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -72.810 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.69 | 0.23 | 1.24 | 2.04 | 0.00 | 11.8 |
| 13 | 0 | -0.000 | 84.480 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -72.840 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.69 | 0.23 | 1.24 | 2.04 | 0.00 | 11.8 |
| 14 | 0 | -0.000 | 79.360 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -59.870 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.57 | 0.22 | 1.30 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 15 | 0 | -0.000 | 79.380 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -59.950 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.57 | 0.22 | 1.30 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 16 | 0 | -0.000 | 81.630 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -65.600 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.62 | 0.23 | 1.34 | 1.97 | 0.00 | 11.8 |
| 17 | 0 | -0.000 | 81.640 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -65.680 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.62 | 0.23 | 1.34 | 1.97 | 0.00 | 11.8 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 4.02 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 11.8

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|---------|--------|-------|--------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 18 | -0.000 | 136.400 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -107.500 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 0.15 | 0.77 | 0.38 | 1.82 | 3.30 | 0.00 | 11.8 |
| 2 | 18 | -0.000 | 77.250 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -54.560 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 3 | 18 | -0.000 | 77.260 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -54.580 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 4 | 18 | -0.000 | 84.810 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -73.660 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.70 | 0.24 | 1.24 | 2.05 | 0.00 | 11.8 |
| 5 | 18 | -0.000 | 84.820 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -73.690 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.70 | 0.24 | 1.24 | 2.05 | 0.00 | 11.8 |
| 6 | 18 | -0.000 | 80.090 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -61.710 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.31 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 7 | 18 | -0.000 | 80.100 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -61.800 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.31 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 8 | 18 | -0.000 | 82.360 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.440 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 9 | 18 | -0.000 | 82.370 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.530 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 10 | 18 | -0.000 | 76.920 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -53.710 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.51 | 0.21 | 1.26 | 1.86 | 0.00 | 11.8 |
| 11 | 18 | -0.000 | 76.920 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -53.730 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.51 | 0.21 | 1.26 | 1.86 | 0.00 | 11.8 |
| 12 | 18 | -0.000 | 84.480 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -72.810 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.69 | 0.23 | 1.24 | 2.04 | 0.00 | 11.8 |
| 13 | 18 | -0.000 | 84.480 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -72.840 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.69 | 0.23 | 1.24 | 2.04 | 0.00 | 11.8 |
| 14 | 18 | -0.000 | 79.360 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -59.870 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.57 | 0.22 | 1.30 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 15 | 18 | -0.000 | 79.380 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -59.950 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.57 | 0.22 | 1.30 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 16 | 18 | -0.000 | 81.630 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -65.600 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.62 | 0.23 | 1.34 | 1.97 | 0.00 | 11.8 |
| 17 | 18 | -0.000 | 81.640 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -65.680 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.62 | 0.23 | 1.34 | 1.97 | 0.00 | 11.8 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 4.02 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 11.8

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|---------|--------|-------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 68 | -0.000 | 109.460 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -46.388 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.44 | 0.30 | 1.79 | 2.65 | 0.00 | 19.1 |
| 2 | 68 | -0.000 | 61.274 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -20.136 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.19 | 0.17 | 1.00 | 1.48 | 0.00 | 19.1 |
| 3 | 68 | -0.000 | 61.284 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -20.154 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.19 | 0.17 | 1.00 | 1.48 | 0.00 | 19.1 |
| 4 | 68 | -0.000 | 68.834 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -35.479 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.34 | 0.19 | 1.13 | 1.66 | 0.00 | 19.1 |
| 5 | 68 | -0.000 | 68.844 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -35.506 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.34 | 0.19 | 1.13 | 1.66 | 0.00 | 19.1 |
| 6 | 68 | -0.000 | 64.114 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -25.876 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.25 | 0.18 | 1.05 | 1.55 | 0.00 | 19.1 |
| 7 | 68 | -0.000 | 64.125 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -25.958 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.25 | 0.18 | 1.05 | 1.55 | 0.00 | 19.1 |
| 8 | 68 | -0.000 | 66.384 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -30.479 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.29 | 0.18 | 1.09 | 1.60 | 0.00 | 19.1 |
| 9 | 68 | -0.000 | 66.394 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -30.561 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.29 | 0.18 | 1.09 | 1.60 | 0.00 | 19.1 |
| 10 | 68 | -0.000 | 60.944 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -19.452 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.18 | 0.17 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.1 |
| 11 | 68 | -0.000 | 60.944 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -19.470 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.19 | 0.17 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 19.1 |
| 12 | 68 | -0.000 | 68.504 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -34.795 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.33 | 0.19 | 1.12 | 1.66 | 0.00 | 19.1 |
| 13 | 68 | -0.000 | 68.504 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -34.822 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.33 | 0.19 | 1.12 | 1.66 | 0.00 | 19.1 |
| 14 | 68 | -0.000 | 63.384 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -24.397 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.23 | 0.18 | 1.04 | 1.53 | 0.00 | 19.1 |
| 15 | 68 | -0.000 | 63.404 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -24.470 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.23 | 0.18 | 1.04 | 1.53 | 0.00 | 19.1 |
| 16 | 68 | -0.000 | 65.654 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -29.000 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.28 | 0.18 | 1.08 | 1.59 | 0.00 | 19.1 |
| 17 | 68 | -0.000 | 65.665 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -29.073 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.28 | 0.18 | 1.08 | 1.59 | 0.00 | 19.1 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 19.1

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|----------|--------|-------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 515 | -0.000 | -133.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -99.020 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.94 | 0.37 | 1.95 | 3.21 | 0.00 | 11.8 |
| 2 | 515 | -0.000 | -82.510 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.620 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 3 | 515 | -0.000 | -82.500 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.620 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 4 | 515 | -0.000 | -74.950 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.150 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.47 | 0.21 | 1.23 | 1.81 | 0.00 | 11.8 |
| 5 | 515 | -0.000 | -74.940 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.150 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.47 | 0.21 | 1.23 | 1.81 | 0.00 | 11.8 |
| 6 | 515 | -0.000 | -79.670 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -60.670 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.58 | 0.22 | 1.31 | 1.93 | 0.00 | 11.8 |
| 7 | 515 | -0.000 | -79.650 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -60.680 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.58 | 0.22 | 1.31 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 8 | 515 | -0.000 | -77.400 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -55.130 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 9 | 515 | -0.000 | -77.390 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -55.140 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 10 | 515 | -0.000 | -82.840 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -68.430 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.65 | 0.23 | 1.36 | 2.00 | 0.00 | 11.8 |
| 11 | 515 | -0.000 | -82.840 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -68.430 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.65 | 0.23 | 1.36 | 2.00 | 0.00 | 11.8 |
| 12 | 515 | -0.000 | -75.280 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.960 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.48 | 0.21 | 1.23 | 1.82 | 0.00 | 11.8 |
| 13 | 515 | -0.000 | -75.280 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.960 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.48 | 0.21 | 1.23 | 1.82 | 0.00 | 11.8 |
| 14 | 515 | -0.000 | -80.400 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -62.440 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.32 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 15 | 515 | -0.000 | -80.380 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -62.450 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.32 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 16 | 515 | -0.000 | -78.130 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -56.900 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.54 | 0.22 | 1.28 | 1.89 | 0.00 | 11.8 |
| 17 | 515 | -0.000 | -78.110 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -56.910 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.54 | 0.22 | 1.28 | 1.89 | 0.00 | 11.8 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 11.8

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|----------|--------|-------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 533 | -0.000 | -133.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -99.020 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.94 | 0.37 | 1.95 | 3.21 | 0.00 | 11.8 |
| 2 | 533 | -0.000 | -82.510 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.620 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 3 | 533 | -0.000 | -82.500 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.620 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.64 | 0.23 | 1.35 | 1.99 | 0.00 | 11.8 |
| 4 | 533 | -0.000 | -74.950 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.150 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.47 | 0.21 | 1.23 | 1.81 | 0.00 | 11.8 |
| 5 | 533 | -0.000 | -74.940 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.150 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.47 | 0.21 | 1.23 | 1.81 | 0.00 | 11.8 |
| 6 | 533 | -0.000 | -79.670 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -60.670 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.58 | 0.22 | 1.31 | 1.93 | 0.00 | 11.8 |
| 7 | 533 | -0.000 | -79.650 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -60.680 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.58 | 0.22 | 1.31 | 1.92 | 0.00 | 11.8 |
| 8 | 533 | -0.000 | -77.400 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -55.130 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 9 | 533 | -0.000 | -77.390 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -55.140 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.52 | 0.21 | 1.27 | 1.87 | 0.00 | 11.8 |
| 10 | 533 | -0.000 | -82.840 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -68.430 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.65 | 0.23 | 1.36 | 2.00 | 0.00 | 11.8 |
| 11 | 533 | -0.000 | -82.840 | -0.000 | 0.000 | 0.000 | -68.430 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.65 | 0.23 | 1.36 | 2.00 | 0.00 | 11.8 |
| 12 | 533 | -0.000 | -75.280 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.960 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.48 | 0.21 | 1.23 | 1.82 | 0.00 | 11.8 |
| 13 | 533 | -0.000 | -75.280 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -49.960 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.48 | 0.21 | 1.23 | 1.82 | 0.00 | 11.8 |
| 14 | 533 | -0.000 | -80.400 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -62.440 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.32 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 15 | 533 | -0.000 | -80.380 | -0.000 | 0.000 | -0.000 | -62.450 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.59 | 0.22 | 1.32 | 1.94 | 0.00 | 11.8 |
| 16 | 533 | -0.000 | -78.130 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -56.900 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.54 | 0.22 | 1.28 | 1.89 | 0.00 | 11.8 |
| 17 | 533 | -0.000 | -78.110 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -56.910 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 0.13 | 0.54 | 0.22 | 1.28 | 1.89 | 0.00 | 11.8 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 11.8

MOMENTO MASSIMO IN CAMPATA

| NC | x | Mmax | Mmax | AINF | AINF | agg. | ASUP | ASUP | agg. | x/d | Indice di resistenza |
|----|---|------------|----------------|--------------|---------------|------|-------------|---------------|------|-------------|----------------------|
| | | cm | kN*m | cmq | cmq | | cmq | cmq | | | flessione |
| -- | | 263 | 148.130 | 10.05 | 3 d 16 | | 6.03 | 1 d 16 | | 0.16 | 0.85 |

Come si può osservare il momento massimo in campata è pari a 148 kN, derivante non tanto dall'analisi delle sollecitazioni che comporta un momento sollecitante pari a 70 kN, quanto piuttosto dalla pratica di buona progettazione. Infatti, nelle possibilità del software vi è quella di poter calcolare le sollecitazioni, in aggiunta alle analisi agli elementi finiti, con le regole di trave continua. Inoltre è sempre possibile fissare un momento minimo resistente da rispettare in campata, assunto pari a $ql^2/10$, valore estremamente conservativo. Infatti, il valore di 148 kNm viene fuori proprio dall'applicazione della formula su indicata dove $q = 40 \text{ kN/m} \times 1.45$ (coefficiente medio parziale dei carichi) ed $l = 5 \text{ m}$ da cui si deduce $M = 145 \text{ kNm}$.

Considerando quindi l'armatura di calcolo inferiore di $3\Phi 16$ aggiuntivi rispetto ai $2 \Phi 16$ di reggistaffe, con la formula della flessione semplice, con $d = 56 \text{ cm}$: $M_R = A_s f_{yd} 0.9 d = 195 \text{ kNm}$. La verifica è dunque abbondantemente soddisfatta.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

SLE

Seguono le verifiche agli stati limite di esercizio, in termini di tensioni di esercizio e di apertura delle fessure. Non si rendono necessari commenti riguardo alle verifiche effettuate.

Nome travata: **Travatura C01_IP1** Descrizione: **Travatura C 19-20-21-22-23-24-25-26-27**
ASTA NUM. 10 NI 57 NF 56 SEZ. Rp B= 0.350 H= 0.500 (trave)

categoria: p.p. y Permanente Congresso Neve qy tot.
qy medio: 4.29 18.58 15.46 1.73 40.06 kN/m

armatura base = 4 X 2.01 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

| NC | x | [Fx] | [Fy] | [Fz] | [Mx] | [My] | Mz | [APOST] | [AANT] | AINF | ASUP | Sc | Sf | w |
|-----|-----|-----------|---------|----------|-------|------------|---------|------------------------------------|--------|------|------|-------------------|-------|------|
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| cm | | kN | | | kN*m | | | cm ² | | | | N/mm ² | mm | |
| 18 | 0 | -0.000 | 93.760 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -79.830 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -6.47 | 232.7 | 0.13 |
| 19 | 0 | -0.000 | 79.670 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.820 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -5.50 | 197.7 | 0.11 |
| 20 | 0 | -0.000 | 75.240 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -64.040 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -5.19 | 186.7 | 0.10 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= -- | | asup= 4.02 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 18 | -0.000 | 93.760 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -79.830 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -6.47 | 232.7 | 0.13 |
| 19 | 18 | -0.000 | 79.670 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -67.820 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -5.50 | 197.7 | 0.11 |
| 20 | 18 | -0.000 | 75.240 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -64.040 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -5.19 | 186.7 | 0.10 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= -- | | asup= 4.02 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 64 | -0.000 | 75.173 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -40.637 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -3.64 | 156.2 | 0.08 |
| 19 | 64 | -0.000 | 63.876 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -34.520 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -1.85 | 14.8 | 0.00 |
| 20 | 64 | -0.000 | 60.324 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -32.591 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -1.75 | 14.0 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= -- | | asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 111 | -0.000 | 56.586 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -10.069 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -0.54 | 4.3 | 0.00 |
| 19 | 111 | -0.000 | 48.082 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -8.548 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -0.46 | 3.7 | 0.00 |
| 20 | 111 | -0.000 | 45.408 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -8.063 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -0.43 | 3.5 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= -- | | asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 157 | -0.000 | 37.999 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 11.875 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.63 | 4.9 | 0.00 |
| 19 | 157 | -0.000 | 32.288 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 10.096 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.53 | 4.2 | 0.00 |
| 20 | 157 | -0.000 | 30.492 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 9.545 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.51 | 4.0 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= 4.02 | | asup= -- (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 204 | -0.000 | 19.412 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 25.194 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.33 | 10.5 | 0.00 |
| 19 | 204 | -0.000 | 16.494 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 21.412 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.13 | 8.9 | 0.00 |
| 20 | 204 | -0.000 | 15.576 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 20.232 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.07 | 8.4 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= 4.02 | | asup= -- (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 250 | -0.000 | 0.825 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 29.888 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.58 | 12.5 | 0.00 |
| 19 | 250 | -0.000 | 0.700 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 25.400 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.34 | 10.6 | 0.00 |
| 20 | 250 | -0.000 | 0.660 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 23.998 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.27 | 10.0 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= 4.02 | | asup= -- (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 296 | -0.000 | -17.762 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 25.958 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.37 | 10.8 | 0.00 |
| 19 | 296 | -0.000 | -15.094 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 22.060 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.17 | 9.2 | 0.00 |
| 20 | 296 | -0.000 | -14.256 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 20.843 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -1.10 | 8.7 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= 4.02 | | asup= -- (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |
| 18 | 343 | -0.000 | -36.349 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 13.403 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.71 | 5.6 | 0.00 |
| 19 | 343 | -0.000 | -30.888 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 11.392 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.60 | 4.7 | 0.00 |
| 20 | 343 | -0.000 | -29.172 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | 10.769 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | 4.02 | -0.57 | 4.5 | 0.00 |
| | | apost= -- | | aant= -- | | ainf= 4.02 | | asup= -- (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|---------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|-------|-----|------|
| 18 | 389 | -0.000 | -54.936 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -7.777 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 6.03 | -0.41 | 3.3 | 0.00 |
| 19 | 389 | -0.000 | -46.682 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -6.604 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 6.03 | -0.35 | 2.8 | 0.00 |
| 20 | 389 | -0.000 | -44.088 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -6.227 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | 6.03 | -0.33 | 2.6 | 0.00 |

apost= -- aant= -- ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|---------|-------|-------|--------|---------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 18 | 436 | -0.000 | -73.523 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -37.581 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -3.37 | 144.5 | 0.06 |
| 19 | 436 | -0.000 | -62.476 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -31.928 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -1.71 | 13.7 | 0.00 |
| 20 | 436 | -0.000 | -59.004 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -30.143 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -1.61 | 12.9 | 0.00 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|---------|-------|-------|-------|---------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 18 | 482 | -0.000 | -92.110 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -76.010 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -6.81 | 292.2 | 0.19 |
| 19 | 482 | -0.000 | -78.270 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -64.580 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -5.79 | 248.3 | 0.16 |
| 20 | 482 | -0.000 | -73.920 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -60.980 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 6.03 | -5.47 | 234.4 | 0.14 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|---------|-------|-------|-------|---------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 18 | 500 | -0.000 | -92.110 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -76.010 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -6.16 | 221.6 | 0.12 |
| 19 | 500 | -0.000 | -78.270 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -64.580 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -5.23 | 188.3 | 0.10 |
| 20 | 500 | -0.000 | -73.920 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -60.980 | 4.02 | 4.02 | 4.02 | 8.04 | -4.94 | 177.8 | 0.09 |

apost= -- aant= -- ainf= -- asup= 4.02 (e arm. base= 4 X 2.01)

MOMENTO MASSIMO E FRECCIA IN CAMPATA Modulo di elast.: 30879 N/mm²

| NC | Tipo | x | Mmax | Mmax | AINF | ASUP | Sc | Sf | w | x | fmax. | fmax | fmax / l | Momento d'inerzia sez. |
|----|---------|-----|--------|--------|-----------------|------|-------------------|-------|------|-----|-------|-----------|-----------|------------------------|
| | | cm | | kN*m | cm ² | | N/mm ² | | mm | cm | | | non fess. | fess. |
| | | | | | | | | | | | | | | cm ⁴ |
| 18 | Rara | 257 | 93.709 | 93.709 | 8.04 | 4.02 | -7.59 | 273.2 | 0.16 | 257 | 0.07 | 1 / 6782 | 366830 | 170667 |
| 19 | Freq. | 257 | 79.737 | 79.737 | 8.04 | 4.02 | -6.46 | 232.4 | 0.13 | 258 | 0.05 | 1 / 10126 | 366830 | 170667 |
| 20 | Q.Perm. | 257 | 75.348 | 75.348 | 8.04 | 4.02 | -6.11 | 219.7 | 0.12 | 260 | 0.04 | 1 / 13003 | 366830 | 170667 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

15.1.2 Pilastrata 10

Per quanto riguarda i pilastri si effettuano le medesime verifiche già valide per le travi allo SLU ed allo SLE. Si riportano le verifiche del pilastro 10°, ovvero la porzione tozza della pilastrata numero 10.

PIL. NUM. 10A

armatura base = 4 X 2.01 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

| NC | x | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | APOST | AANT | AINF | ASUP | campo | Indice | resistenza | aswta | aswto | PASSO |
|----|-------------------|---------|-------|---------|--------|------|------|-------|------|------|------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|
| | cm | kN | | | kN*m | | | cmq | | | | | Fx,M | Bielle | V,Mx | cmq/m | cm |
| 1 | 0-170.200-177.100 | 18.670 | 0.000 | -21.360 | 56.340 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.50 | 0.66 | 2.05 | 6.29 | 0.00 | 12.8 | |
| 2 | 0 -98.500-109.200 | -6.415 | 0.000 | -16.200 | 40.070 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.38 | 0.42 | 1.51 | 3.88 | 0.00 | 12.8 | |
| 3 | 0-104.200-109.400 | 18.430 | 0.000 | -11.940 | 40.110 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.35 | 0.42 | 1.48 | 3.88 | 0.00 | 12.8 | |
| 4 | 0-106.800-114.000 | 0.987 | 0.000 | -16.830 | 30.870 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.44 | 1.47 | 4.05 | 0.00 | 12.8 | |
| 5 | 0-112.500-114.200 | 25.830 | 0.000 | -12.570 | 30.910 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.44 | 1.44 | 4.05 | 0.00 | 12.8 | |
| 6 | 0 -95.680-110.300 | -29.050 | 0.000 | -21.010 | 36.650 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.38 | 0.43 | 1.52 | 3.92 | 0.00 | 12.8 | |
| 7 | 0-114.600-110.900 | 53.780 | 0.000 | -6.820 | 36.770 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.42 | 1.43 | 3.94 | 0.00 | 12.8 | |
| 8 | 0 -98.160-111.700 | -26.830 | 0.000 | -21.200 | 33.890 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.36 | 0.43 | 1.51 | 3.96 | 0.00 | 12.8 | |
| 9 | 0-117.100-112.300 | 56.000 | 0.000 | -7.007 | 34.010 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.43 | 1.42 | 3.99 | 0.00 | 12.8 | |
| 10 | 0 -96.880-109.900 | -13.260 | 0.000 | -17.040 | 40.340 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.39 | 0.42 | 1.52 | 3.90 | 0.00 | 12.8 | |
| 11 | 0-102.600-110.100 | 11.590 | 0.000 | -12.780 | 40.380 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.36 | 0.42 | 1.50 | 3.91 | 0.00 | 12.8 | |
| 12 | 0-105.100-114.700 | -5.860 | 0.000 | -17.660 | 31.150 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.44 | 1.49 | 4.07 | 0.00 | 12.8 | |
| 13 | 0-110.800-114.900 | 18.990 | 0.000 | -13.400 | 31.180 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.28 | 0.44 | 1.46 | 4.08 | 0.00 | 12.8 | |
| 14 | 0 -92.210-111.700 | -43.420 | 0.000 | -22.600 | 37.240 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.40 | 0.43 | 1.56 | 3.96 | 0.00 | 12.8 | |
| 15 | 0-111.200-112.400 | 39.400 | 0.000 | -8.405 | 37.360 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.43 | 1.47 | 3.99 | 0.00 | 12.8 | |
| 16 | 0 -94.690-113.200 | -41.200 | 0.000 | -22.790 | 34.480 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.37 | 0.44 | 1.55 | 4.02 | 0.00 | 12.8 | |
| 17 | 0-113.700-113.800 | 41.620 | 0.000 | -8.592 | 34.600 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.29 | 0.44 | 1.46 | 4.04 | 0.00 | 12.8 | |

apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 12.0

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|---------|-------|---------|--------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 22-170.200-177.100 | 18.670 | 0.000 | -21.360 | 56.340 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.50 | 0.66 | 2.05 | 6.29 | 0.00 | 12.8 |
| 2 | 22 -98.500-109.200 | -6.415 | 0.000 | -16.200 | 40.070 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.38 | 0.42 | 1.51 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 3 | 22-104.200-109.400 | 18.430 | 0.000 | -11.940 | 40.110 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.35 | 0.42 | 1.48 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 4 | 22-106.800-114.000 | 0.987 | 0.000 | -16.830 | 30.870 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.44 | 1.47 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 5 | 22-112.500-114.200 | 25.830 | 0.000 | -12.570 | 30.910 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.44 | 1.44 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 6 | 22 -95.680-110.300 | -29.050 | 0.000 | -21.010 | 36.650 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.38 | 0.43 | 1.52 | 3.92 | 0.00 | 12.8 |
| 7 | 22-114.600-110.900 | 53.780 | 0.000 | -6.820 | 36.770 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.42 | 1.43 | 3.94 | 0.00 | 12.8 |
| 8 | 22 -98.160-111.700 | -26.830 | 0.000 | -21.200 | 33.890 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.36 | 0.43 | 1.51 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 9 | 22-117.100-112.300 | 56.000 | 0.000 | -7.007 | 34.010 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.43 | 1.42 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 10 | 22 -96.880-109.900 | -13.260 | 0.000 | -17.040 | 40.340 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.39 | 0.42 | 1.52 | 3.90 | 0.00 | 12.8 |
| 11 | 22-102.600-110.100 | 11.590 | 0.000 | -12.780 | 40.380 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.36 | 0.42 | 1.50 | 3.91 | 0.00 | 12.8 |
| 12 | 22-105.100-114.700 | -5.860 | 0.000 | -17.660 | 31.150 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.44 | 1.49 | 4.07 | 0.00 | 12.8 |
| 13 | 22-110.800-114.900 | 18.990 | 0.000 | -13.400 | 31.180 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.28 | 0.44 | 1.46 | 4.08 | 0.00 | 12.8 |
| 14 | 22 -92.210-111.700 | -43.420 | 0.000 | -22.600 | 37.240 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.40 | 0.43 | 1.56 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 15 | 22-111.200-112.400 | 39.400 | 0.000 | -8.405 | 37.360 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.43 | 1.47 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 16 | 22 -94.690-113.200 | -41.200 | 0.000 | -22.790 | 34.480 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.37 | 0.44 | 1.55 | 4.02 | 0.00 | 12.8 |
| 17 | 22-113.700-113.800 | 41.620 | 0.000 | -8.592 | 34.600 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.29 | 0.44 | 1.46 | 4.04 | 0.00 | 12.8 |

apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 12.0

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|---------|-------|---------|--------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 28-169.960-177.100 | 18.670 | 0.000 | -22.537 | 45.185 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.42 | 0.66 | 1.98 | 6.29 | 0.00 | 12.8 |
| 2 | 28 -98.310-109.200 | -6.415 | 0.000 | -15.796 | 33.191 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.42 | 1.47 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 3 | 28-104.010-109.400 | 18.430 | 0.000 | -13.102 | 33.219 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.42 | 1.44 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 4 | 28-106.610-114.000 | 0.987 | 0.000 | -16.892 | 23.689 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.25 | 0.44 | 1.40 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 5 | 28-112.310-114.200 | 25.830 | 0.000 | -14.197 | 23.717 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.23 | 0.44 | 1.37 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 6 | 28 -95.490-110.300 | -29.050 | 0.000 | -19.180 | 29.704 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.43 | 1.47 | 3.92 | 0.00 | 12.8 |
| 7 | 28-114.420-110.900 | 53.780 | 0.000 | -10.208 | 29.785 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.25 | 0.42 | 1.38 | 3.94 | 0.00 | 12.8 |
| 8 | 28 -97.970-111.700 | -26.830 | 0.000 | -19.510 | 26.853 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.29 | 0.43 | 1.45 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 9 | 28-116.910-112.300 | 56.000 | 0.000 | -10.535 | 26.934 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.23 | 0.43 | 1.36 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 10 | 28 -96.691-109.900 | -13.260 | 0.000 | -16.204 | 33.418 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.32 | 0.42 | 1.49 | 3.90 | 0.00 | 12.8 |
| 11 | 28-102.410-110.100 | 11.590 | 0.000 | -13.510 | 33.446 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.42 | 1.46 | 3.91 | 0.00 | 12.8 |
| 12 | 28-104.920-114.700 | -5.860 | 0.000 | -17.291 | 23.925 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.25 | 0.44 | 1.42 | 4.07 | 0.00 | 12.8 |
| 13 | 28-110.610-114.900 | 18.990 | 0.000 | -14.597 | 23.944 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.23 | 0.44 | 1.39 | 4.08 | 0.00 | 12.8 |
| 14 | 28 -92.021-111.700 | -43.420 | 0.000 | -19.864 | 30.201 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.32 | 0.43 | 1.52 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 15 | 28-111.010-112.400 | 39.400 | 0.000 | -10.887 | 30.282 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.26 | 0.43 | 1.42 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 16 | 28 -94.501-113.200 | -41.200 | 0.000 | -20.194 | 27.350 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.44 | 1.50 | 4.02 | 0.00 | 12.8 |
| 17 | 28-113.510-113.800 | 41.620 | 0.000 | -11.214 | 27.431 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.24 | 0.44 | 1.40 | 4.04 | 0.00 | 12.8 |

apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 12.0

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|---------|-------|---------|---------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 85-167.800-177.100 | 18.670 | 0.000 | -33.130 | -55.210 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.57 | 0.66 | 2.06 | 6.29 | 0.00 | 12.8 |
| 2 | 85 -96.600-109.200 | -6.415 | 0.000 | -12.160 | -28.720 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.26 | 0.42 | 1.44 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 3 | 85-102.300-109.400 | 18.430 | 0.000 | -23.560 | -28.800 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.33 | 0.42 | 1.42 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 4 | 85-104.900-114.000 | 0.987 | 0.000 | -17.450 | -40.940 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.39 | 0.44 | 1.54 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 5 | 85-110.600-114.200 | 25.830 | 0.000 | -28.840 | -41.020 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.46 | 0.44 | 1.52 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 6 | 85 -93.780-110.300 | -29.050 | 0.000 | -2.712 | -32.810 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.26 | 0.43 | 1.51 | 3.92 | 0.00 | 12.8 |
| 7 | 85-112.800-110.900 | 53.780 | 0.000 | -40.700 | -33.080 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.49 | 0.42 | 1.41 | 3.94 | 0.00 | 12.8 |
| 8 | 85 -96.260-111.700 | -26.830 | 0.000 | -4.298 | -36.480 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.29 | 0.43 | 1.53 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 9 | 85-115.200-112.300 | 56.000 | 0.000 | -42.290 | -36.750 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.52 | 0.43 | 1.44 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 10 | 85 -94.990-109.900 | -13.260 | 0.000 | -8.682 | -28.880 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.24 | 0.42 | 1.46 | 3.90 | 0.00 | 12.8 |
| 11 | 85-100.700-110.100 | 11.590 | 0.000 | -20.080 | -28.960 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.42 | 1.44 | 3.91 | 0.00 | 12.8 |
| 12 | 85-103.300-114.700 | -5.860 | 0.000 | -13.970 | -41.100 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.37 | 0.44 | 1.56 | 4.07 | 0.00 | 12.8 |
| 13 | 85-108.900-114.900 | 18.990 | 0.000 | -25.370 | -41.180 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.44 | 0.44 | 1.53 | 4.08 | 0.00 | 12.8 |
| 14 | 85 -90.320-111.700 | -43.420 | 0.000 | 4.759 | -33.150 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.43 | 1.55 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 15 | 85-109.300-112.400 | 39.400 | 0.000 | -33.230 | -33.420 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.43 | 0.43 | 1.45 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 16 | 85 -92.800-113.200 | -41.200 | 0.000 | 3.173 | -36.820 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.44 | 1.57 | 4.02 | 0.00 | 12.8 |
| 17 | 85-111.800-113.800 | 41.620 | 0.000 | -34.810 | -37.090 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.47 | 0.44 | 1.48 | 4.04 | 0.00 | 12.8 |

apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) staffe= 2 d 8 / 12.0

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|---------|-------|---------|---------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 110-167.800-177.100 | 18.670 | 0.000 | -33.130 | -55.210 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.57 | 0.66 | 2.06 | 6.29 | 0.00 | 12.8 |
| 2 | 110 -96.600-109.200 | -6.415 | 0.000 | -12.160 | -28.720 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.26 | 0.42 | 1.44 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 3 | 110-102.300-109.400 | 18.430 | 0.000 | -23.560 | -28.800 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.33 | 0.42 | 1.42 | 3.88 | 0.00 | 12.8 |
| 4 | 110-104.900-114.000 | 0.987 | 0.000 | -17.450 | -40.940 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.39 | 0.44 | 1.54 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 5 | 110-110.600-114.200 | 25.830 | 0.000 | -28.840 | -41.020 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.46 | 0.44 | 1.52 | 4.05 | 0.00 | 12.8 |
| 6 | 110 -93.780-110.300 | -29.050 | 0.000 | -2.712 | -32.810 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.26 | 0.43 | 1.51 | 3.92 | 0.00 | 12.8 |
| 7 | 110-112.800-110.900 | 53.780 | 0.000 | -40.700 | -33.080 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.49 | 0.42 | 1.41 | 3.94 | 0.00 | 12.8 |
| 8 | 110 -96.260-111.700 | -26.830 | 0.000 | -4.298 | -36.480 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.29 | 0.43 | 1.53 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 9 | 110-115.200-112.300 | 56.000 | 0.000 | -42.290 | -36.750 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.52 | 0.43 | 1.44 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 10 | 110 -94.990-109.900 | -13.260 | 0.000 | -8.682 | -28.880 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.24 | 0.42 | 1.46 | 3.90 | 0.00 | 12.8 |
| 11 | 110-100.700-110.100 | 11.590 | 0.000 | -20.080 | -28.960 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.31 | 0.42 | 1.44 | 3.91 | 0.00 | 12.8 |
| 12 | 110-103.300-114.700 | -5.860 | 0.000 | -13.970 | -41.100 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.37 | 0.44 | 1.56 | 4.07 | 0.00 | 12.8 |
| 13 | 110-108.900-114.900 | 18.990 | 0.000 | -25.370 | -41.180 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.44 | 0.44 | 1.53 | 4.08 | 0.00 | 12.8 |
| 14 | 110 -90.320-111.700 | -43.420 | 0.000 | 4.759 | -33.150 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.27 | 0.43 | 1.55 | 3.96 | 0.00 | 12.8 |
| 15 | 110-109.300-112.400 | 39.400 | 0.000 | -33.230 | -33.420 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.43 | 0.43 | 1.45 | 3.99 | 0.00 | 12.8 |
| 16 | 110 -92.800-113.200 | -41.200 | 0.000 | 3.173 | -36.820 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.30 | 0.44 | 1.57 | 4.02 | 0.00 | 12.8 |
| 17 | 110-111.800-113.800 | 41.620 | 0.000 | -34.810 | -37.090 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 3 | 0.47 | 0.44 | 1.48 | 4.04 | 0.00 | 12.8 |

ASTA NUM. 28 NI 36 NF 59 SEZ. Rp B= 0.350 H= 0.350 (pilastro)
PIL. NUM. 10A
armatura base = 4 X 2.01 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

| NC | x | Fx | [Fy] | [Fz] | [Mx] | My | Mz | APOST | AANT | AINF | ASUP | Sc | Sf |
|--|------------|----------|--------|-------|---------|--------|------|-----------------|------|------|-------|-------------------|----|
| | cm | kN | | | kN*m | | | cm ² | | | | N/mm ² | |
| 18 | 0-127.000 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -15.770 | 43.530 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -7.38 | 157.5 | |
| 19 | 0-110.500 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -14.900 | 38.080 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.45 | 138.1 | |
| 20 | 0-105.300 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -14.600 | 36.430 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.17 | 132.4 | |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 22-127.000 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -15.770 | 43.530 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -7.38 | 157.5 | |
| 19 | 22-110.500 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -14.900 | 38.080 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.45 | 138.1 | |
| 20 | 22-105.300 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -14.600 | 36.430 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.17 | 132.4 | |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 28-126.810 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -16.534 | 34.905 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -5.98 | 110.0 | |
| 19 | 28-110.310 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -15.396 | 30.530 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -5.23 | 96.6 | |
| 20 | 28-105.110 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -15.007 | 29.206 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -5.00 | 92.7 | |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 35-126.620 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -17.298 | 26.280 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -4.56 | 64.2 | |
| 19 | 35-110.120 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -15.892 | 22.980 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.98 | 56.5 | |
| 20 | 35-104.920 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -15.414 | 21.982 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.81 | 54.3 | |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 41-126.430 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -18.062 | 17.655 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.18 | -40.9 | |
| 19 | 41-109.930 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -16.388 | 15.430 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.88 | -36.9 | |
| 20 | 41-104.730 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -15.821 | 14.758 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.78 | -35.5 | |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|--------|-------|---------|---------|------|------|------|------|-------|-------|
| 18 | 47-126.240 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -18.826 | 9.030 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.31 | -42.3 |
| 19 | 47-109.740 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -16.884 | 7.880 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.96 | -37.8 |
| 20 | 47-104.540 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -16.228 | 7.534 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.85 | -36.2 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 54-126.050 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -19.590 | 0.405 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.44 | -43.7 |
| 19 | 54-109.550 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -17.380 | 0.330 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.05 | -38.7 |
| 20 | 54-104.350 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -16.635 | 0.310 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.92 | -37.0 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 60-125.860 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -20.354 | -8.220 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.56 | -45.1 |
| 19 | 60-109.360 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -17.876 | -7.220 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.13 | -39.6 |
| 20 | 60-104.160 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -17.042 | -6.914 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -2.98 | -37.7 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 66-125.670 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -21.118 | -16.845 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.69 | -46.5 |
| 19 | 66-109.170 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -18.372 | -14.770 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.21 | -40.5 |
| 20 | 66-103.970 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -17.449 | -14.138 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.05 | -38.4 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 72-125.480 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -21.882 | -25.470 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -4.42 | 60.7 |
| 19 | 72-108.980 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -18.868 | -22.320 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.87 | 53.7 |
| 20 | 72-103.780 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -17.856 | -21.362 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -3.71 | 51.7 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 79-125.290 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -22.646 | -34.095 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -5.84 | 106.6 |
| 19 | 79-108.790 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -19.364 | -29.870 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -5.12 | 94.0 |
| 20 | 79-103.590 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -18.263 | -28.586 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -4.90 | 90.2 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 85-125.100 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -23.410 | -42.720 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -7.24 | 154.2 |
| 19 | 85-108.600 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -19.860 | -37.420 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.34 | 135.7 |
| 20 | 85-103.400 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -18.670 | -35.810 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.06 | 130.2 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 110-125.100 | -136.900 | 12.130 | 0.000 | -23.410 | -42.720 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -7.24 | 154.2 |
| 19 | 110-108.600 | -119.800 | 7.880 | 0.000 | -19.860 | -37.420 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.34 | 135.7 |
| 20 | 110-103.400 | -114.700 | 6.446 | 0.000 | -18.670 | -35.810 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | -6.06 | 130.2 |
| apost= 2.01 aant= 2.01 ainf= 2.01 asup= 2.01 (e arm. base= 4 X 2.01) | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |

15.2 I risultati per i plinti

Viene riportato il nodo di attacco del plinto e le informazioni su sezione e peso proprio. Il peso proprio del plinto viene incrementato di un fattore moltiplicativo 1.4. Vengono anche indicate le sollecitazioni esterne agenti, riferite agli assi locali. Lo sforzo normale N viene qui riportato con segno positivo se di compressione, come di norma avviene. F_y e F_z esprimono le reazioni vincolari taglianti, positive se agenti nel verso del rispettivo asse. In caso di analisi dinamica il risultato dinamico viene preso con lo stesso segno di quello statico. La combinazione derivante da tale sovrapposizione è indicata con la lettera A. Viene indicato:

- ascissa di calcolo (cm); la verifica viene attuata sugli assi locali y e z , prima sul semiasse positivo e poi su quello negativo;
- momento flettente ($F \cdot m$) e relativa combinazione di massimo: viene effettuata la verifica per tutte le combinazioni di carico agenti, riportando, fra parentesi, solo quella che ha generato il massimo effetto; il momento è riferito all'intera sezione rettangolare in esame (che per le ascisse secondo y ha dimensioni B in larghezza e h in altezza, mentre secondo z vale rispettivamente H e h);
- sforzo tagliente (F) e relativa combinazione di massimo: valgono considerazioni analoghe a quelle del momento flettente, riferite allo sforzo di taglio;
- armatura inferiore (cm^2) e passo delle barre: viene calcolata l'armatura totale minima necessaria a supportare il momento flettente e il relativo passo delle barre;
- armatura superiore (cm^2) e passo delle barre: analogamente all'armatura inferiore; quella superiore è generalmente nulla, in quanto situata in zona compressa, dove la presenza del calcestruzzo è già sufficiente a sostenere le azioni presenti;
- indice di resistenza a flessione;
- indice di resistenza a taglio;
- per ogni combinazione di carico dichiarata allo s.l.u. si ricava la pressione ultima sul terreno. Si determina l'area efficace che dipende dalle due eccentricità e_y ed e_z e si ricava lo sforzo normale ultimo F_{xult} (corrispondente alla pressione q_{ult}) da cui deriva, in relazione all' F_x esterno agente, l'indice di resistenza finale;

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

- per ogni combinazione di carico dichiarata allo s.l.e. si determina la pressione effettiva sul suolo che si confronta con la capacità portante, determinata riducendo la pressione ultima sul terreno in base al fattore di sicurezza stabilito in tabella.

Viene infine calcolato il carico limite di punzonamento e il coefficiente di sicurezza al punzonamento (con relativa combinazione più gravosa). Se il coefficiente di sicurezza al punzonamento scende sotto il valore 1 viene calcolata la sezione delle barre piegate per ognuna delle due direzioni ortogonali.

Il calcolo della pressione limite è effettuato con la formula di Terzaghi dati i valori di profondità del piano di posa, coesione non drenata del terreno e portanza diretta. Come esempio di verifica dei Plinti si riporta plinto più sollecitato dell'Edificio 1, ovvero quello afferente alla pilastrata 12. Come si potrà osservare la verifica a flessione ed alla pressione limite è di poco verificata.

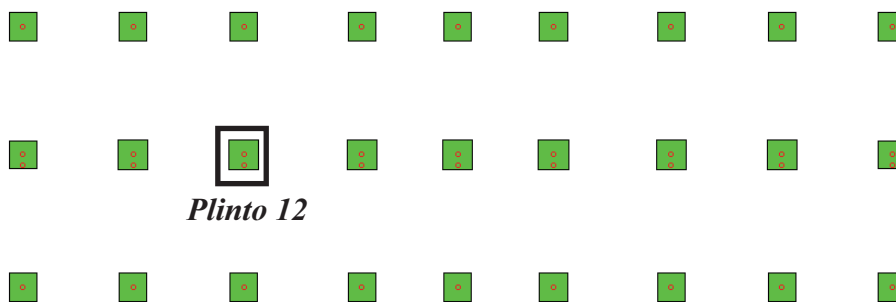


Figura 21 – Estratto Pianta delle Fondazioni - Edificio 1

15.2.1 Plinto numero 12

Pilastrata: **12** Dimensioni: h= 35.0 cm, b= 35.0 cm
Sollecitazioni SLU esterne agenti

| N.comb | kN | | | kN*m | |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | N | Fy | Fz | My | Mz |
| 1 | 540.300 | -0.427 | 3.912 | 6.024 | -0.579 |
| 2 | 349.100 | 20.504 | 10.143 | 19.092 | 39.052 |
| 3 | 347.600 | 20.504 | -2.015 | -5.997 | 39.052 |
| 4 | 346.600 | -21.439 | 6.205 | 11.176 | -40.493 |
| 5 | 345.100 | -21.439 | -5.953 | -13.913 | -40.493 |
| 6 | 349.900 | 5.613 | 21.692 | 43.028 | 10.828 |
| 7 | 344.700 | 5.624 | -18.843 | -40.605 | 10.849 |
| 8 | 349.200 | -6.968 | 20.504 | 40.647 | -13.035 |
| 9 | 344.000 | -6.958 | -20.020 | -42.977 | -13.014 |
| 10 | 349.400 | 20.834 | 12.254 | 23.388 | 39.668 |
| 11 | 347.900 | 20.845 | 0.091 | -1.699 | 39.688 |
| 12 | 346.900 | -21.098 | 8.312 | 15.473 | -39.868 |
| 13 | 345.400 | -21.098 | -3.847 | -9.616 | -39.857 |
| 14 | 350.500 | 6.359 | 26.323 | 52.463 | 12.203 |
| 15 | 345.300 | 6.370 | -14.212 | -31.181 | 12.224 |
| 16 | 349.800 | -6.224 | 25.135 | 50.083 | -11.662 |
| 17 | 344.600 | -6.212 | -15.389 | -33.552 | -11.639 |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

Verifica locale (ascisse riferite ad asse pilastro)

| Ascissa | Momento flettente | | Sforzo tagliante | | Ainf | | Asup | | Indice di resistenza | |
|---------|-------------------|--------|------------------|--------|---------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|--------|
| | cm | comb | kN*m | comb | - tot - kN | - passo cmq | - tot - cm | - passo - cmq | flessione cm | taglio |
| y = -0 | 90.886 | (1) | 269.506 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.99 | 0.80 |
| y = -7 | 73.606 | (1) | 242.498 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.80 | 0.72 |
| y = -14 | 58.149 | (1) | 215.502 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.64 | 0.64 |
| y = -20 | 44.513 | (1) | 188.519 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.49 | 0.56 |
| y = -27 | 32.698 | (1) | 161.549 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.36 | 0.48 |
| y = -34 | 22.703 | (1) | 134.592 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.25 | 0.40 |
| y = -41 | 14.528 | (1) | 107.648 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.16 | 0.32 |
| y = -47 | 8.171 | (1) | 80.717 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.09 | 0.24 |
| y = -54 | 3.631 | (1) | 53.798 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.04 | 0.16 |
| y = -61 | 0.908 | (1) | 26.893 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.01 | 0.08 |
| | | | | | | | | | | |
| y = -0 | 91.465 | (1) | 270.794 | (1) | 12.32 | 1d14 / 18 | 0.00 | | 0.86 | 0.80 |
| y = 7 | 74.099 | (1) | 243.772 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.81 | 0.72 |
| y = 14 | 58.556 | (1) | 216.738 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.64 | 0.64 |
| y = 20 | 44.839 | (1) | 189.691 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.49 | 0.56 |
| y = 27 | 32.948 | (1) | 162.631 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.36 | 0.48 |
| y = 34 | 22.884 | (1) | 135.558 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.25 | 0.40 |
| y = 41 | 14.648 | (1) | 108.472 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.16 | 0.32 |
| y = 47 | 8.241 | (1) | 81.373 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.09 | 0.24 |
| y = 54 | 3.663 | (1) | 54.262 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.04 | 0.16 |
| y = 61 | 0.916 | (1) | 27.137 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.01 | 0.08 |
| z = -0 | 94.187 | (1) | 276.843 | (1) | 12.32 | 1d14 / 18 | 0.00 | | 0.93 | 0.82 |
| z = -7 | 76.414 | (1) | 249.761 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.84 | 0.74 |
| z = -14 | 60.473 | (1) | 222.545 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.66 | 0.66 |
| z = -20 | 46.373 | (1) | 195.196 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.51 | 0.58 |
| z = -27 | 34.124 | (1) | 167.712 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.37 | 0.50 |
| z = -34 | 23.735 | (1) | 140.095 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.26 | 0.42 |
| z = -41 | 15.215 | (1) | 112.343 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.17 | 0.33 |
| z = -47 | 8.572 | (1) | 84.458 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.09 | 0.25 |
| z = -54 | 3.835 | (14) | 56.439 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.04 | 0.17 |
| z = -61 | 0.972 | (14) | 28.601 | (14) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.01 | 0.08 |
| | | | | | | | | | | |
| z = -0 | 88.164 | (1) | 263.457 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.96 | 0.78 |
| z = 7 | 71.291 | (1) | 236.509 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.78 | 0.70 |
| z = 14 | 56.232 | (1) | 209.695 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.61 | 0.62 |
| z = 20 | 42.979 | (1) | 183.014 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.47 | 0.54 |
| z = 27 | 31.522 | (1) | 156.468 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.34 | 0.46 |
| z = 34 | 21.853 | (1) | 130.055 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.24 | 0.39 |
| z = 41 | 13.962 | (1) | 103.777 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.15 | 0.31 |
| z = 47 | 7.840 | (1) | 77.632 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.09 | 0.23 |
| z = 54 | 3.525 | (9) | 51.621 | (1) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.04 | 0.15 |
| z = 61 | 0.892 | (9) | 26.273 | (9) | 10.78 | 1d14 / 21 | 0.00 | | 0.01 | 0.08 |

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Tipologia: Pilastro al centro del plinto

| Verifiche sul contorno del pilastro | | | | Verifiche sul contorno di base | | | | Armature in alternativa | | | | |
|-------------------------------------|------|-----|---------|--------------------------------|------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| N.comb | Beta | u0 | N rid. | Vrzd | I.R.bielle | u1 | p | N rid. | Vrd | I.R. | barre tese | barre piegate |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| cm | cm | cm | kN | cm | cm | % | kN | cm | cm ² | (dir.y)-(dir.z) | (dir.y) | (dir.z) |
| | | | | | | | | | | | cm ² | cm ² |
| 1 | 1.00 | 140 | 504.145 | 3422.380 | 0.15 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 2 | 1.03 | 140 | 325.797 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 3 | 1.03 | 140 | 324.397 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 4 | 1.03 | 140 | 323.465 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 5 | 1.03 | 140 | 322.066 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 6 | 1.03 | 140 | 326.543 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 7 | 1.03 | 140 | 321.692 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 8 | 1.03 | 140 | 325.890 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 9 | 1.03 | 140 | 321.039 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 10 | 1.03 | 140 | 326.076 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 11 | 1.03 | 140 | 324.677 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 12 | 1.03 | 140 | 323.745 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 13 | 1.03 | 140 | 322.345 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 14 | 1.04 | 140 | 327.103 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 15 | 1.00 | 140 | 322.252 | 3422.380 | 0.09 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 16 | 1.03 | 140 | 326.450 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |
| 17 | 1.02 | 140 | 321.599 | 3422.380 | 0.10 | 540 ^s | 0.10 | 35.757 | 1346.993 | 0.03 | -- | -- |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

| N.comb | q ult. S.L.U. | q ult./R | ey | ez | Fx ult. | I.R. | Note |
|--------|-------------------|-------------------|-------|-------|---------|------|------|
| | N/mm ² | N/mm ² | cm | | kN | | |
| 1 | 0.81 | 0.35 | 0.1 | -1.0 | 630.975 | 0.93 | |
| 2 | 0.81 | 0.35 | -10.1 | -5.0 | 505.129 | 0.76 | |
| 3 | 0.81 | 0.35 | -10.2 | 1.6 | 532.195 | 0.72 | |
| 4 | 0.81 | 0.35 | 10.6 | -2.9 | 517.559 | 0.74 | |
| 5 | 0.81 | 0.35 | 10.6 | 3.7 | 511.331 | 0.74 | |
| 6 | 0.81 | 0.35 | -2.8 | -11.2 | 513.321 | 0.75 | |
| 7 | 0.81 | 0.35 | -2.9 | 10.7 | 517.381 | 0.74 | |
| 8 | 0.81 | 0.35 | 3.4 | -10.6 | 514.131 | 0.75 | |
| 9 | 0.81 | 0.35 | 3.4 | 11.3 | 506.963 | 0.75 | |
| 10 | 0.81 | 0.35 | -10.3 | -6.1 | 494.836 | 0.78 | |
| 11 | 0.81 | 0.35 | -10.3 | 0.4 | 539.756 | 0.71 | |
| 12 | 0.81 | 0.35 | 10.4 | -4.0 | 510.110 | 0.75 | |
| 13 | 0.81 | 0.35 | 10.5 | 2.5 | 521.987 | 0.73 | |
| 14 | 0.81 | 0.35 | -3.2 | -13.6 | 488.552 | 0.79 | |
| 15 | 0.81 | 0.35 | -3.2 | 8.2 | 537.075 | 0.71 | |
| 16 | 0.81 | 0.35 | 3.0 | -13.0 | 494.958 | 0.78 | |
| 17 | 0.81 | 0.35 | 3.1 | 8.8 | 532.516 | 0.71 | |

Sollecitazioni SLE esterne agenti

| N.comb | N | Fy | Fz | My | Mz |
|--------|---------|--------|-------|-------|--------|
| | kN | | kN*m | | |
| 18 | 408.500 | -0.324 | 3.064 | 4.686 | -0.439 |
| 19 | 361.500 | -0.284 | 2.904 | 4.389 | -0.385 |
| 20 | 347.300 | -0.272 | 2.862 | 4.308 | -0.369 |

| N.comb | q ult. S.L.E. | press. amm. | press.1 | press.2 | press.3 | press.4 | press.max | Note |
|--------|------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|
| | | N/mm ^q | | | | | | |
| 18 | 0.81 | 0.27 | 0.25 | 0.23 | 0.23 | 0.26 | 0.26 | |
| 19 | 0.81 | 0.27 | 0.23 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.23 | |
| 20 | 0.81 | 0.27 | 0.22 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.22 | |

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

16. Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste. Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate dalla Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: <i>RelazioneSismicaStrutture.docx</i> |
|---|---|

17. Informazioni integrative sull'uso dei codici di calcolo

17.1 Affidabilità dei codici utilizzati

Si trova in allegato l'attestato di affidabilità del software utilizzato e la licenza.

17.2 Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di *Lanczos* noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria *LAPACK*.

| | |
|--|---|
| Progettisti: | Committente: Porto di San Foca S.p.a. |
| Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |

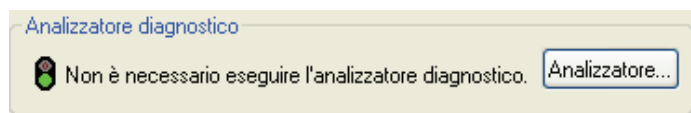
L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

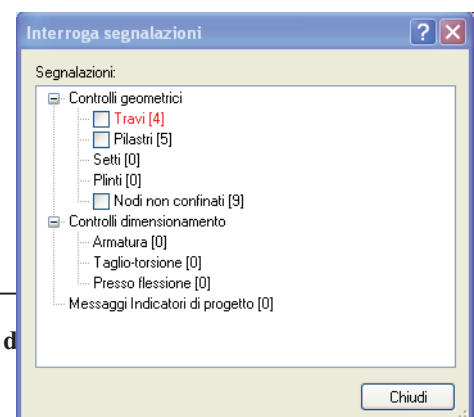
E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.



Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo).



| | |
|---|---|
| Progettisti: Ing. Antonio Candido, Ing. Donato Candido, Ing. Luigi Del Grosso, Ing. Franco Gallo | Committente: Porto di San Foca S.p.a. CODIFICA DOCUMENTO: RelazioneSismicaStrutture.docx |
|---|---|

Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire delle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.