MAURO BONOTTO ARCHITETTO

Progettazione ecologica ad alta efficienza energetica in Standard Passivhaus e Casa Clima. Restauro architettonico e monumentale.
Diagnosi energetiche, certificazioni energetiche e ambientali.

progetto di fattibilità tecnica ed economica relativamente alle opere di restauro ed adeguamento funzionale del "Magazzino 4" dell'area portuale di San Basilio, Venezia per ospitare Science Gallery e Aule.

Codice CUP: H79D16002010005

Committenza: Università Ca' Foscari Venezia | Area Servizi Immobiliari
Dorsoduro 3246 - 30123 Venezia VE. Codice fiscale: 80007720271

RUP: Arch. Jacopo Fusaro

Fase: progetto di fattibilità

Tipo Documento: Elaborato Tecnico

Codice Elaborato:

RE.02

Contenuto:

Relazione tecnica di progetto

di cui all'art. 17, comma 1, lettera b), D.P.R n. 207/2010

Revisione:	00	Aggiornamento:	---
Data di Emissione:	31 marzo 2017	Motivo Emissione:	Consegna alla Committenza

Gaiarine, lì 31 marzo 2017

ORDINE degli ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI CONSERVATORI della provincia di TREVISO
MAURO BONOTTO n° 1894 sezione A settore architettura
ARCHITETTO

Il progettista incaricato
Arch Mauro Bonotto

.STUDIO AEON | mauro bonotto architetto
Via San Rocco, 29 – 31018 Gaiarine (TV) | www.studioaeon.it | info@studioaeon.it |
arch mauro bonotto | ordine degli architetti PPC Treviso n. 1894 | C.F. BNT MRA 73S27 F999Y | P. IVA IT 04031060264 | mauro.bonotto@archiworldpec.it | cell 349.8718100 |

Relazione tecnica di progetto

di cui all'art. 17, comma 1, lettera b), D.P.R n. 207/2010

Sommario

1 Introduzione ... 4
2 Aspetti architettonici ... 4
3 Strutture ... 7
3.1 Normativa di riferimento ... 7
3.2 Stato di progetto delle strutture ... 7
3.3 Materiali ... 10
3.3.1 Muratura Esistente ... 10
3.3.2 Calcestruzzo Esistente ... 11
3.3.3 Acciaio per Calcestruzzo Esistente ... 12
3.3.4 Legno Esistente ... 12
3.4 Azioni di progetto ... 13
3.4.1 Azioni Statiche ... 13
3.4.2 Azioni Sismiche ... 13
3.5 Combinazione delle azioni statiche ... 17
3.6 Verifica Statica ... 18
3.6.1 Verifica reticolare copertura in c.a. ... 18
3.6.2 Verifica capriata copertura in legno ... 20
3.6.3 Verifica solai in legno esistenti ... 23
3.6.4 Verifica sostituzione muratura portante piano primo e secondo (porte) ... 25
3.6.5 Verifica sostituzione muratura portante piano primo e secondo (varchi) ... 26
3.7 Verifica Sismica ... 28
3.8 Indicazioni per il progetto definitivo – esecutivo ... 30
4 Impianti Meccanici ... 31
4.1 Riferimenti legislativi e normativi ... 31
4.2 Descrizione caratteristiche materiali ... 31
4.2.1 Caldaie a condensazione modulari da esterno ... 31
4.2.2 Gruppo frigorifero in pompa di calore reversibile ... 31
4.2.3 UTA Immissione ... 32
4.2.4 UTA Espulsione ... 32
4.2.5 Gruppo termodinamico di recupero ... 32
4.2.6 Unità termoventilanti ... 32
4.2.7 Scaldacqua in pompa di calore ... 32
4.2.8 Termoarredo elettrico ... 33
4.2.9 Elettroventilatori estrazione centralizzati ... 33
4.2.10 Idranti antincendio UNI 45 ... 33
4.2.11 Attacco motopompa UNI 70 ... 33
4.2.12 Estintori a polvere ... 33
4.2.13 Estintori CO_2 ... 33
4.3 Impianti meccanici - prestazionale ... 34
4.3.1 Condizioni termoigrometriche ... 34
4.3.2 Tolleranze ... 34

4.3.3 Fluidi di alimentazione 34
4.3.4 Ventilazione 34
5 Impianti Elettrici 36
5.1 Riferimenti legislativi e normativi 36
5.2 Norme tecniche 37
5.3 Stato di fatto 37
5.4 Descrizione Generale 37
5.5 Alimentazioni elettriche 38
5.6 Quadri elettrici 38
5.7 Condutture 38
5.8 Interruttori automatici 39
5.9 Impianto di terra 39
5.10 Impianto per la protezione dalle sovratensioni 39
5.11 UPS per l'alimentazione preferenziale 39
5.12 Illuminazione ordinaria 39
5.13 Illuminazione di emergenza 41
5.14 Rivelazione incendi 41
5.15 Impianto antintrusione e antieffrazione 41
5.16 Impianto diffusione sonora / EVAC 41
5.17 Cablaggio strutturato 42
6 Impianto di Depurazione 43
6.1 Riferimenti legislativi e normativi 43
6.2 Posizionamento dell'impianto 43
6.3 Dati di Progetto 43
6.4 Descrizione generale dell'impianto 45
6.4.1 Presedimentazione 45
6.4.2 Accumulo / sollevamento liquami 46
6.4.3 Reattore di ossidazione biologica a fanghi attivi 47
6.4.4 Sezione di ultrafiltrazione per la separazione della biomassa 47
6.4.5 Fanghi di supero 49
6.5 Opere Edili 49
7 Resoconto sullo stato di fatto 50

1 Introduzione

La relazione riporta lo sviluppo degli studi tecnici specialistici del progetto ed indica requisiti e prestazioni che devono essere riscontrate nell'intervento. Descrive le caratterizzazione del progetto e motiva le scelte tecniche del progetto.

2 Aspetti architettonici

Per l'illustrazione del progetto architettonico e le scelte funzionali, si rimanda al documento "RE.01 – Relazione illustrativa". Di seguito vengono elencati gli interventi tecnici necessari per raggiungere lo scopo di progetto.

Oltre alle opere provvisionali ed allestimenti di cantiere, è necessaria un pulizia generale di cantiere e rimozione di materiale abbandonato da utilizzi pregressi con relativo asporto in pubblica discarica autorizzata. Ad oggi, nello stabile, c'è una notevole presenza di mobilio, attrezzature, macchinari, anche pesante, accatastato.

Ai fini di far "riemergere" il "linguaggio" architettonico originario, il progetto prevede la rimozione di elementi incongrui e le opere di superfetazione (partizioni interne in laterizio, opere in cartongesso, controsoffitti in lamiera, controsoffitti modulari in fibra, opere impiantistiche, serrande metalliche, ecc.), derivanti da utilizzi pregressi e oggi in disuso, degradati, oppure obsoleti. Altresì, si prevede la riapertura di originari fori architettonici, tamponati e/o modificati nel tempo (tamponamenti di fori portoni e fori finestra con laterizio, rimozione di velette in CA inserite a posteriori su fori per installazione cassonetti per serrande, ecc.).

Allo scopo di creare la distribuzione orizzontale e verticale nei piani (corridoi, vano scala), i servizi igienici necessari, la verticalizzazione impiantistica e l'inserimento dei n. 2 ascensori, si prevede l'esecuzione di opere di demolizione controllata di travi in CA, rimozione di travi in legno e stoccaggio di queste a piè d'opera per un successivo riutilizzo, come anche la demolizione di fori interni murati nel tempo e creazione di nuovi fori interni, come da necessità di progetto.
Per inciso, in merito al dimensionamento dei servizi igienici, si specifica che è stato adottato il Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975, che prevede all'articolo 3.9.1. un vaso ogni 25 alunni, distinti per sesso.

Per il passaggio impiantistico, sarà necessario lo scavo controllato a sezione ristretta e successivi re-interri necessari da progetto per il passaggio di cavedi impiantistici ed allacciamenti ad impianti esistenti (cisterna VVFF, ecc.). Altresì, sono necessarie opere di "smuratura" di pluviali parzialmente murati nella muratura perimetrale e di spina con relativa riquadratura della nicchia muraria.

Si raccomanda una particolare attenzione al nodo contro terra. Dovrà essere trattato come segue:
operare un risanamento murario con formazione di una barriera contro la risalita di umidità, attraverso l'iniezione alla base del muro di prodotti antifungo e barriera antisale. Si prevede la realizzazione del pacchetto contro terra tramite rimozione della cappa esistente fino ad una quota di circa -40 cm rispetto al PF di progetto. Successiva stesura di un ghiaione di drenaggio, posa di un foglio di separazione in LDPE, getto di cappa in calcestruzzo, guaina impermeabile bituminosa con risvolto verticale fino all'incontro con la barriera antirisalita, getto di strato di alleggerimento tipo "IsoPerl", isolamento in XPS con 10 cm, finale cappa pavimentale in calcestruzzo armata lisciata e resinata.

Sono poi necessarie opere di restauro e consolidamento delle murature in laterizio e cemento armato, che consistono in opere di pulizia, integrazione e consolidamento delle murature, interventi localizzati di cuci/scuci e rifacimento di corsi di malta su murature in laterizio, interventi di ripristino sulle strutture in CA esistenti (ballatoi esterni) con malte cementizie bicomponente a basso modulo, applicazioni di barriere protettive dei ferri d'armatura e rasature finali. Altresì integrazione dei corsi di malta parzialmente mancanti.

Per gli impalcati lignei, le opere di restauro e consolidamento prevedono la pulizia, consolidamento e/o sostituzione di elementi lignei (travi), rifacimenti di connessioni (testate di capriate e travi ammalorate, specialmente dalle infiltrazioni d'acqua dalla copertura). Altresì, si prevede l'applicazione di pellicole protettive ignifughe a protezione delle travi in legno, in concerto con le indicazioni della Soprintendenza e dei VVFF.

Si prevede il totale rifacimento del manto di copertura di laterizio, che presenta alcune situazioni di degrado critiche prossime anche al crollo. Le operazioni sono le seguenti: rimozione del manto di copertura in coppi di laterizio con pulizia per successivo riutilizzo. Asportazione del manto in tavelle di laterizio (sp. 4 cm), in pessimo stato di conservazione, in particolar modo sulla porzione a sud del ballatoio centrale). Applicazione di un tavellonato in laterizio spessore 6 cm, barriera al vapore, isolamento in PUR tipo Stiferite da 8 cm, doppia guaina impermeabilizzante, di cui la seconda ardesiata, successiva applicazione dei coppi recuperati con eventuale integrazioni di nuovi, di fattura quanto più prossima all'esistente. Finale posa del filare di coppi di canala, filari di coppo di copertura e fissaggio con malta. Per una porzione di falda a nord, non sarà necessario l'asporto del tavellonato, poiché qui il tetto è stato rifatto con arcarecci in legno e tavelle in laterizio faccia vista pieno.

Per i diversi impalcati sarà necessario l'inserimento di strati isolanti acustici, livellamenti a secco dei solai a tavolato ligneo per creare una superficie di posa planare dello strato di finitura. L'effettiva necessità si baserà sulla valutazione del clima acustico ai sensi della L. n. 447 del 26/10/1995.

Al fine di "aggiornare" lo stabile alle nuove funzioni, sarà necessaria l'esecuzione di tramezzature interne in laterizio forato da 8 cm, 12 cm, e in laterizio pieno e/o semipieno seconda le necessità del distributivo di progetto.

Le finiture pavimentali sono con calcestruzzo lisciato al piano terra e in corrispondenza dei ballatoi esterni, mentre si prevede la realizzazione di "parquet" industriali in corrispondenze delle aule ai piani superiori. Si prevede poi la necessità di opere di rivestimento per le pareti delle cucine, uffici e bagni della Science Gallery, mentre i blocchi bagni "prefabbricati" avranno la superficie metallica in acciaio zincato a vista.

A livello di finitura, dovranno essere eseguiti intonaci, rasature e sagrammature, queste ultime nell'ambito delle opere di restauro conservativo, per esprimere a titolo d'esempio la presenza di tracce storiche, in concerto anche con la Soprintendenza. Altresì si prevedono opere pittoriche, in particolar modo per il restauro di scritte storiche, come ad esempio "Visconti Shipchandlers" in facciata, la codifica numerica dei magazzini sui conci di chiave degli archi, la scritta "carico massimo del solaio", ecc…

Ancora, si renderà necessaria la realizzazione di parapetti in corrispondenza del ballatoio centrale e dei ballatoi distributivi esterni lato est ed ovest al piano primo e secondo.

Per le sistemazioni esterne, si prevede la realizzazione di una pavimentazioni esterna con lastre in trachite, inclusa la preparazione del sottofondo di posa, come anche la realizzazione di opere a verde, piantumazione di alberi, realizzazione di sedute.

Per i serramenti esterni (finestre fisse e mobili, portefinestre) si richiede dei serramenti in acciaio, in linea con quanto già eseguito negli adiacenti magazzini “5” e “6”. Si prescrive un profilo a taglio termico con vetrocamera BE e distanziatore "warm edge", con prestazioni U(f)=1,8 W/m^{2}K e U(g)=1,1 W/m^{2}K e compresa la posa dei controtelai isolati, e installazioni di veneziane in vetrocamera per il controllo solare. Questo allo scopo di rispettare il pertinente valore limite di trasmissione globale di energia solare g(gl+sh) stabilito dal D.M. 26 giugno 2015 “Requisiti Minimi”.

Per i serramenti interni, si prevede l’installazione di porte interne metalliche (per bagni), porte interne in alluminio, porte interne scorrevoli in vetro (per la Science Gallery), come anche la realizzazione di portoni tagliafuoco con inserite porte uscite di sicurezza, isolate, in acciaio.

In corrispondenza della dorsale impiantistica lungo il muro di spina centrale, per ogni piano, si prevede l’esecuzione di opere in legno (mobilio, listellari in legno), per il mascheramento della parte impiantistica (macchine UTA).

Per l’inserimento del nuovo blocco scale nelle “cellule” adiacenti al ballatoio centrale, sono necessarie opere di carpenteria metallica, ossia la realizzazione di impalcati metallici per la creazione di pavimenti, vani scala e pareti della distribuzione verticale. Ancora, in copertura una "passarella" di sostegno all’impiantistica. Sempre in corrispondenza di questo nuovo blocco, si dovrà prevedere l’installazione di un ascensore per i diversamente abili che funge anche da montacarichi per la movimentazione delle opere da esporre della “Science Gallery”.

Al piano primo e secondo della facciata est, è necessaria la realizzazione di opere in CA per il prolungamento verso nord del ballatoio esistente lato est, sia al piano primo, sia al piano secondo. Per i dettagli, si rimanda al punto successivo che descrive le opere strutturali.

Infine sarà necessaria la creazione di una adeguata rete di smaltimento delle acque meteoriche, saponate, nere, pozzetti, tubazioni. Si prescrive per la successiva progettazione definitiva-esecutiva l’accurato dimensionamento della rete e le vasche di raccolta, per una massima presenza stimata di circa 1100 alunni.

Sarà poi necessario eseguire una campagna di opere di riparazione e sostituzione di elementi incoerenti, con integrazione e rifacimento di opere in ghisa e rame, come pluviali, grondaie, scossaline e bancalini.

3 Strutture

3.1 Normativa di riferimento

Il progetto fa riferimento alle norme tecniche per le costruzioni emanate con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008. Per quanto non compiutamente descritto nella suddetta, si è fatto riferimento alle seguenti normative (di comprovata affidabilità):

- L. 05.11.1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- L. 02.02.1974 n° 64: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- C.M. 02.02.2009 n° 676: “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- UNI ENV 1992-1-1 “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – part.1-1”.
- UNI ENV 1993-1-1 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – part.1-1”.
- UNI ENV 1995-1-1 “Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture di legno – part.1-1”.
- UNI ENV 1996-1-1 “Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura – part.1-1”.

Per quanto riguarda i materiali da costruzione, si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- UNI EN 206 Febbraio 2014: “Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità”;.
- UNI 11104 Marzo 2004: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”;
- UNI EN 338 Maggio 2016: “Legno strutturale – Classi di resistenza”;
- UNI EN 10025: “Prodotti laminati a caldo di acciaio non legati per impieghi strutturali”;

3.2 Stato di progetto delle strutture

Le strutture di progetto non prevedono particolari stravolgimento dello stato di fatto, se non per piccoli interventi localizzati dovuti all’apertura di fori con demolizione di porzioni di muratura, inserimento di nuovo vano scala e ascensore. Si illustra brevemente gli interventi principali che si eseguiranno:

- mantenimento delle fondazioni esistenti, che visti i carichi di progetto inferiori a quelli dichiarati sulle murature, non necessitano di rinforzi (previo controllo delle stesse). Saranno inserite nuove fondazioni a platea per il sostegno dell’ascensore e dei due vani scala, in c.a. dello spessore 50 cm;

- mantenimento delle murature portanti in mattoni pieni di laterizio, ad eccezione delle demolizioni richieste dalla progettazione architettonica per le richieste della committente. In questi casi la muratura è sostituita da profili metallici tipo IPE200, L250x20. Si realizzeranno in struttura metallica i due vani scala e lo scheletro di sostegno dell’ascensore;

- mantenimento dei solai in legno e in c.a., con la sola aggiunta di un materassino fonoisolante e di un massetto di calpestio auto livellante;

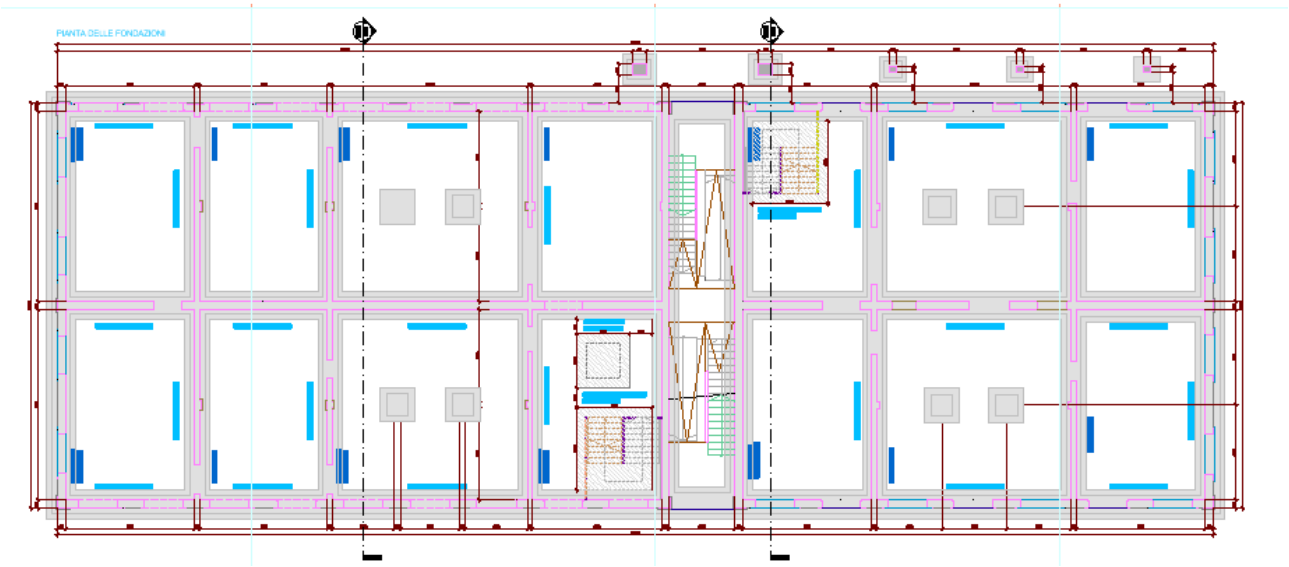
— prolungamento del ballatoio sul lato nord-est, con soletta in c.a. nervata, ancorata alla muratura esistente con connessioni chimiche o per mezzo di connessioni a coda di rondine;

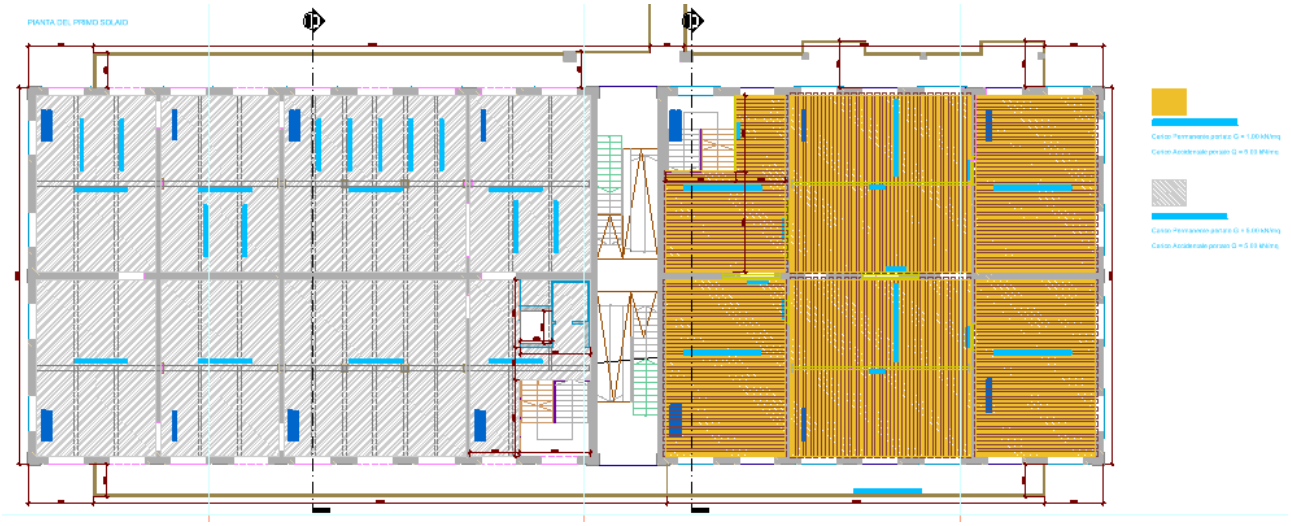
— mantenimento delle strutture di copertura (capriate lignee con arcarecci di falda e reticolari in c.a. con arcarecci in c.a. di falda);

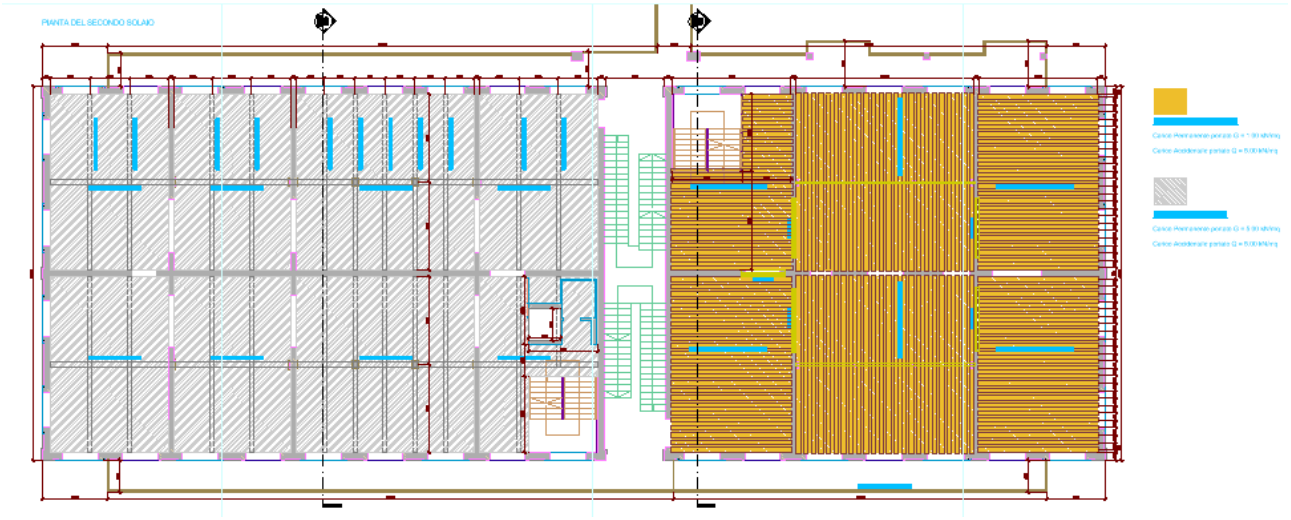
— sostituzione del manto di copertura con eliminazione delle tavelle in favore di un doppio tavolato incrociato a formare un “piano rigido” di collegamento delle estremità della copertura; al posto del doppio tavolato – si può optare, previa verifica strutturale – per un tavellonato in laterizio sp. 6 cm;

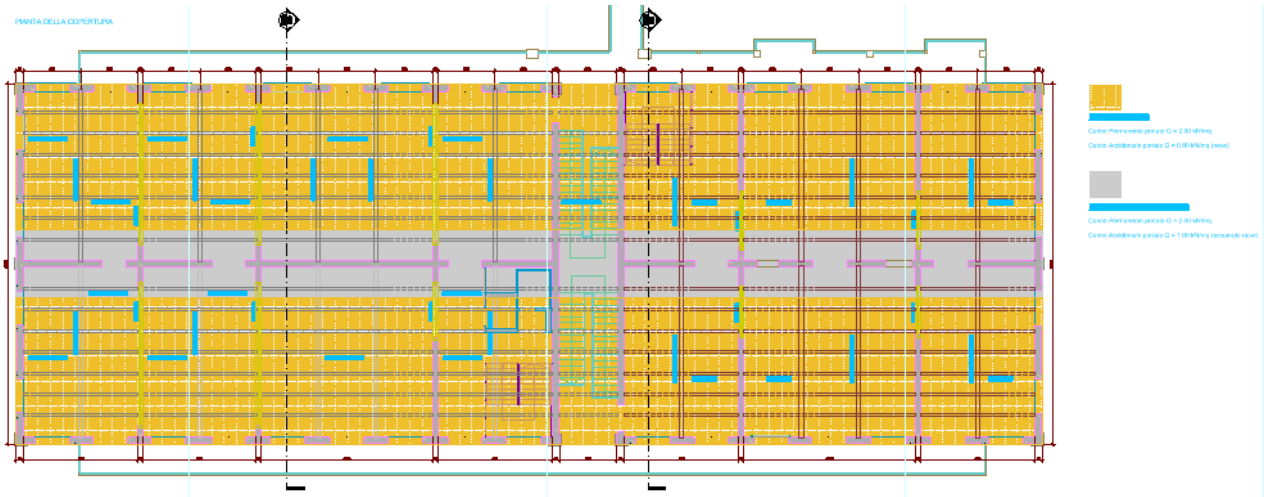
— mantenimento delle scale attuali con l’aggiunta di due sistemi di scale indipendenti a struttura metallica, che prevedranno una nuova fondazione localizzata a platea in c.a. per poter ancorare gli elementi di sostegno della scala. Le rampe scale, in cosciali UPN200, poggeranno su colonne interne e sulla muratura esistente in mattoni pieni a tre teste.

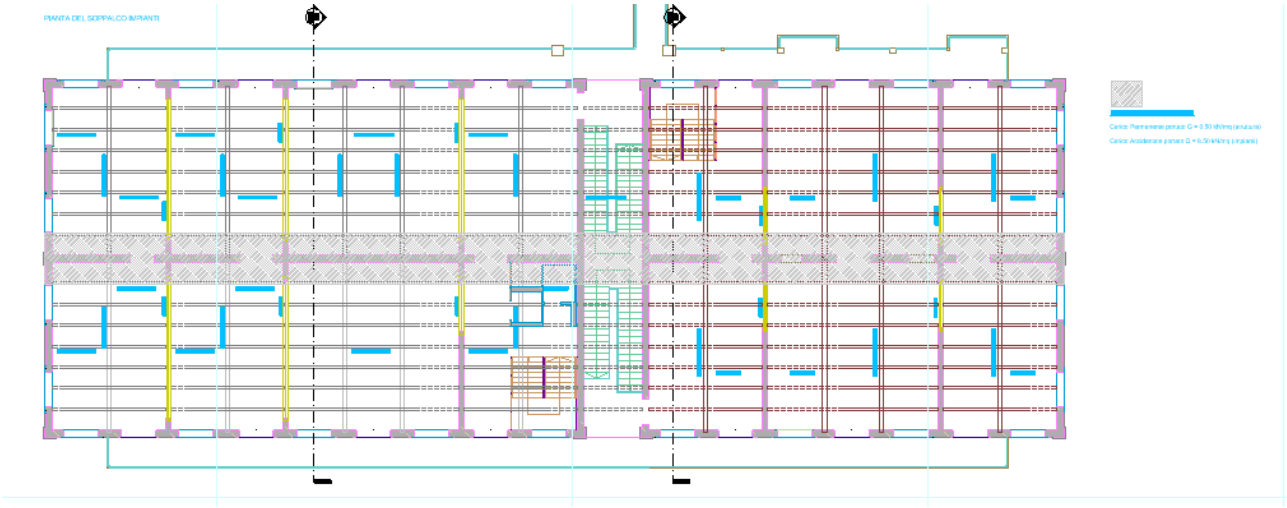
— inserimento sulla dorsale della copertura di un soppalco in acciaio a sostegno dell’impianto meccanico.

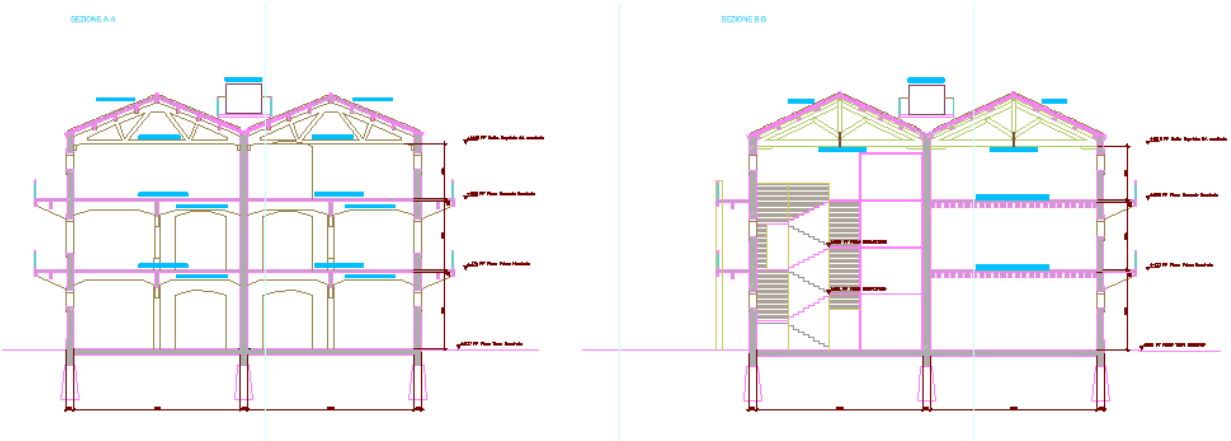



PIANTA DEL PRIMO SOLAIO
Carico Permanente portato G = 1.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 5.00 kN/mq
Carico Permanente portato G = 5.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 5.00 kN/mq


PIANTA DEL SECONDO SOLAIO
Carico Permanente portato G = 1.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 5.00 kN/mq
Carico Permanente portato G = 5.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 5.00 kN/mq


PIANTA DELLA COPERTURA
Carico Permanente portato G = 2.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 0.50 kN/mq (neve)
Carico Permanente portato G = 2.00 kN/mq
Carico Accidentale portato Q = 1.00 kN/mq (accumulo neve)





3.3 Materiali

Le caratteristiche tecniche dei materiali sono dedotte, in mancanza di indagini specifiche, da indagini visive e dalle tabelle presenti nel D.M. 14.01.2008.

3.3.1 Muratura Esistente

Dall'indagine visiva si deduce che la caratteristica resistenziale della muratura in laterizio piena è pari ai valori per Muratura in mattoni pieni e malta di calce (f_m=400 N/cm^2 e τ_0=9 N/cm^2).

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte; f_m = resistenza media a compressione della muratura, τ_0 = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	f_m (N/cm^2)	τ_0 (N/cm^2)	E (N/mm^2)	G (N/mm^2)	w (kN/m^3)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadrati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

Tensione di calcolo a compressione:

$f_k = f_m / 2 = 4 / 2 = 2$ MPa

Tensione di calcolo a taglio:

$f_{v0} = \tau_0 / 2 = 0.09 / 2 = 0.045$ MPa

$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 * \sigma_N = 0.045 + 0.4*(0.375*13.5*20/1000) = 0.045 + 0.04 = 0.085$ MPa

3.3.2 Calcestruzzo Esistente

Dall'indagine visiva, e da informazioni sugli edifici adiacenti, si deduce che la caratteristica del calcestruzzo è C20/25.

Resistenza di calcolo a compressione:

$f_{cd} = 0.83*0.85*25/1.5 = 11.75$ MPa

Resistenza di taglio:

f_{ctd} = 0.3*0.7*(0.85*25)$^{2/3}$/1.5 = 1.07 MPa

3.3.3 Acciaio per Calcestruzzo Esistente

Dall'indagine visiva, e da informazioni sugli edifici adiacenti, si deduce che la caratteristica dell'acciaio è Feb32.

Resistenza a trazione:

f_t = 339 MPa

3.3.4 Legno Esistente

Dall'indagine visiva, e da informazioni sugli edifici adiacenti, si deduce che la caratteristica del legno è C24. Le caratteristiche resistenziali si deducono dalla tabella della UNI EN338.

		Pioppo e conifere										Latifoglie					
		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40		D30	D35	D40	D50	D60	D70
Proprietà di resistenza in N/mm^2																	
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40		30	35	40	50	60	70
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24		18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26		23	25	26	29	32	34
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3		8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Taglio	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8		3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Proprietà di rigidezza in kN/mm^2																	
Modulo di elasticità medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14		10	10	11	14	17	20
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4		8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura (5%)	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47		0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88		0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Massa volumica in kg/m^3																	
Massa volumica	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420		530	560	590	650	700	900
Massa volumica media	ρ_{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500		640	670	700	780	840	1 080

3.4 Azioni di progetto

3.4.1 Azioni Statiche

I carichi di progetto previsti per ogni impalcato compresa la copertura sono di seguito elencati.

ANALISI CARICHI SOLAIO IN LEGNO	
- carico accidentale (*DM2008, Cat.C3*)	5,00 kN/mq
- carico permanente (*pavimento, massetto, tavolato*)	1,00 kN/mq

ANALISI CARICHI SOLAIO IN CALCESTRUZZO ARMATO	
- carico accidentale (*DM2008, Cat.C3*)	5,00 kN/mq
- carico permanente (*pavimento, massetto, soletta*)	5,00 kN/mq

ANALISI CARICHI COPERTURA	
- carico accidentale (*DM2008, Zona III*)	0,80 kN/mq
- carico permanente (*pavimento, massetto, soletta*)	2,00 kN/mq

ANALISI CARICHI COPERTURA (*compluvio*)	
- carico accidentale (*DM2008, Zona III*)	1,60 kN/mq
- carico permanente (*pavimento, massetto, soletta*)	2,00 kN/mq

Ai carichi precedenti devono essere aggiunti sulla dorsale della copertura (compuvio) i carichi delle apparecchiature meccaniche stimate pari a 150 kN complessivi. Nell'analisi di questi carichi, i valori di pressione esercitati dalla singola macchina sono 3.5 kN/mq (frigorifero), 2.00 kN/mq (UTA) e 8.50 kN/mq (Caldaia).

3.4.2 Azioni Sismiche

La valutazione delle azioni sismiche è effettuata nel rispetto delle Norme Tecniche per le costruzioni del 14/01/2008. L'azione sismica è stata calcolata sulla base dei seguenti parametri, secondo quanto previsto al paragrafo 2 delle NTC 2008:

- vita nominale: $V_N \geq 50$ anni per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale (2.4.1)

- classe d'uso: III per costruzioni con affollamenti (2.4.2);
- coefficiente d'uso: C_u = 2.0 (2.4.3);
- periodo di riferimento per l'azione sismica: [T_R=-V_R/ln(1-P_{VR})] (allegato A)

Stato limite considerato	P_{VR} Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	Tempo di ritorno
Stato limite di Operatività (SLO)	**81%**	**60 anni**
Stato limite di danno (SLD)	**63%**	**101 anni**
Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)	**10%**	**949 anni**
Stato limite di prevenzione del collasso (SLV)	5%	1950 anni

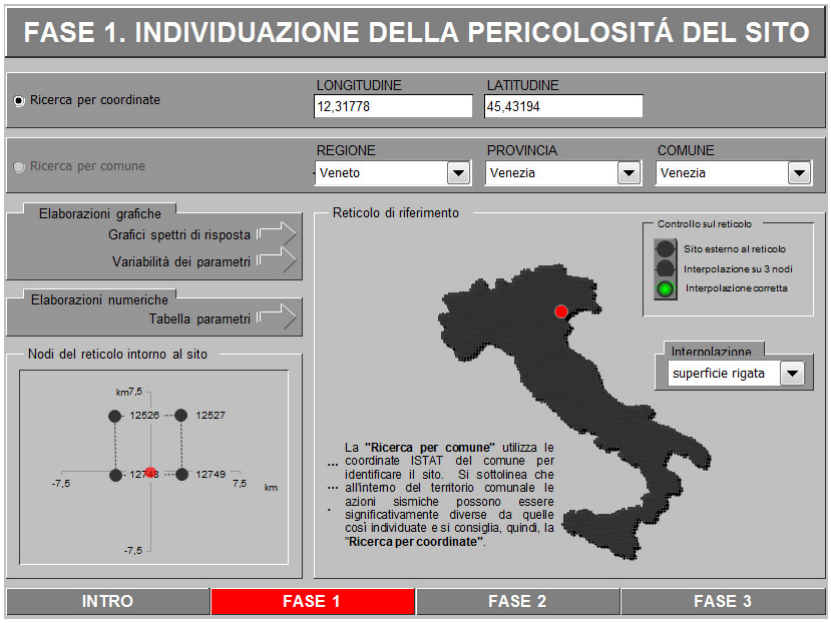
Il progetto di adeguamento è condotto per lo stato limite: *(§3.2.1)*

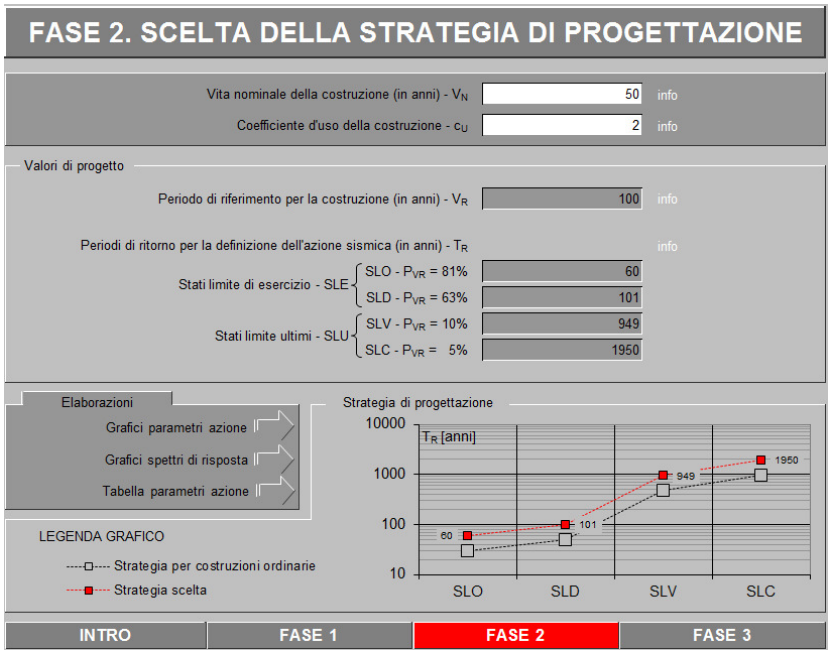
SLV, *la struttura deve conservare una resistenza e una rigidezza per azioni verticali e orizzontali*

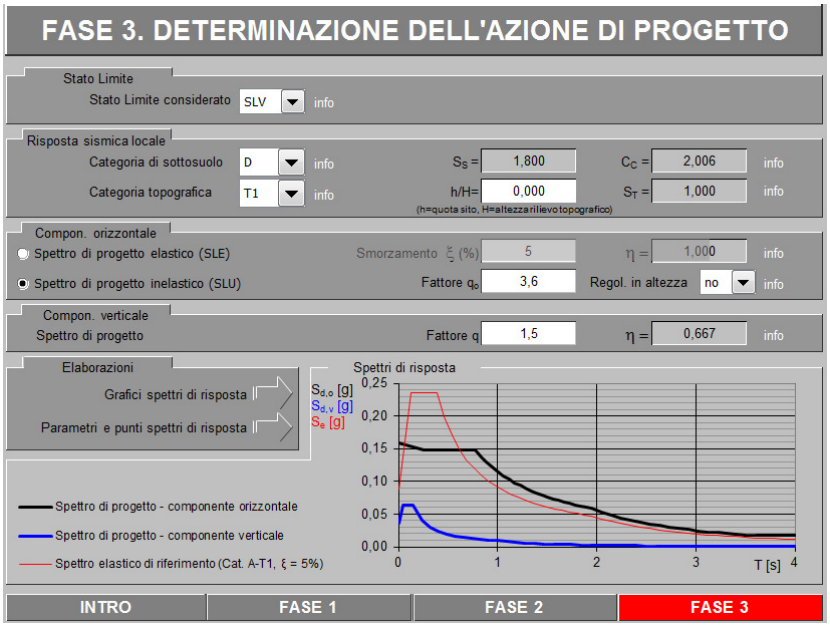
SLD, *la struttura subisce danni tali da non compromettere la sua capacità di resistenza e rigidezza*

SLO, *la struttura non deve subire danni e interruzioni d'uso significative*

A partire dalle coordinate del sito della costruzione (longitudine: **12.31778°** ; latitudine: **45.43194°**) e dai valori dei parametri sismici relativi ai nodi di un reticolo di riferimento fornito dalla Normativa, si sono determinati, utilizzando il programma in Excel "Spettri di Risposta ver. 1.0.3", i valori caratteristici per ogni stato limite di verifica.


FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÁ DEL SITO
Ricerca per coordinate
LONGITUDINE
12,31778
LATITUDINE
45,43194
Ricerca per comune
REGIONE
Veneto
PROVINCIA
Venezia
COMUNE
Venezia
Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri
Elaborazioni numeriche
Tabella parametri
Nodi del reticolo intorno al sito
km7,5
12526
12527
12748
12749
-7,5
7,5
km
-7,5
Reticolo di riferimento
Controllo sul reticolo
Sito esterno al reticolo
Interpolazione su 3 nodi
Interpolazione corretta
Interpolazione
superficie rigata
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3


FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE
Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N
50
info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U
2
info
Valori di progetto
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R
100
info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R
info
Stati limite di esercizio - SLE
SLO - P_{VR} = 81%
60
SLD - P_{VR} = 63%
101
Stati limite ultimi - SLU
SLV - P_{VR} = 10%
949
SLC - P_{VR} = 5%
1950
Elaborazioni
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione
Strategia di progettazione
T_R [anni]
10000
1000
100
10
60
101
949
1950
SLO
SLD
SLV
SLC
LEGENDA GRAFICO
Strategia per costruzioni ordinarie
Strategia scelta
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,089 g
F_o	2,664
T_C^*	0,388 s
S_S	1,800
C_C	2,006
S_T	1,000
q	2,880

Parametri dipendenti

S	1,800
η	0,347
T_B	0,260 s
T_C	0,779 s
T_D	1,954 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,159
T_B ←	0,260	0,147
T_C ←	0,779	0,147
	0,835	0,138
	0,891	0,129
	0,947	0,121
	1,003	0,115
	1,059	0,108
	1,115	0,103
	1,171	0,098
	1,227	0,094
	1,283	0,090
	1,339	0,086
	1,395	0,082
	1,450	0,079
	1,506	0,076
	1,562	0,073
	1,618	0,071
	1,674	0,069
	1,730	0,066
	1,786	0,064
	1,842	0,062
	1,898	0,060
T_D ←	1,954	0,059
	2,052	0,053
	2,149	0,049
	2,246	0,044
	2,344	0,041
	2,441	0,038
	2,539	0,035
	2,636	0,032
	2,734	0,030
	2,831	0,028
	2,928	0,026
	3,026	0,025
	3,123	0,023
	3,221	0,022
	3,318	0,020
	3,415	0,019
	3,513	0,018
	3,610	0,018
	3,708	0,018
	3,805	0,018
	3,903	0,018
	4,000	0,018

3.5 Combinazione delle azioni statiche

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.
Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{03} * Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.1)$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} * Q_{k2} + \psi_{03} * Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.2)$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G1 + G_2 + P + \psi_{11} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \psi_{23} * Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.3)$$

Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \psi_{23} * Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.4)$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.5)$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Qkj che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G2.

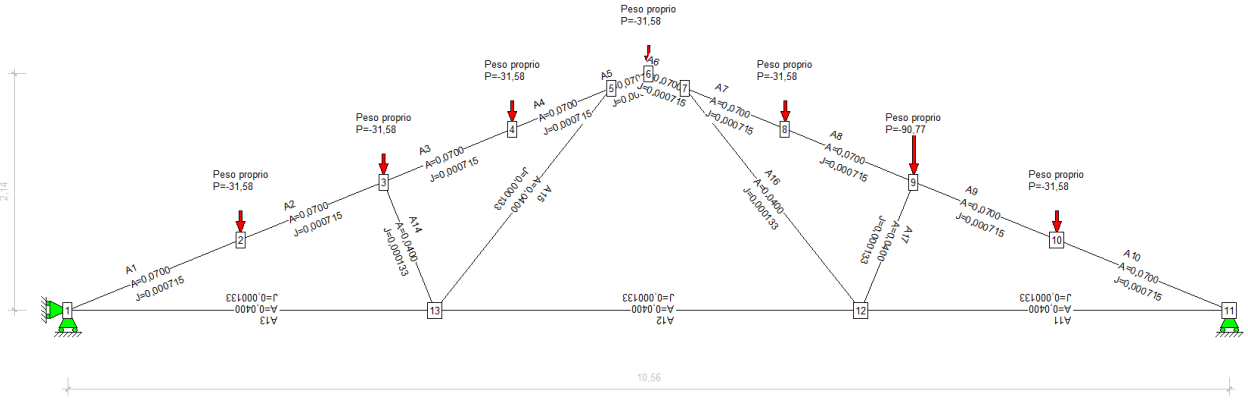
I valori dei coefficienti parziali di sicurezza Gi e Qj sono:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso >	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

3.6 Verifica Statica

3.6.1 Verifica reticolare copertura in c.a.

La reticolare di copertura in c.a. esistente ha lunghezza di calcolo di 10.56 m, con sezioni resistenti pari a circa 20x20 cm per tiranti e diagonali mentre 20x35 cm per i puntoni.



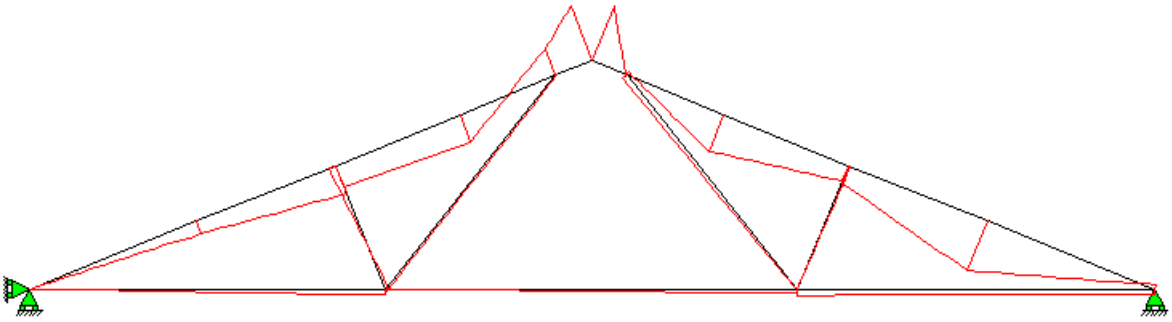
Forze 1: (neve)

(1.25*6.65) * (2.00*1.3+0.8*1.5) = 31.56 kN

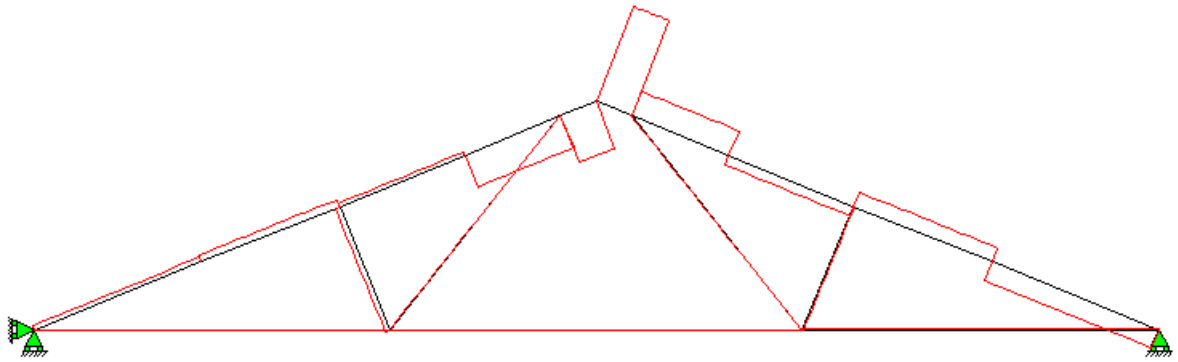
Forze 2: (soppalco tecnico)

(0.65*6.65) * [(2.00*1.3+0.8*1.5) + (2.50*1.3+8.50*1.5)] = 90.77 kN

asta	x	M	T	N
1	0,00	0,04	3,66	-253,00
	1,70	6,24	3,66	-253,00
2	0,00	6,24	5,32	-252,97
	1,40	13,69	5,32	-252,97
3	0,00	10,40	2,33	-245,16
	1,26	13,35	2,33	-245,16
4	0,00	13,35	-27,05	-233,15
	0,97	-12,97	-27,05	-233,15
5	0,00	-12,56	-39,28	-203,69
	0,36	-26,86	-39,28	-203,69
6	0,00	-26,86	79,04	-188,43
	0,35	1,18	79,04	-188,43
7	0,00	-1,38	19,96	-297,74
	0,98	18,23	19,96	-297,74
8	0,00	18,23	-8,32	-309,66
	1,26	7,71	-8,32	-309,66
9	0,00	8,64	11,32	-343,63
	1,40	24,49	11,32	-343,63
10	0,00	24,49	-15,66	-355,47
	1,70	-2,06	-15,66	-355,47
11	0,00	-2,06	-0,25	323,26
	3,35	-2,90	-0,25	323,26
12	0,00	-1,98	0,51	204,29
	3,87	0,00	0,51	204,29
13	0,00	-2,77	0,84	232,90
	3,34	0,04	0,84	232,90
14	0,00	3,29	-4,01	-28,48
	1,25	-1,74	-4,01	-28,48
15	0,00	-0,41	-0,24	35,05
	2,57	-1,04	-0,24	35,05
16	0,00	2,56	-0,73	126,00
	2,57	0,69	-0,73	126,00
17	0,00	-0,93	0,92	-106,65
	1,26	0,23	0,92	-106,65



Flessione



Taglio

La verifica della sezione del puntone da 20x35 cm è pari a (2 ϕ 16+2 ϕ 12) :

Geometria sezione:			Calcestruzzo:			Acciaio d'armo:			Coefficienti di sicurezza:			Azioni:			Verifica a Flessione		
b =	20	cm	R_{ck} =	25	MPa	F_{yk} =	450	MPa	γ_c =	1,50		M_{Ed} =	26,86	kN	D.M. 14/01/2008		
h =	35	cm	f_{ck} =	20,8	MPa	f_{yd} =	391	MPa	γ_s =	1,15					§ 4.1.2.1.2.4		
c =	2,0	cm	f_{cd} =	11,8	MPa				Posizione asse neutro:			x =	15,37	cm			
Armature:			n° barre	diametro	n° barre	diametro			Momento Resistente:								
A_s =	6,28	cmq	2	16	2	12			M_{Rd} =	66,01	kNm	>	M_{Ed} =	26,86	kN		ok

Geometria sezione:			Calcestruzzo:			Acciaio d'armo:			Coefficienti di sicurezza:			Azioni:			Verifica a Taglio		
b =	20	cm	R_{ck} =	25	MPa	F_{yk} =	390	MPa	γ_c =	1,50		V_{Ed} =	27,5	kN	D.M. 14/01/2008		
h =	35	cm	f_{ck} =	20,8	MPa	f_{yd} =	339	MPa	γ_s =	1,15		N_{Ed} =	0	kN	§ 4.1.2.1.3.1/2		
c =	2,0	cm	f_{cd} =	11,8	MPa				Staffatura:		n° braccia	diametro					
Armature:			n° barre	diametro	n° barre	diametro			A_s =	1,01	cmq	2	8	p_{asso} =	30,00	cm	
A_s =	6,28	cmq	2	16	2	12			θ =	45,00	°	inclinazione puntone calcestruzzo					
k =	1,78	ρ_1 =	0,010	v_{min} =	0,378	MPa	σ_{cp} =	0,01 MPa	α =	90,00	°						
altezza massima considerata per il taglio									Resistenza taglio trazione				Coeff. maggiorativo			Resistenza taglio calcestruz	
h_{taglio} =	33,00	cm							V_{Rsd} =	32,93	kN		α_c =	1		V_{Rcd} =	117,50 kN
Resistenza a taglio per elemento fessurato:									Resistenza a taglio								
V_{rd} =	38,13	kN	>	V_{Ed} =	27,50	kN		ok	V_{Rd} =	32,93	kN	>	V_{Ed} =	0,00	kN		no armatura a taglio

La verifica della sezione del tirante e diagonale è pari a (6ϕ16):

$$N_{Rd} = 6*2.01*339/10 = 408.8 \text{ kN} > 323.6 \text{ kN}$$

3.6.2 Verifica capriata copertura in legno

La capriata di copertura in legno esistente ha lunghezza di calcolo di 10.56 m, con sezioni resistenti pari a circa 25x25 cm. L'interasse di carico della capriata è pari a 3.35 m.

$$Q_{slu} = 3.35 * (2.00*1.3+0.8*1.5) = 12.73 \text{ kN/m}$$

PESO PROPRIO CAPRIATA

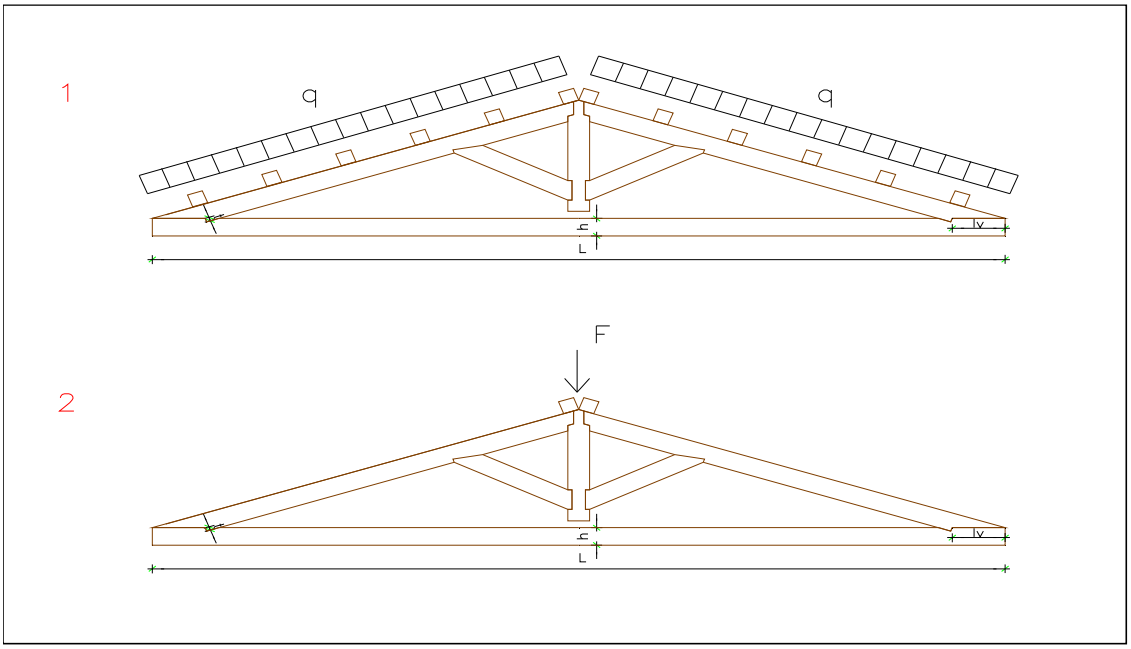
	base (m)	altezza (m)	γ (kN/m3)	lunghezza (m)	SLE (kN)	SLU (kN)	
puntone	0,25	0,25	4,00	11,37	2,84	3,98	
catena	0,25	0,25	4,00	10,56	2,64	3,70	
saette	0,25	0,25	4,00	1,96	0,49	0,69	
monaco	0,25	0,25	4,00	2,11	0,53	0,74	
				P =	**6,50**	**9,10**	**kN**

GEOMETRIA CAPRIATA

L =	10,56	m	luce capriata
i =	3,35	m	interasse
p =	40		pendenza
α =	21,80	°	angolo pendenza
h =	2,11	m	altezza
pf =	**1**		pressoflessione(1), compressione(0)

CARICHI E REAZIONI VINCOLARI (SLU)

F =	0,00	kN	forza concentrata
q =	12,73	kN/m	carico distribuito
R =	71,77	kN	reazione vincolare



MATERIALE:

tipologia legno:	C	lamellare(GL), massiccio[C]					
classe del legno:	24						
classe di servizio:	2						
f_{mk} =	350,0	MPa	f_{md} =	188,46	MPa		tensione di calcolo a flessione
$f_{t,0,k}$ =	14,0	MPa	$f_{t,0,d}$ =	7,54	MPa		tensione di calcolo a trazione //
$f_{t,90,k}$ =	0,4	MPa	$f_{t,90,d}$ =	0,22	MPa		tensione di calcolo a trazione T
$f_{c,0,k}$ =	21,0	MPa	$f_{c,0,d}$ =	11,31	MPa		tensione di calcolo a compressione //
$f_{c,90,k}$ =	5,3	MPa	$f_{c,90,d}$ =	2,85	MPa		tensione di calcolo a compressione T
$f_{v,k}$ =	2,5	MPa	$f_{v,d}$ =	1,35	MPa		tensione di calcolo a taglio
$E_{0,mean}$ =	11,00	Gpa	γ_M =	1,3			coeff. di sicurezza parziale per materiale
$E_{0,05}$ =	7,40	Gpa	k_{md} =	0,7			coeff. di correzione per lunga durata
E_{90mean} =	0,37	Gpa	k_m =	0,7			coeff. di ridistribuzione tensioni
G_{mean} =	0,69	Gpa					

PUNTONI

$N_{p,sd}$ =	193,23	kN	compressione sul puntone	<	N_{rd} =	706,73 kN
A =	625	cm^2	area della sezione resistente			
W_x =	2604	cm^3	modulo resistente			
J_x =	32552	cm^4	momento d'inerzia			
ρ_x =	7,22	cm	raggio giratore d'inerzia			
W_y =	2604	cm^3	modulo resistente			
J_y =	32552	cm^4	momento d'inerzia			
ρ_y =	7,22	cm	raggio giratore d'inerzia			
l_0 =	569	cm	lunghezza libera d'inflessione			
λ =	78,80		snellezza			
λ =	80		snellezza arrotondata in eccesso			
ω =	2,20		coefficiente d'instabilità per carico di punta			
x_1 =	190	cm	distanza nodo colmo-monacopuntone (l/3)			
x_2 =	379	cm	distanza nodo puntonecatena-monacopuntone (2l/3)			
M_{sd} =	17,15	kNm	momento flettente di calcolo	<	M_{rd} =	490,79 kNm
V_{sd} =	28,66	kN	taglio di calcolo	<	V_{rd} =	84,13 kN

verifica presso-flessionale (1), instabilità assiale (2), flessotorsionale (3):

1	0,07	+	0,03	=	0,11	<	1
2	0,19	+	0,03	=	0,22	<	1
3	0,27	+	-0,06	=	0,21	<	1

CATENA

$N_{c,sd}$ =	179,41	kN	trazione sulla catena	<	N_{rd} =	471,15 kN
A =	625	cm^2	area della sezione resistente			
W_x =	2604	cm^3	modulo resistente			
J_x =	32552	cm^4	momento d'inerzia			
M_{sd} =	4,88	kNm	momento flettente di calcolo	<	M_{rd} =	490,79 kNm
V_{sd} =	21,11	kN	taglio di calcolo	<	V_{rd} =	84,13 kN
f =	1,13	cm	deformazione massima in mezzeria SLE	<	L/300 =	3,52 xm
a =	25	cm	ampiezza appoggio della catena			
R_{sd} =	71,77	kN	reazione dell'appoggio (schiacciamento catena)	<	V_{rd} =	178,37 kN

3.6.3 Verifica solai in legno esistenti

Si esegue la verifica del solaio lato nord, in particolare delle travi in legno di sezione 25x25 cm a passo 42 cm con lunghezza 690 cm.

DATI GEOMETRICI

L - Luce di calcolo in pianta - [cm]	690	
H_y - Altezza sezione trave - [cm]	25	
B_x - Base sezione trave - [cm]	25	
H / B ≤ 4 (§ 7.7.7.2)	1,00	Verificato
A - Area - [cm^2]	625	
J_x - Momento d'Inerzia - [cm^4]	32552	
J_y - Momento d'Inerzia - [cm^4]	32552	
S_x - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	1953	
S_y - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	1953	
W_x - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	2604	
W_y - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	2604	
ρ_x - Raggio d'inerzia - [cm]	7,22	
ρ_y - Raggio d'inerzia - [cm]	7,22	

ANALISI DEI CARICHI

l - Interasse trave - [cm]	42,0			
p - pendenza della falda [%]	0,0			
pressoflessione (1) - flessione deviata (2)	1			
L - lunghezza libersa [cm]	690			
$G_{1,p.p.}$ - Peso Proprio Trave - [kN/m^2]	0,52			
$G_{2,peso.perm.}$ - Carico Permanente - [kN/m^2]	1,00	*tab.2.6.I*		
$G_{2,1}$ - Carico Permanente Totale - [kN/m^2]	**1,52**	*neve*	*media*	
γ_G - Coeff. sicurezza Azioni Permanenti	1,30	*vento*	*breve*	
$Q_{k,1}$ - Carico Variabile - [kN/m^2]	5,00	*tab.2.6.I*		
$Q_{k,2}$ - Carico Variabile - [kN/m^2]	0,00	*tab.2.5.I*		
γ_Q - Coeff. sicurezza Azioni Variabili	1,50			
ψ_{02} - Coeff. combinazione Azioni Variabili	0,60			

Tabella 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 4.4.I – Classi di durata del carico

Classe di durata del carico	Durata del carico	Esempi di carico
Permanente	*Più di 10 anni*	*Peso proprio*
Lunga durata	*6 mesi – 10 anni*	*Carichi di esercizio a deposito*
Media durata	*1 settimana – 6 mesi*	*Carichi di esercizio, neve*
Breve durata	*Meno di 1 settimana*	*Neve, vento*
Istantaneo		*Vento, sisma*

Tabella 4.4.V – *Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno*

Materiale	Riferimento		Classe di servizio 1	2	3
Legno massiccio	EN 14081-1		0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato	EN 14080		0,60	0,80	2,00
Compensato	EN 636	Parte 1	0,80	-	-
		Parte 2	0,80	1,00	-
		Parte 3	0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	2,25	-	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25	-
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parte 4	2,25	-	-
		Parte 5	2,25	3,00	-
		Parte 6	1,50	-	-
		Parte 7	1,50	2,25	-
Pannelli di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA	2,25	-	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	-
Pannelli di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	-
	EN 622-5	MDF.LA	2,25	-	-
		MDF.HLS	2,25	3,00	-

Per legno massiccio posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di k_{def} deve, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2,0.

DATI MATERIALE

Classe	C24	UNI-EN 338
Proprietà di resistenza		
$f_{m,k}$ - [MPa]	24	
$f_{t,0,k}$ - [MPa]	14	
$f_{t,90,k}$ - [MPa]	0,4	
$f_{c,0,k}$ - [MPa]	21	
$f_{c,90,k}$ - [MPa]	5,3	
$f_{v,k}$ - [MPa]	2,5	
Proprietà di rigidezza		
$E_{0,mean}$ - [MPa]	11000	
$E_{0,05}$ - [MPa]	7400	
$E_{90,mean}$ - [MPa]	370	
G_{mean} - [MPa]	690	
Massa Volumica		
ρ_k - [kN/mc]	3,5	
Classe di servizio		
classe di servizio	2	*tab.4.4.II*
$k_{mod,permente}$	0,60	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,lunga}$	0,70	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,media}$	0,80	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,breve}$	0,90	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,instantanea}$	1,00	*tab.4.4.IV*
Coefficiente parziale		
γ_M	1,45	*tab.4.4.III*
Coefficiente sezione		
k_m	0,70	*4.4.8.1.6*
Coefficiente deformazione		
k_{def}	0,80	*tab.4.4.V*

COMBINAZIONE SLU DI CARICO LINEARE parallelo

CDC 1: $(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q Q_{k,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,2})$*sen(α)*l - [kN/m]	0,00
CDC 2: $(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,1}+\gamma_Q Q_{k,2})$*sen(α)*l - [kN/m]	0,00

COMBINAZIONE SLU DI CARICO LINEARE perpendicolare

CDC 1: $[(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q Q_{k,1})$*cos(α)+$\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,2}]$*l - [kN/m]	3,98
CDC 2: $[(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,1})$*cos(a)+$\gamma_Q Q_{k,2}]$*l - [kN/m]	2,72

SOLLECITAZIONI *(trave su due appoggi con carico distribuito)*

N_d [kN]	$M_{d,x}$ [kNm]	$M_{d,y}$ [kNm]	$V_{d,x}$ [kN]	$V_{d,y}$ [kN]
0,00		0,00		0,00
0,00		0,00		0,00

N_d [kN]	$M_{d,x}$ [kNm]	$M_{d,y}$ [kNm]	$V_{d,x}$ [kN]	$V_{d,y}$ [kN]
	23,69		13,73	
	16,19		9,39	

SFORZO NORMALE *(§4.4.8.1.3 - §4.4.8.2.2)*

L - [cm]	690			
λ_x	96			
λ_y	96			
$\sigma_{c,crit,x}$ - [MPa]	7,99			
$\sigma_{c,crit,y}$ - [MPa]	7,99			
$\lambda_{rel,x}$	1,62	*4.4.14*		
$\lambda_{rel,x}$	1,62	*4.4.14*		
β_c	0,20	*§4.4.8.2.2*		
k_x	1,93	*4.4.16*		
k_y	1,93	*4.4.16*		
k_{cx}	0,23	*4.4.15*		
k_{cy}	0,23	*4.4.15*		
$f_{c,0,k}$ - [MPa]	21,00			
k_{mod}	0,90	*breve*		
γ_M	1,45			
$f_{c,0,d}$ - [MPa]	13,03			
N_d [kN]	0,00			
A - Area - [cm^2]	625			
$\sigma_{c,0,d}$ - [MPa]	**0,000**	<	$f_{c,0,d}$	*4.4.3*
k_c * $f_{c,0,d}$ - [MPa]	2,93			
$\sigma_{c,0,d}$ / k_c * $f_{c,0,d}$ *(instabilità di colonna)*	**0,000**	<	**1**	*4.4.13*

TAGLIO *(§4.4.8.1.9)*

$V_{d,x}$ [kN]	13,73			
$V_{d,y}$ [kN]	0,00			
$f_{v,k}$ - [MPa]	2,5			
k_{mod}	0,8	*media*		
γ_M	1,45			
$f_{v,d}$ - [MPa]	1,38			
H_y - [cm]	25			
B_x - [cm]	25			
J_x - [cm^4]	32552			
J_y - [cm^4]	32552			
S_x - [cm^3]	1953			
S_y - [cm^3]	1953			
$\tau_{d,x}$ - [MPa]	**0,330**	<	$f_{v,d}$	*4.4.8*
$\tau_{d,y}$ - [MPa]	**0,000**	<	$f_{v,d}$	*4.4.8*
$\tau_{d,x}/f_{v,d}$	0,24			
$\tau_{d,y}/f_{v,d}$	0,00			
$(\tau_{d,x}/f_{v,d})^2+(\tau_{d,y}/f_{v,d})^2$	**0,057**	<	**1**	

Coefficienti Deformazione

	5
	384

FLESSIONE *(§4.4.8.1.6)*

$M_{d,x}$ [kNm]	23,69			
$M_{d,y}$ [kNm]	0,00			
$f_{m,k}$ - [MPa]	24			
k_{mod}	0,8	*media*		
γ_M	1,45			
$f_{m,d}$ - [MPa]	13,24			
W_x - [cm^3]	2604			
W_y - [cm^3]	2604			
$\sigma_{m,d,x}$ - [MPa]	9,10			
$\sigma_{m,d,y}$ - [MPa]	0,00			
$\sigma_{m,d,x}$ / $f_{m,d}$	**0,687**	<	**1**	
$\sigma_{m,d,y}$ / $f_{m,d}$	**0,000**	<	**1**	
FLESSIONE *DEVIATA (§4.4.8.1.6)*				
$\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}$	**0,687**	<	**1**	*4.4.5a*
$\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}$	**0,481**	<	**1**	*4.4.5b*
PRESSOFLESSIONE *DEVIATA (§4.4.8.1.8)*				
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}$	**0,687**	<	**1**	*4.4.7a*
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}$	**0,481**	<	**1**	*4.4.7a*

Limiti deformazioni

f_{ist}	L/200
f_{lim}	L/250

COMBINAZIONE SLE DI CARICO LINEARE

ψ_{11} - Coeff. sicurezza Azioni frequenti	0,20	*tab.2.5.I*
ψ_{21} - Coeff. sicurezza Azioni quasi permanenti	0,00	*tab.2.5.I*
$q_{d,rara}$ = $(G_{2,1}+Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	2,74	
$q_{d,freq}$ = $(G_{2,1}+\psi_{11}Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	1,06	
$q_{d,quasi\ perm}$ = $(G_{2,1}+\psi_{21}Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	0,64	

DEFORMAZIONI Istantanee

$u_{inst,r,T}$ - [cm]	2,26
$u_{inst,f,T}$ - [cm]	0,87
$u_{inst,qp,T}$ - [cm]	0,53

DEFORMAZIONE finale

u_{fin} - [cm]	2,68

DEFORMAZIONI Istantanee

$u_{inst,r,T}$ / f_{lim}	0,65	<	1
$u_{inst,f,T}$ / f_{lim}	0,25	<	1
$u_{inst,qp,T}$ / f_{lim}	0,15	<	1
u_{fin} / f_{lim}	0,97	<	1

Allo stesso modo si esegue la verifica del solaio lato nord, in particolare delle travi in legno di sezione 25x25 cm a passo 42 cm con lunghezza 500 cm.

DATI GEOMETRICI

L - Luce di calcolo in pianta - [cm]	500	
H_y - Altezza sezione trave - [cm]	25	
B_x - Base sezione trave - [cm]	25	
H / B ≤ 4 (§ 7.7.7.2)	1,00	Verificato
A - Area - [cm^2]	625	
J_x - Momento d'Inerzia - [cm^4]	32552	
J_y - Momento d'Inerzia - [cm^4]	32552	
S_x - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	1953	
S_y - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	1953	
W_x - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	2604	
W_y - Modulo resistenza flessione - [cm^3]	2604	
ρ_x - Raggio d'inerzia - [cm]	7,22	
ρ_y - Raggio d'inerzia - [cm]	7,22	

ANALISI DEI CARICHI

I - Interasse trave - [cm]	42,0		
p - pendenza della falda [%]	0,0		
pressoflessione (1) - flessione deviata (2)	1		
L - lunghezza libersa [cm]	500		
$G_{1,p.p.}$ - Peso Proprio Trave - [kN/m^2]	0,52		
$G_{2,peso.perm}$ - Carico Permanente - [kN/m^2]	1,00	*tab.2.6.I*	
$G_{2,1}$ - Carico Permanente Totale - [kN/m^2]	**1,52**	*neve*	*media*
γ_G - Coeff. sicurezza Azioni Permanenti	1,30	*vento*	*breve*
$Q_{k,1}$ - Carico Variabile - [kN/m^2]	5,00	*tab.2.6.I*	
$Q_{k,2}$ - Carico Variabile - [kN/m^2]	0,00	*tab.2.5.I*	
γ_Q - Coeff. sicurezza Azioni Variabili	1,50		
ψ_{02} - Coeff. combinazione Azioni Variabili	0,60		

Tabella 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 4.4.I – Classi di durata del carico

Classe di durata del carico	Durata del carico	Esempi di carico
Permanente	*Più di 10 anni*	*Peso proprio*
Lunga durata	*6 mesi – 10 anni*	*Carichi di esercizio a deposito*
Media durata	*1 settimana – 6 mesi*	*Carichi di esercizio, neve*
Breve durata	*Meno di 1 settimana*	*Neve, vento*
Istantaneo		*Vento, sisma*

Tabella 4.4.V – *Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno*

Materiale	Riferimento		Classe di servizio 1	2	3
Legno massiccio	EN 14081-1		0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato	EN 14080		0,60	0,80	2,00
Compensato	EN 636	Parte 1	0,80	-	-
		Parte 2	0,80	1,00	-
		Parte 3	0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	2,25	-	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25	-
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parte 4	2,25	-	-
		Parte 5	2,25	3,00	-
		Parte 6	1,50	-	-
		Parte 7	1,50	2,25	-
Pannelli di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA	2,25	-	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	-
Pannelli di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	-
	EN 622-5	MDF.LA	2,25	-	-
		MDF.HLS	2,25	3,00	-

Per legno massiccio posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di k_{def} deve, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2,0.

DATI MATERIALE

Classe	C24	UNI-EN 338
Proprietà di resistenza		
$f_{m,k}$ - [MPa]	24	
$f_{t,0,k}$ - [MPa]	14	
$f_{t,90,k}$ - [MPa]	0,4	
$f_{c,0,k}$ - [MPa]	21	
$f_{c,90,k}$ - [MPa]	5,3	
$f_{v,k}$ - [MPa]	2,5	
Proprietà di rigidezza		
$E_{0,mean}$ - [MPa]	11000	
$E_{0,05}$ - [MPa]	7400	
$E_{90,mean}$ - [MPa]	370	
G_{mean} - [MPa]	690	
Massa Volumica		
ρ_k - [kN/mc]	3,5	
Classe di servizio		
classe di servizio	2	*tab.4.4.II*
$k_{mod,permente}$	0,60	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,lunga}$	0,70	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,media}$	0,80	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,breve}$	0,90	*tab.4.4.IV*
$k_{mod,instantanea}$	1,00	*tab.4.4.IV*
Coefficiente parziale		
γ_M	1,45	*tab.4.4.III*
Coefficiente sezione		
k_m	0,70	*4.4.8.1.6*
Coefficiente deformazione		
k_{def}	0,80	*tab.4.4.V*

COMBINAZIONE SLU DI CARICO LINEARE parallelo

CDC 1: $(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q Q_{k,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,2})$*sen(α)*l - [kN/m]	0,00
CDC 2: $(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,1}+\gamma_Q Q_{k,2})$*sen(α)*l - [kN/m]	0,00

COMBINAZIONE SLU DI CARICO LINEARE perpendicolare

CDC 1: $[(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q Q_{k,1})$*cos(α)+$\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,2}]$*l - [kN/m]	3,98
CDC 2: $[(\gamma_G G_{2,1}+\gamma_Q \psi_{02} Q_{k,1})$*cos(a)+$\gamma_Q Q_{k,2}]$*l - [kN/m]	2,72

SOLLECITAZIONI *(trave su due appoggi con carico distribuito)*

N_d [kN]	$M_{d,x}$ [kNm]	$M_{d,y}$ [kNm]	$V_{d,x}$ [kN]	$V_{d,y}$ [kN]
0,00		0,00		0,00
0,00		0,00		0,00

N_d [kN]	$M_{d,x}$ [kNm]	$M_{d,y}$ [kNm]	$V_{d,x}$ [kN]	$V_{d,y}$ [kN]
	12,44		9,95	
	8,50		6,80	

SFORZO NORMALE *(§4.4.8.1.3 - §4.4.8.2.2)*

L - [cm]	500			
λ_x	69			
λ_y	69			
$\sigma_{c,crit,x}$ - [MPa]	15,22			
$\sigma_{c,crit,y}$ - [MPa]	15,22			
$\lambda_{rel,x}$	1,17	*4.4.14*		
$\lambda_{rel,x}$	1,17	*4.4.14*		
β_c	0,20	*§4.4.8.2.2*		
k_x	1,26	*4.4.16*		
k_y	1,26	*4.4.16*		
k_{cx}	0,34	*4.4.15*		
k_{cy}	0,34	*4.4.15*		
$f_{c,0,k}$ - [MPa]	21,00			
k_{mod}	0,90	*breve*		
γ_M	1,45			
$f_{c,0,d}$ - [MPa]	13,03			
N_d [kN]	0,00			
A - Area - [cm^2]	625			
$\sigma_{c,0,d}$ - [MPa]	**0,000**	<	$f_{c,0,d}$	*4.4.3*
k_c * $f_{c,0,d}$ - [MPa]	4,38			
$\sigma_{c,0,d}$ / k_c * $f_{c,0,d}$ *(instabilità di colonna)*	**0,000**	<	**1**	*4.4.13*

TAGLIO *(§4.4.8.1.9)*

$V_{d,x}$ [kN]	9,95			
$V_{d,y}$ [kN]	0,00			
$f_{v,k}$ - [MPa]	2,5			
k_{mod}	0,8	*media*		
γ_M	1,45			
$f_{v,d}$ - [MPa]	1,38			
H_y - [cm]	25			
B_x - [cm]	25			
J_x - [cm^4]	32552			
J_y - [cm^4]	32552			
S_x - [cm^3]	1953			
S_y - [cm^3]	1953			
$\tau_{d,x}$ - [MPa]	**0,239**	<	$f_{v,d}$	*4.4.8*
$\tau_{d,y}$ - [MPa]	**0,000**	<	$f_{v,d}$	*4.4.8*
$\tau_{d,x}/f_{v,d}$	0,17			
$\tau_{d,y}/f_{v,d}$	0,00			
$(\tau_{d,x}/f_{v,d})^2+(\tau_{d,y}/f_{v,d})^2$	**0,030**	<	**1**	

Coefficienti Deformazione

	5
	384

FLESSIONE *(§4.4.8.1.6)*

$M_{d,x}$ [kNm]	12,44			
$M_{d,y}$ [kNm]	0,00			
$f_{m,k}$ - [MPa]	24			
k_{mod}	0,8	*media*		
γ_M	1,45			
$f_{m,d}$ - [MPa]	13,24			
W_x - [cm^3]	2604			
W_y - [cm^3]	2604			
$\sigma_{m,d,x}$ - [MPa]	4,78			
$\sigma_{m,d,y}$ - [MPa]	0,00			
$\sigma_{m,d,x}$ / $f_{m,d}$	**0,361**	<	**1**	
$\sigma_{m,d,y}$ / $f_{m,d}$	**0,000**	<	**1**	
FLESSIONE *DEVIATA (§4.4.8.1.6)*				
$\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}$	**0,361**	<	**1**	*4.4.5a*
$\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}$	**0,253**	<	**1**	*4.4.5b*
PRESSOFLESSIONE *DEVIATA (§4.4.8.1.8)*				
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}$	**0,361**	<	**1**	*4.4.7a*
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+\sigma_{m,d,y}/f_{m,d}+k_m*\sigma_{m,d,x}/f_{m,d}$	**0,253**	<	**1**	*4.4.7a*

Limiti deformazioni

f_{ist}	L/200
f_{lim}	L/250

COMBINAZIONE SLE DI CARICO LINEARE

ψ_{11} - Coeff. sicurezza Azioni frequenti	0,20	*tab.2.5.I*
ψ_{21} - Coeff. sicurezza Azioni quasi permanenti	0,00	*tab.2.5.I*
$q_{d,rara}$ = $(G_{2,1}+Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	2,74	
$q_{d,freq}$ = $(G_{2,1}+\psi_{11} Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	1,06	
$q_{d,quasi\ perm}$ = $(G_{2,1}+\psi_{21} Q_{k,1})$*cos(α)*l - [kN/m]	0,64	

DEFORMAZIONI Istantanee

$u_{inst,r,T}$ - [cm]	0,62
$u_{inst,f,T}$ - [cm]	0,24
$u_{inst,qp,T}$ - [cm]	0,15

DEFORMAZIONE finale

u_{fin} - [cm]	0,74

DEFORMAZIONI Istantanee

$u_{inst,r,T}$ / f_{lim}	0,25	<	1
$u_{inst,f,T}$ / f_{lim}	0,10	<	1
$u_{inst,qp,T}$ / f_{lim}	0,06	<	1
u_{fin} / f_{lim}	0,37	<	1

3.6.4 Verifica sostituzione muratura portante piano primo e secondo (porte)

L'apertura di nuove porte sulla muratura, impone l'utilizzo di un' architrave in sostituzione. Analizziamo il caso dell'apertura di 3.00 m.

Analisi dei carichi:

q =	44,00	kN/m
p.p. =	0,40	kN/m
	44,40	kN/m

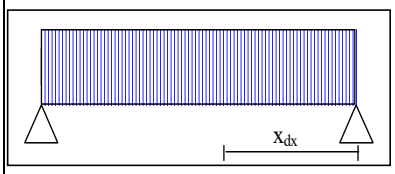
Carichi:

Q =	5,00	kN/mq
G =	1,00	kN/mq

tensioni SLU:

f_d =	275	MPa
E_s =	206000	MPa

schema:



IPE 240

caratteristiche sezione:

A =	39,1	cm^2
P =	0,307	kN/m
W_x =	324	cm^3
W_y =	47	cm^3
J_x =	3892	cm^4
J_y =	284	cm^4
ρ_x =	9,97	cm
ρ_y =	2,69	cm
l_0 =	3,45	m
λ =	128,3	
ω =	1	

geometria:

L =	345,0	cm
trave inclinata	no	
trave in falda	si	
p =	0	%
i =	500,0	cm

$q_{parallelo}$ =	0,00	kNm
$q_{normale}$ =	44,40	kNm

sollecitazioni:

N_{sd} =	0,00	kN	
$M_{sd,x}$ =	66,06	kNm	trave inclinata
$M_{sd,y}$ =	0,00	kNm	
T_{sd} =	76,59	kN	

Sezione a taglio

s_a =	0,62	cm
h =	24,0	cm

Caretteristiche resistenziali:

N_{rd} =	1075,25	kN	OK
$M_{rd,x}$ =	89,10	kNm	OK
$M_{rd,y}$ =	13,01	kNm	OK
T_{rd} =	409,20	kN	OK

deformazione

		L/300	
	J >	2360	cm^4
Vert.	5	384	

flessione

W >	240	cm^3

verifica presso-flessione

0,00	+	0,74	+	0,00	=	**0,74**	MPa	< 1

verifica flessione-deviata

0,74	+	0,00			=	**0,74**	MPa	< 1

coeff. α = 1 β = 1

deformazioni:

f =	**0,697**	cm	=	L/495	<	1,15	cm

3.6.5 Verifica sostituzione muratura portante piano primo e secondo (varchi)

L'apertura di nuovi spazi impone la sostituzione della muratura con un' architrave. Analizziamo il caso dell'apertura di 7.70 m. Utilizzando due profili L150x300x20.

Analisi dei carichi:

q =	6,65	kN/m
p.p. =	1,08	kN/m
	7,73	kN/m

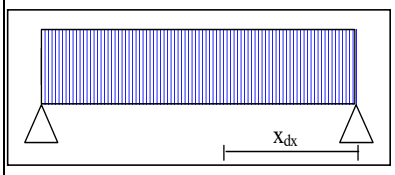
Carichi:

Q =	0,80	kN/mq
G =	2,00	kN/mq

tensioni SLU:

f_d =	275	MPa
E_s =	206000	MPa

schema:



L150x300x20

caratteristiche sezione:

A =	106	cm^2
P =	0,834	kN/m
W_x =	895	cm^3
W_y =	488	cm^3
J_x =	9811	cm^4
J_y =	1686	cm^4
ρ_x =	9,60	cm
ρ_y =	3,90	cm
l_0 =	8,10	m
λ =	207,7	
ω =	1	

geometria:

L =	810,0	cm
trave inclinata	no	
trave in falda	si	
p =	0	%
i =	175,0	cm

$q_{parallelo}$ =	0,00	kNm
$q_{normale}$ =	7,73	kNm

sollecitazioni:

N_{sd} =	0,00	kN	
$M_{sd,x}$ =	63,43	kNm	trave inclinata
$M_{sd,y}$ =	0,00	kNm	
T_{sd} =	31,32	kN	

Sezione a taglio

s_a =	2,00	cm
h =	25,0	cm

Caretteristiche resistenziali:

N_{rd} =	2915,00	kN	OK
$M_{rd,x}$ =	246,13	kNm	OK
$M_{rd,y}$ =	134,20	kNm	OK
T_{rd} =	1375,00	kN	OK

deformazione

		L/300	
	J >	5778	cm^4
Vert.	5	384	

flessione

W >	231	cm^3

verifica presso-flessione

0,00	+	0,26	+	0,00	=	**0,26**	MPa	< 1

verifica flessione-deviata

0,26	+	0,00			=	**0,26**	MPa	< 1

coeff. α = 1 β = 1

deformazioni:

f =	**1,590**	cm	=	L/509	<	2,70	cm

Si valuta anche il caso di due profili IPE270.

Analisi dei carichi:

q =	6,65	kN/m
p.p. =	0,47	kN/m
	7,12	kN/m

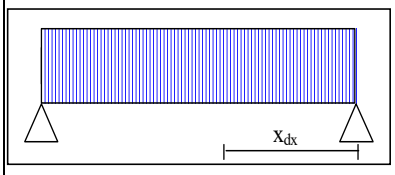
Carichi:

Q =	0,80	kN/mq
G =	2,00	kN/mq

tensioni SLU:

f_d =	275	MPa
E_s =	206000	MPa

schema:



IPE 270

caratteristiche sezione:

A =	45,9	cm^2
P =	0,361	kN/m
W_x =	429	cm^3
W_y =	62	cm^3
J_x =	5790	cm^4
J_y =	420	cm^4
ρ_x =	11,20	cm
ρ_y =	3,02	cm
l_0 =	8,10	m
λ =	268,2	
ω =	1	

geometria:

L =	810,0	cm
trave inclinata	no	
trave in falda	si	
p =	0	%
i =	175,0	cm

$q_{parallelo}$ =	0,00	kNm
$q_{normale}$ =	7,12	kNm

sollecitazioni:

N_{sd} =	0,00	kN	
$M_{sd,x}$ =	58,39	kNm	trave inclinata
$M_{sd,y}$ =	0,00	kNm	
T_{sd} =	28,83	kN	

Sezione a taglio

s_a =	0,66	cm
h =	27,0	cm

deformazione

	L/300	
J >	5302	cm^4
Vert. 5	384	

flessione

W >	212	cm^3

Caretteristiche resistenziali:

N_{rd} =	1262,25	kN	OK
$M_{rd,x}$ =	117,98	kNm	OK
$M_{rd,y}$ =	17,11	kNm	OK
T_{rd} =	490,05	kN	OK

verifica presso-flessione

0,00	+	0,49	+	0,00	=	**0,49**	MPa	< 1

verifica flessione-deviata

0,49	+	0,00			=	**0,49**	MPa	< 1

coeff. α = 1 β = 1

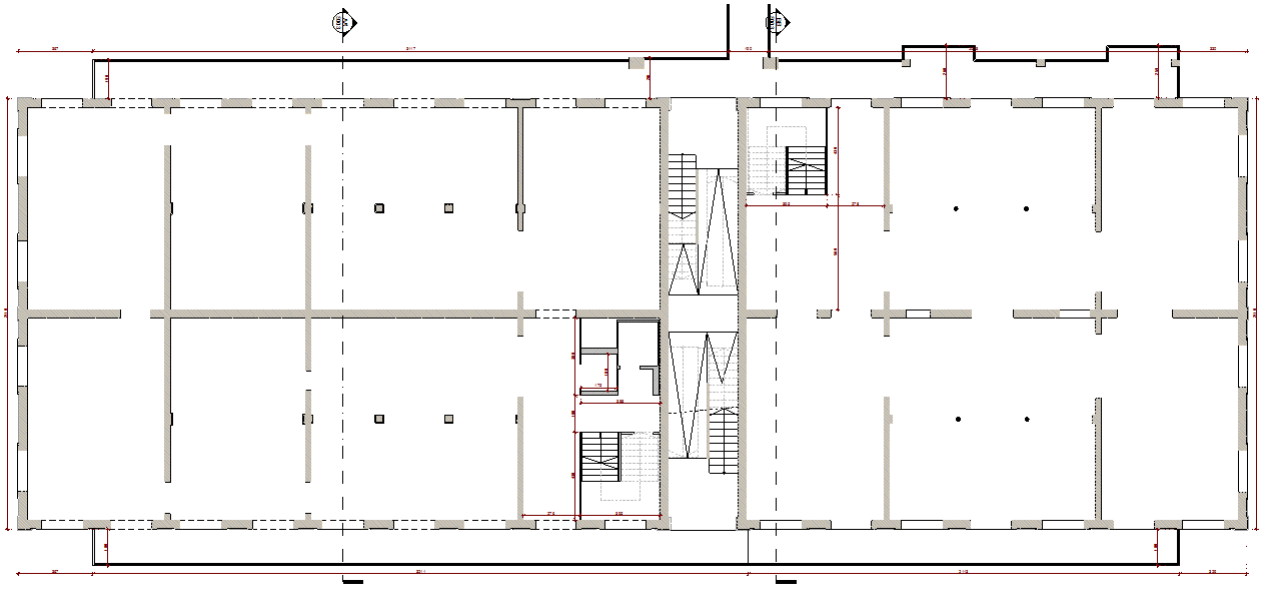
deformazioni:

f =	**2,472**	cm	=	L/328	<	2,70	cm

3.7 Verifica Sismica

L'edificio nel suo complesso ha un comportamento scatolare vista la buona presenza in pianta di muratura in laterizio pieno a tre teste. Inoltre la distribuzione dei setti, vede setti legati perpendicolari tra loro ad una distanza pari al massimo al doppio dell'altezza. Per tale motivo si giustifica il comportamento scatolare del complesso edilizio.

L'analisi sismica di verifica in fase preliminare consiste nel verificare il tagliante alla base della muratura (il comportamento scatolare evita stati flessionali inducendo la trasmissione rigida del tagliante alla base).



Nella verifica sommaria delle masse si sono considerati i fori finestra e porte completamenti pieni, valutando in questo modo a favore della sicurezza la massa dello stabile.

copertura	60	ml	x	21	m	=	1260	mq	x	0,80	kN/mq	=	1008,00 kN
muratura piano secondo	300	ml	x	0,375	m	=	112,5	mq	x	4,55 m x	20	kN/mc	=	10237,50 kN
solaio in c.a.	35	ml	x	21	m	=	735	mq	x	3,75	kN/mq	=	2756,25 kN
solaio in legno	25	ml	x	21	m	=	525	mq	x	0,20	kN/mq	=	105,00 kN
muratura piano primo	300	ml	x	0,375	m	=	112,5	mq	x	4,55 m x	20	kN/mc	=	10237,50 kN
solaio in c.a.	35	ml	x	21	m	=	735	mq	x	3,75	kN/mq	=	2756,25 kN
solaio in legno	25	ml	x	21	m	=	525	mq	x	0,20	kN/mq	=	105,00 kN
muratura piano terra	300	ml	x	0,375	m	=	112,5	mq	x	4,55 m x	20	kN/mc	=	10237,50 kN
													37443,00 kN

Il calcolo del primo periodo di vibrazione e del relativo componente sismico è pari a:

a_g/g	0,089	*acc. Al suolo*	
C_1	0,05	*coeff. Struttura*	
H	13,5	*altezza*	
T_1	0,352	*1° periodo*	$T_1=C_1*H^{3/4}$
S	1,8	*suolo-topografia*	
T_B	0,26	*periodo acc. cost.*	
T_C	0,779	*periodoo vel. cost.*	
η	1	*fatt. smorzamento*	
F_0	2,664	*amplif. per suolo*	
q	3,6	*fattore di struttura*	
S_d (T)	**0,12**	*spettro risposta*	

La forza totale tagliante al piede della muratura per effetto del sisma di progetto è pari a:

$$F_{Ed} = 37443{,}00 \times 0{,}12 = 4438{,}79 \text{ kN}$$

Considerando le due direzioni principali dello stabile (X e Y), la distribuzione della superficie di muratura è abbastanza simile in quanto lungo X abbiamo 3 setti da 48.6 m (147 ml * 0.375 = 67.5 mq), mentre lungo Y abbiamo 9 setti da 17 m (153 ml * 0.375 = 57.3 mq).
La verifica viene condotta per la direzione con minore area resistente (Y).

$$F_{Rd} = 0{,}09 \times 57{,}30 \times 1000{,}00 = 4870{,}50 \text{ kN}$$

Questo valore resistente è maggiore del valore sollecitante.

3.8 Indicazioni per il progetto definitivo – esecutivo

Per poter procedere alla fase di progettazione definitiva – esecutiva, si rende necessaria una campagna d'indagini specialistica conoscitiva. Le indagini saranno condotte con tecniche conservative e con tecniche distruttive. A seguire si elencano gli esami necessari all'individuazione delle caratteristiche meccaniche delle strutture esistenti:

- Relazione geologica – geotecnica secondo normativa vigente del terreno di fondazione;
- scavo per l'individuazione del sistema fondazionale comprensivo delle sue dimensioni geometriche;
- prove con martinetti piatti e Shave Test sulle murature in laterizio pieno;
- carbonatazione, pacometria, pull-out, provini cilindrici e prelievo di barre d'armatura sulle strutture in c.a.;
- saggi sui cordoli in corrispondenza dei solai.

Alla campagna d'indagine precedente si affianca la ricerca storica della costruzione.

4 Impianti Meccanici

4.1 Riferimenti legislativi e normativi

Le principali fonti legislative (e s.m.i.) che regolano la progettazione e la realizzazione degli impianti meccanici sono le seguenti:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547, “norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”, s.m.i.;
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, “norme in materia ambientale”;
- D.P.C.M. 1 marzo 1991: “limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;
- D.M. 18/12/1975 Norme tecniche relative all’edilizia scolastica;
- D.M. 01.12.75: “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione”;
- D.M. 37/2008: “Norme sugli impianti”;
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 e regolamenti attuativi: Norme per l’attuazione del piano energetico nazionale, s.m.i.;
- attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- disposizioni dei Vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- norme CEI per tutta la parte elettrica degli impianti;
- norme e prescrizioni dell’INAIL
- norme UNI.

4.2 Descrizione caratteristiche materiali

4.2.1 Caldaie a condensazione modulari da esterno

Generatore termico modulare costituito da singoli moduli di categoria II2N3P, omologati per il funzionamento a gas metano secondo EN 437, grado di protezione IP 4XD secondo EN 60529. Classe NO_X: 5. Classificazione 92/42 CE: 4 stelle. Potenzialità focolare circa 280 kW.

4.2.2 Gruppo frigorifero in pompa di calore reversibile

Gruppo frigo in pompa di calore reversibile ad alta efficienza energetica, con compressori a vite e scambiatore a fascio tubiero, dotato di batterie condensanti a microcanali, ventilatori assiali. Completo di organi di regolazione e sicurezza. Versione con recupero parziale di calore tramite desurriscaldatore. Funzionamento con refrigerante R134a. Potenza frigorifera pari a circa 850 kW con E.E.R.=2,96. Potenza termica circa 867 kW con C.O.P.=3,29.

4.2.3 UTA Immissione

Unità di trattamento aria da esterno realizzata con doppia pannellatura di spessore 50 mm, struttura portante realizzata in profilati in lega di alluminio. Ventilatori centrifughi a doppia aspirazione a pale avanti o rovesce. Completa di filtri aria, eventuali silenziatori, batteria calda/fredda, batteria di recupero termico, sezione di umidificazione e batteria di post-riscaldamento. Portata aria immissione circa 22.000 mc/h.

4.2.4 UTA Espulsione

Unità di trattamento aria da esterno realizzata con doppia pannellatura di spessore 50 mm, struttura portante realizzata in profilati in lega di alluminio. Ventilatori centrifughi a doppia aspirazione a pale avanti o rovesce. Completa di filtri aria, batteria di recupero termico. Portata aria espulsione circa 22.000 mc/h.

4.2.5 Gruppo termodinamico di recupero

Gruppo idronico di recupero termodinamico di tipo reversibile in pompa di calore progettato per essere accoppiato ad unità di trattamento aria dotate di batterie di recupero lato espulsione e lato presa aria esterna.

Dotato di compressori ermetici di tipo “scroll” funzionanti con refrigerante R410A. Potenza termica resa nominale di circa 150 kW con un C.O.P.=5,7.

4.2.6 Unità termoventilanti

Unità termoventilanti con struttura autoportante realizzata con pannelli sandwich dello spessore 15 mm con interposto poliuretano iniettato (densità 40 kg/m^3). I pannelli di aspirazione e di mandata sono equipaggiati di flangia per il raccordo agli eventuali canali d’aria. Installazione verticale o orizzontale. Filtrazione dell’aria affidata a filtri classe G4 secondo EN779 (spessore 50mm) di serie posizionati in aspirazione. Ventilatori centrifughi a doppia aspirazione a pale avanti con motore direttamente accoppiato. Il motore, monofase 230V-50Hz, è plurivelocità, di cui tre selezionabili attraverso il pannello di comando. Completa di vasca di raccolta condensa e batterie a 3, 4 e 6 ranghi alimentabili ad acqua calda o refrigerata, realizzate in tubo di rame con alettatura in alluminio bloccata mediante espansione meccanica dei tubi. Vengono forniti a corredo i manicotti filettati per gli allacciamenti idraulici e la valvola di sfiato dell’aria. Disponibile anche in versione con batteria di post-riscaldamento ad acqua. Portata aria di circa 2.000 mc/h.

4.2.7 Scaldacqua in pompa di calore

Scaldacqua per servizi igienici ad accumulo in pompa di calore, capacità 80 litri con range di lavoro in pompa di calore da T=-5°C a T=42°C dell’aria esterna, funzionamento con gas refrigerante R134a, condensatore avvolto alla caldaia, resistenza elettrica integrativa da 1200 W, display LCD, anodo attivo e anodo in magnesio. C.O.P. =2,15 con potenza assorbita media di 250 W.

4.2.8 Termoarredo elettrico

Termoarredo elettrico in acciaio tubolare per installazione verticale in parte con coloritura a base di polveri epossidiche, completo di liquido termovettore, mensoline di fissaggio della stessa linea del termoarredo, cronotermostato ambiente integrato.

4.2.9 Elettroventilatori estrazione centralizzati

Elettroventilatore centrifugo di estrazione aria in lamiera d'acciaio zincata con cassone insonorizzato (isolante termo-acustico spessore 50 mm) apribile. Il motore asincrono ad induzione, è dotato di protezione termica e può essere facilmente controllato in velocità a mezzo di dispositivi a variazione di frequenza/tensione.

Il rotore esterno è montato su cuscinetti sigillati che non richiedono manutenzione. Il ventilatore può funzionare in qualunque posizione, anche in ambienti umidi, con un grado di protezione IP44 quando montato in canale e classe d'isolamento F.

4.2.10 Idranti antincendio UNI 45

Idrante antincendio a parete UNI 45, certificato CE, con manichetta appiattibile a norma UNI EN 14540, certificata dal Ministero dell'Interno in conformità alla UNI 9487, pressione di esercizio 12 bar, pressione di scoppio 42 bar, gocciolatore salva manichetta, lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza "Safe Crash", rubinetto idrante filettato da 1" 1/2 - UNI 45, lancia frazionatrice da 12 mm secondo UNI EN 671/1-2.

4.2.11 Attacco motopompa UNI 70

Gruppo di attacco mandata per motopompa, costruzione secondo UNI 10779, completo di saracinesche a volantino, valvola di ritegno ispezionabile a "clapet" in ottone, valvola di sicurezza tarata a 12 bar (1,2 MPa) in ottone, bocca di immissione UNI 70, femmina, con girello in ottone.

4.2.12 Estintori a polvere

Estintore portatile a polvere da 6 kg, capacità estinguente 34A – 233BC, omologato secondo D.M. 20/12/82 dal ministero. Realizzato secondo D.M. 07/01/2005, conforme alla norma EN3-7:2008, del tipo pressurizzato, con manometro di controllo indicante lo stato di carica; carico e pronto all'uso, completo di gancio per fissaggio a parete. Sabbiatura e verniciatura a polvere poliestere RAL 3000. Completo di libretto di uso e manutenzione. Marcato CE in conformità alla direttiva 97/23/CEE (PED).

4.2.13 Estintori CO_2

Estintore portatile a biossido di carbonio da 5 kg, capacità estinguente 113B, omologato secondo D.M. 20/12/82 dal ministero. Realizzato secondo D.M. 07/01/2005, conforme alla norma EN3-7:2005, bombola in

acciaio; carico e pronto all'uso, completo di gancio per fissaggio a parete. Sabbiatura e verniciatura a polvere poliestere RAL 3000. Completo di libretto di uso e manutenzione. Marcato CE in conformità alla direttiva 97/23/CEE (PED).

4.3 Impianti meccanici - prestazionale

Di seguito le condizioni di riferimento e i dati tecnici di riferimento, con cui sono stati valutati gli impianti meccanici progettati.

4.3.1 Condizioni termoigrometriche

Condizioni termoigrometriche esterne:

- Inverno: — 5 °C U.R. 80%
- Estate: +32 °C U.R. 60%

Condizioni termoigrometrche interne:

- Inverno: +20 °C U.R. 50%
- Estate: +26 °C U.R. 50%

4.3.2 Tolleranze

Le tolleranze assunte sono:

- temperatura: Δ = + 1 K
- umidità relativa: Δ = + 5%

4.3.3 Fluidi di alimentazione

Acqua calda di riscaldamento (alle condizioni esterne di riferimento):

- temperatura di mandata: + 45 °C (pompa di calore) / + 60 °C (caldaia)
- salto termico: funzione delle portate di progetto di ogni singola alimentazione

Acqua calda sanitaria:

- temperatura di stoccaggio: T = + 55 °C

4.3.4 Ventilazione

Immissione di aria di rinnovo conforme alla UNI 10339:1995:

- 7 l/s per persona (aule universitarie e theatre della Science Gallery);
- 11 l/s per persona (uffici, studios e "seminar rooms" della Science Gallery);
- 11 l/s per persona (bar della Science Gallery);
- 6 l/s per persona (sale mostre Science Gallery);

Affollamento:

- da arredi degli elaborati grafici architettonici e dalla “room book” nella tavola A-006);

Estrazione bagni:

- 8 vol/h [da UNI 10339:1995];

5 Impianti Elettrici

5.1 Riferimenti legislativi e normativi

Le principali fonti legislative (e s.m.i.) che regolano la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici sono le seguenti:

- Legge 01/03/1968, n.186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 18/12/1975 Norme tecniche relative all'edilizia scolastica;
- D.M. 587/87 Attuazione delle direttive n.84/529/CEE e n.86/312/CEE relative agli ascensori elettrici;
- D.M. 20/5/92 Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre;
- D.M. 26/8/92 Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica;
- D.P.R. 24/7/96 n°503 Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- Circ. Min. 30/10/96 Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica;
- D.lgs. 25/11/96 n°626 Marcatura CE del materiale elettrico;
- D.M. 10/3/98 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D.P.R. 30/4/99 n.162 Norme per l'attuazione delle direttive 95/16/CE e 2006/42/CE (ascensori e montacarichi);
- D.M. 02/10/2000 Linee guida d'uso dei videoterminali;
- Legge 22/02/2001 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- D.P.R. 22/10/2001, n. 462 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- D.P.C.M. 08/07/2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione, e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni dei campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti;
- D.M. 22/01/2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di degli impianti all'interno di edifici;
- D.lgs. 09/04/2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- L.R. 07/08/2009 Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici;
- D.P.R. 01/08/2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi;
- D.P.R. n. 380/2001 Testo unico sull'edilizia;

5.2 Norme tecniche

Le principali norme tecniche che regolano la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici sono le seguenti:

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia.
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici.
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini.
- CEI 23-80/81/82 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche.
- CEI 20-13/14/22/35/40/67/107 Cavi per energia e per comando e segnalazione.
- CEI 79-3/10 Sistemi di allarme.
- CEI 306 (serie) Tecnologia dell'informazione.
- CEI 306-10 Sistemi di cablaggio strutturato.
- CEI 17-5/113/114 Apparecchiature a bassa tensione.
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio.
- UNI EN 54 Sistemi di rivelazione e segnalazione d'incendio.
- UNI ISO7240-19 Sistemi fissi di rivelazione e segnalazione allarme d'incendio.
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI EN 12464-1 Luce e illuminazione.
- UNI 10840 Luce e illuminazione – edifici scolastici.
- UNI EN 81-20/50 Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori.

5.3 Stato di fatto

L'impianto elettrico attualmente presente è totalmente inadeguato rispetto alla nuova destinazione d'uso dell'edificio, sia per quanto riguarda le prestazioni richieste dalle vigenti normative sia per quanto concerne i requisiti di sicurezza elettrica. L'impianto elettrico dovrà essere realizzato ex-novo.

5.4 Descrizione Generale

Gli impianti elettrici e speciali a servizio dell'intervento che verrà realizzato possono essere elencati come di seguito:

1. cabina elettrica di ricezione e trasformazione;
2. quadro generale di bassa tensione;
3. quadro di edificio in bassa tensione;
4. linee e cavidotti di distribuzione primaria e secondaria;
5. quadri di piano e di zona;
6. impianto di utilizzazione forza motrice;
7. impianto di terra;
8. impianto per la protezione contro le sovratensioni;
9. impianto di illuminazione generale, notturno, di sicurezza e emergenza;

10. apparecchi illuminanti;
11. impianto di rivelazione incendi;
12. impianto di diffusione sonora per l'evacuazione;
13. impianto antintrusione e antieffrazione;
14. cablaggio strutturato (per segnali telematici incluso impianto TV);
15. sistema controllo accessi;
16. impianto diffusione audio e videoproiezione;
17. impianto per l'ascensore.

5.5 Alimentazioni elettriche

In base alla classificazione dei sistemi di distribuzione elettrica l'impianto in oggetto rientrerà nella categoria TN-S, ovvero sistema elettrico alimentato in media tensione con neutro collegato a terra e masse dell'impianto collegate alla stessa terra ma con conduttore separato.
Le caratteristiche elettriche dell'impianto utilizzatore sono le seguenti:

— tensione di alimentazione circuiti	400/230V;
— frequenza nominale circuiti di alimentazione	50Hz;
— tempo d'intervento sorgenti energetiche preferenziali	<0,5secondi;
— fattore di potenza medio	0,95 in ritardo.

In fase di progettazione definitiva, si dovrà definire esattamente il punto di connessione alla rete elettrica, l'ubicazione dell'unità di arrivo, dell'interruttore generale (con i relè di protezione), della linea di partenza e della sezione di trasformazione. Se necessario, definire un quadro generale BT a monte del quadro generale di edificio.

5.6 Quadri elettrici

È previsto un quadro elettrico di edificio in bassa tensione da ubicare al pianto terra in posizione baricentrica e da cui partono le linee di distribuzione primaria per i quadri di piano; ogni piano dovrà essere dotato di due quadri elettrici, uno per l'ala NORD e l'altro per l'ala SUD. In fase di progettazione definitiva possono essere apportate delle migliorie allo schema suggerito, al fine di ottimizzare i percorsi elettrici o soddisfare specifiche esigenze con quadri di zona.

5.7 Condutture

Tutte le condutture non dovranno essere causa di innesco o propagazione di incendio; i cavi elettrici e le modalità di posa dovranno essere quindi scelti rispettando tale requisito. Inoltre i cavi di energia (e quelli di segnale) non devono determinare rischio per l'emissione di fumo, gas tossici e corrosivi secondo le vigenti norme di buona tecnica e tal fine sono considerati idonei cavi del tipo LS0H (Low Smoke Zero Halogen). Per quanto riguarda i percorsi delle conduttore, dovranno essere rispettati, per quanto possibile, gli eventuali vincoli architettonici imposti nel rispetto della tutela dell'edificio.

La sezione dei cavi di energia dovrà garantire una caduta di tensione massima del 4% dal punto di consegna a qualunque altro punto dell'impianto.
Si chiede che i cavi di energia siano separati da quelli di segnale, eventualmente utilizzando un setto separatore all'interno dello stesso canale.

5.8 Interruttori automatici

L'impianto dovrà essere protetto dal sovraccarico e dal corto circuito secondo le prescrizioni della CEI 64-8/4; gli interruttori automatici inoltre, dovranno garantire la selettività al fine di minimizzare il disservizio dell'impianto in caso di guasto.
La protezione contro i contatti indiretti dovrà essere garantita anche mediante interruttori differenziali di terra (AC, A, o B a seconda del tipo di guasto previsto) laddove l'impedenza dell'anello di guasto possa dare origine a tensioni di contatto pericolose; in ogni caso la tensione di contatto limite deve essere minore o uguale a 50V.

5.9 Impianto di terra

L'impianto di terra della cabina dovrà essere progettato per disperdere la corrente di guasto verso terra in media tensione; in particolare la tensione totale di terra (eventualmente valutata tramite la resistenza di terra) dovrà essere inferiore alla tensione di contatto ammissibile da valutare in base alla durata del guasto a terra secondo la norma CEI 99-3.

5.10 Impianto per la protezione dalle sovratensioni

Per conseguire la protezione degli impianti elettrici e di segnale sarà necessario effettuare una completa analisi del rischio di fulminazione (diretta o in prossimità) dell'edificio e del rischio di sovratensioni entranti dalla linea (per fulminazione diretta o di prossimità); verranno quindi adottate le misure idonee a ridurre il rischio sotto il limite tollerabile. Le norme tecniche di riferimento per la protezione contro le sovratensioni sono la CEI 64-8 e la CEI EN 62305.

5.11 UPS per l'alimentazione preferenziale

L'alimentazione preferenziale per le utenze elettroniche ed informatiche dovrà essere derivata da gruppi di continuità assoluta di tipo VI (interattivo).

5.12 Illuminazione ordinaria

L'illuminazione interna deve rispettare i livelli di illuminamento, uniformità, abbagliamento, distribuzione delle luminanze, sfarfallamento, colore e resa della luce previsti dalla norma UNI 10840 e UNI EN 12464-1. I locali contraddistinti da una presenza discontinua di personale dovranno essere muniti di rivelatori presenze per l'accensione/spegnimento automatico dell'illuminazione. Le "aule universitarie", spazi di lettura, studios, i

“seminar rooms” e gli uffici saranno dotati di apparecchi per la regolazione della luminosità e di rivelatori di movimento per la gestione automatica dell’accensione e dello spegnimento. Tutta la zona dalla “gallery” – specie lo spazio espositivo - avrà punti luci specifici per le attività previste (“track lights”); anche per questa zona è prevista la regolazione del livello di illuminamento. Particolare attenzione dovrà essere inoltre data all’abbagliamento molesto e velante per gli ambienti con videoterminali.
In merito, è stata condotta una simulazione dei livelli di illuminamento, di cui di seguito.
L’illuminazione da esterno deve invece garantire un illuminamento medio di 10 lx in tutta la zona esterna di pertinenza dell’edificio e che consente l’accesso allo stesso; dovrà essere rispettata la norma antinquinamento luminoso.
Gli apparecchi illuminanti devono essere con tecnologia a LED.

Principali caratteristiche illuminotecniche
raccomandate nelle strutture scolastiche dalle norme UNI EN 12464-1 e UNI 10840

Ambiente visivo	Em(lx)	Emin/E	UGR L	Ra
Aule scolastiche[1]	300	0,6	19	80
Aule in scuole serali e per adulti [1]	500	0,6	19	80
Sale di lettura [1]	500	0,6	19	80
Lavagna[2]	500	0,7	19	80
Tavolo per dimostrazioni[3]	500	0,7	19	80
Aule educazione artistica	500	0,6	19	80
Aule educazione artistica in scuole d’arte[4]	750	0,7	19	90
Aule per disegno tecnico	750	0,7	16	80
Aule di educazione tecnica e laboratori	500	0,6	19	80
Aule lavori artigianali	500	0,6	19	80
Laboratori di insegnamento	500	0,6	19	80
Aule di pratica della musica	300	0,6	19	80
Laboratori di informatica[5]	300	0,6	19	80
Laboratori linguistici	300	0,6	19	80
Aule di preparazione e officine	500	0,6	22	80
Ingressi	200	0,4	22	80
Zone di circolazione e corridoi	100	0,4	25	80
Scale	150	0,4	25	80
Sale comuni per gli studenti e aula magna	200	0,4	22	80
Sale professori	300	0,6	19	80
Biblioteca: scaffali[6]	200	0,6	19	80
Biblioteca: zone di lettura	500	0,6	19	80
Magazzini materiale didattico	100	0,4	25	80
Palazzetti, palestre, piscine (uso generale)[7]	300	0,6	22	80
Mensa	200	0,4	22	80
Cucina	500	0,6	22	80
Bagni	100	0,4	25	80

[1] L’impianto di regolazione deve consentire la regolazione o la parzializzazione del flusso luminoso
[2] Si devono evitare le riflessioni speculari
[3] In sale lettura 750lx
[4] Vanno utilizzate lampade con temperatura di colore >= 5000K
[5] Prestare attenzione all’illuminazione dei videoterminali
[6] Sul piano verticale al bordo dei libri
[7] Per specifiche attività vedere UNI EN 12193

5.13 Illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di sicurezza, che dovrà essere diviso in zone, garantirà un illuminamento di 5 lx per un tempo di 30 minuti; esso comprenderà l'illuminazione delle vie di esodo e la segnaletica di sicurezza per indicare il percorso fino al luogo sicuro. È prevista un'architettura con alimentazione centralizzata tramite CPS (o UPS) conforme alla CEI EN 50171 e apparecchi conformi alla CEI EN 60598-2-22; le linee di alimentazione delle lampade di sicurezza dovranno essere separate dalle linee dei circuiti ordinari.

5.14 Rivelazione incendi

La struttura deve essere munita di un comando di emergenza, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'intero impianto elettrico con eccezione dell'alimentazione dei servizi di sicurezza; per questi ultimi deve essere previsto un comando di emergenza dedicato con facoltà di utilizzo da parte dei Vigili del Fuoco nel caso i servizi di sicurezza non siano più utili a gestire l'emergenza. Il sistema dovrà assicurare la rivelazione tempestiva di eventuali principi di incendio (sottosistema di rivelazione), nonché la gestione automatica delle contromisure, ovvero la guida ordinata alle persone per l'evacuazione dell'edificio. Il sottosistema di rivelazione dovrà inoltre interagire con il sistema di gestione degli impianti meccanici per effettuare tutte le operazioni necessarie al fine di eliminare la propagazione o l'instaurazione di nuovi pericoli (blocco del sistema di ventilazione, chiusure serrande tagliafuoco, sgancio interruttori quadri elettrici, ecc.…) e dovrà interagire con il sottosistema di controllo accessi per comandare lo sblocco dei varchi controllati per facilitare il deflusso delle persone.
I criteri di progetto del sistema di rivelazione incendi dovranno seguire le indicazioni della norma UNI 9795, così come i componenti, ad esclusione dei cavi che sono oggetto di norme CEI, saranno regolamentati dalle norme UNI EN 54.

5.15 Impianto antintrusione e antieffrazione

Il sistema antintrusione, diviso per zone, dovrà assicurare il controllo dell'accesso nei vari locali e sarà costituito da una unità centrale e da sensori periferici; la centralina dovrà prevedere la funzionalità di rilevazione guasti e dovrà prevedere un canale di comunicazione dedicato con l'istituto di vigilanza. Il sistema, inoltre dovrà essere programmabile e controllabile da remoto. I criteri di progettazione dovranno rifarsi alla CEI 79-3.
Associato all'impianto antintrusione sarà previsto un impianto TV a circuito chiuso (CCTV).

5.16 Impianto diffusione sonora / EVAC

Si dovrà prevedere un sistema di allarme in grado di avvisare tutti i presenti nell'edificio del pericolo di incendio o di altro genere; la sorgente di alimentazione dell'impianto di diffusione sonora deve essere garantita anche in caso di mancanza di alimentazione dell'alimentazione ordinaria. Prestazioni e requisiti devono rifarsi alla UNI ISO 7240-19.

5.17 Cablaggio strutturato

L'architettura di rete deve prevedere un armadio di edificio e due armadi per piano collegati al primo dalle dorsali di edificio; la distribuzione orizzontale su piano deve avvenire per sottozone in modo da facilitare la gestione dei collegamenti in fase di installazione e manutenzione. Il locale di telecomunicazioni dovrà essere dotato di un'alimentazione di riserva.
Tutte le zone della Science Gallery dovranno avere la copertura Wi-Fi.

6 Impianto di Depurazione

6.1 Riferimenti legislativi e normativi

Per adeguare gli scarichi del complesso da un punto di vista legislativo è previsto un impianto di depurazione in grado di garantire rese di rimozione ben definite per i parametri "solidi sospesi", "COD" e "BOD_5".
La legge 31 maggio 1995, n. 206 "Interventi urgenti per il risanamento e l'adeguamento dei sistemi di smaltimento delle acque usate e degli impianti igienico-sanitari dei centri storici e nelle isole di Venezia e di Chioggia", all'articolo 1, comma 3, valida per il centro storico di Venezia, prevede infatti che i reflui vengano trattati con idonei sistemi nel caso la potenzialità superi la soglia dei 100 A.E.
Nel caso specifico, la potenzialità è pari a **224 A.E**. calcolato ai sensi del D. lgs. n. 152/2006, s.m.i, come di seguito indicato.
Per il trattamento delle acque reflue di origine domestica provenienti dal complesso è previsto un impianto di tipo biologico a fanghi attivati che sfrutta la tecnologia denominata MMF (Membrane bio-system Mix Flow).

6.2 Posizionamento dell'impianto

La vasca del depuratore viene realizzata nel sedime del parcheggio antistante lo stabile, lungo banchina "A. Di Ciò", come si evince dalla tavola grafica A-007.

6.3 Dati di Progetto

Il depuratore verrà dimensionato per sopperire al carico idraulico ed inquinante prodotto dalle attività nel "Magazzino 4", dovuti alla presenza su base giornaliera di:

- studenti: n. 1039;
- impiegati: n. 20;
- bar/ristorante: n. 220 clienti serviti;

Per la valutazione dei carichi specifici - comprensivi di tutte le attività collegate - si è fatto ricorso ai dati riportati in letteratura (ad esempio cfr. Masotti, "Depurazione delle acque" ed. Calderini, 1997, tabella 2.1, pagg. 28-29).

I valori dei carichi assunti a base di progetto sono:

PRESENZA	Carico idraulico specifico	Carico organico specifico
STUDENTI	50 L/studente/d	20 $gBOD_5$/studente/d
IMPIEGATI	75 L/impiegato/d	25 $gBOD_5$ /impiegato/d
BAR	12 L/cliente/d	15 $gBOD_5$/cliente/d

I carichi totali assunti per il progetto della rete e del depuratore sono pertanto:

Tipo di presenza	Unità	Carico idraulico specifico	Carico organico specifico	Carico idraulico giornaliero	Carico organico giornaliero
STUDENTI	1039	50 L/studente/d	20 $gBOD_5$/studente/d	51950 L/d	20780 $gBOD_5$/d
IMPIEGATI	20	75 L/impiegati/d	25 $gBOD_5$/impiegato/d	1500 L/d	500 $gBOD_5$/d
BAR	220	12 L/cliente/d	15 $gBOD_5$/cliente/d	2640 L/d	3300 $gBOD_5$/d
				56090 L/d	24580 $gBOD_5$/d

Portata giornaliera affluente all'impianto: 56090 litri/d = 56,1 m^3/d

BOD_5 totale (come O_2): 24580 gO_2/d = 24,6 kgO_2/d

L' Abitante Equivalente (A.E.) è definito all'articolo 74, comma 1, lettera a) del Decreto Legislativo n. 152/06 e successive modifiche e integrazioni, come *"il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD_5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno".*

Sul carico idraulico la potenzialità risulta pari a: **56090 litri / 250 l/A.E. = 224 A.E.**

Sul carico organico la potenzialità dell' impianto risulta pari a:
24580 gO_2/d : 60 gO_2 /(A.E.*d) = 410 A.E.

Con riferimento ai dati di progetto l'impianto sarà dimensionato per dare le rese di rimozione previste dalla Deliberazione della Giunta Regionale del 24 agosto 1995 n° 4287, ossia:

- COD: 75% di riduzione minima
- BOD_5: 70% di riduzione minima
- Solidi sospesi: 50% di riduzione minima

rispetto al carico inquinante in ingresso dell'affluente, misurate sul campione medio con le modalità di cui alle lettere b) e c) dell'art. 5 della L.R. 24/08/1979, n. 64. In ogni caso, le caratteristiche dell'effluente saranno inferiori ai seguenti valori di benchmark:

- COD: < 120 mg/L
- BOD_5: < 50 mg/L
- Solidi Sospesi: < 80 mg/L.

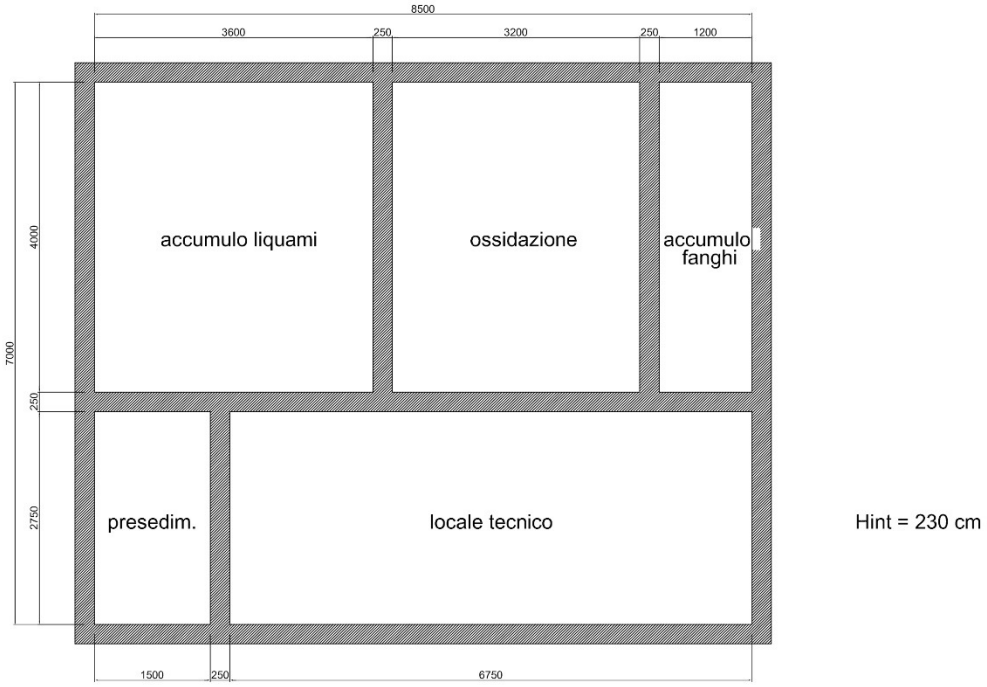
6.4 Descrizione generale dell'impianto

L'impianto di depurazione proposto sarà di tipo biologico a fanghi attivati che sfrutta la tecnologia denominata *M.M.F. ("Membrane Bio-System Mix Flow").*
Tale tecnologia permette di conseguire un notevole risparmio energetico rispetto agli impianti MBR tipo *"side-stream"* (impianti a membrane esterne) presenti nel centro storico di Venezia in oltre 120 applicazioni.

L'impianto di trattamento consisterà essenzialmente delle seguenti installazioni:

- vasca di presedimentazione;
- vasca di accumulo/sollevamento liquami;
- vasca di ossidazione biologica a fanghi attivi / equalizzazione;
- locale tecnico impianto di ultrafiltrazione per la separazione dei fanghi, completo di linea riciclo della fase concentrata e linea scarico o riciclo dell'acqua depurata (permeato), e linea di lavaggio membrane;
- vasca di accumulo fanghi di supero.

Di seguito è riportato lo schema generale d'impianto. Per lo schema fognario e lo schema meccanico di funzionamento si rimanda alle tavole grafiche M-008 e M-009.



Schema generale planimetrico del depuratore

6.4.1 Presedimentazione

Le acque reflue provenienti dall'edificio vengono convogliate a gravità in una vasca di presedimentazione, in CA completamente interrata, di dimensioni interne 275 x 150 x H230 cm, battente utile 1,20 m (ipotizzando l'estradosso del tubo in ingresso a quota –120 cm rispetto al piano di campagna, e volume utile di 5,8 m³. Le acque grasse provenienti dal ristorante (lavello bar / cucina e lavastoviglie bar / cucina) vengono preventivamente trattate in una vasca condensa-grassi da 3,38 m³ utili, sulla base delle indicazioni di cui al punto 5 della scheda tecnica del Comune di Venezia – Settore Acque:

«5) Il dimensionamento delle condensa grassi che raccolgono gli scarichi provenienti da pubblici esercizi dovrà essere effettuato con i seguenti parametri minimi: 2,50 mc. per ristoranti fino a 80 posti a sedere; 1,5 mc per bar, kebab, pizze al taglio e gelaterie.»

Il dimensionamento della vasca è in proporzione a quanto riportato nel Regolamento comunale. Nella fattispecie, la vasca è stata dimensionata per 102 posti a sedere (82 interni e 20 per i tavolini esterni), ottenendo la seguente formulazione:

V (CG) = (2,50 mc / 80 persone) x 102 persone =3,19 mc.

La vasca riportata nella tavola di disegno M-009 ha un volume utile di 3,38 mc.

La funzione della presedimentazione è di rimuovere il materiale grossolano presente nei reflui da trattare. In tal modo si ottiene un miglioramento significativo della gestione dell'impianto eliminando, in abbinamento ad una successiva griglia statica inserita all'interno della vasca di ossidazione biologica, la necessità di ricorrere ad una griglia in testa all'impianto stesso.

Dalla vasca di presedimentazione i reflui da trattare entrano - attraverso uno sfioro protetto da un deflettore - nel successivo pozzetto di sollevamento.

6.4.2 Accumulo / sollevamento liquami

La vasca di accumulo liquami, in CA completamente interrata, presenta dimensioni utili 400 x 360 x H230 cm. In questa vasca vengono accumulate le punte di carico idraulico eccedenti la portata di trattamento della sezione di ultrafiltrazione.
Dal fondo della vasca i liquami vengono prelevati da n° 2 elettropompe centrifughe, ciascuna avente portata e prevalenza sufficiente a garantirne il trasferimento nella successiva sezione di ossidazione.
L'asservimento graduale e automatico delle pompe avviene tramite misuratore di livello del tipo a pressione idrostatica.
Un dispositivo di commutazione a quadro, che interviene ogni qualvolta il misuratore di livello dà il consenso per l'avvio di una pompa, permette inoltre il funzionamento alternato delle due unità allo scopo di garantire un'usura omogenea delle macchine e dei relativi organi d'avviamento.
La vasca è dotata di un sistema di un "by-pass" forzato, a servizio dell'intero impianto di depurazione, che permette di smaltire i reflui in ingresso direttamente in laguna durante gli eventuali fermi impianto. Detto sistema consente di rendere indipendente l'impianto dalle acque alte. Nella tubazione di mandata delle pompe di sollevamento all'ossidazione viene installato un raccordo a T al quale vengono collegate n° 2 valvole automatiche: l'installazione di tali valvole permette alle pompe di sollevamento di alimentare la vasca di ossidazione durante il lavoro e, in caso di emergenza, di by-passare forzatamente l'impianto di depurazione con scarico in laguna.
Nel caso di mancanza di fornitura di energia elettrica dalla rete principale, interviene un gruppo soccorritore a servizio della sede universitaria per l'alimentazione delle pompe di rilancio e delle valvole, in modo da garantire il by-pass forzato dell'impianto in ogni condizione.

6.4.3 Reattore di ossidazione biologica a fanghi attivi

Le acque inquinate pre-sedimentate vengono pompate in una vasca in CA completamente interrata, contenente la miscela aerata di fanghi attivi e nella quale avviene la biodegradazione della frazione del carico organico (BOD_5) tramite fornitura di aria. La vasca di ossidazione presenta dimensioni interne 400 x 320 x H230 cm.
Il volume del reattore permette di lavorare ad un fattore di carico organico F_c pari a 0,10 $kgBOD_5/kgVSS/d$, tipico dell'intervallo dei processi di "ossidazione totale" (c.d. *"extended aeration"*). Tale scelta di F_c garantisce, oltre a rese di rimozione del carbonio organico molto elevate, anche una spinta mineralizzazione del fango biologico, con eliminazione di problemi legati all'emissione di odori molesti, in tutti i periodi dell'anno.
L'ossigenazione a servizio del reattore biologico viene garantita da un flusso d'aria che viene immesso in pressione nei fanghi nella sezione di ultrafiltrazione, e che perviene in vasca tramite il flusso di concentrato in ricircolo.
In vasca sono inoltre installati un misuratore di livello e una griglia statica di sicurezza per il confinamento di eventuale materiale grossolano. Viene montato un miscelatore sommergibile per garantire la corretta sospensione dei fanghi. Il sistema è completo di una sonda di misura dell'ossigeno disciolto, come prescritto dal M.I.T. – Magistrato alle Acque per impianti di potenzialità superiore ai 250 A.E. La vasca è inoltre dotata di tubazione di sfiato che convoglia l'aria insufflata sopra il tetto dell'edificio.

6.4.4 Sezione di ultrafiltrazione per la separazione della biomassa

La massa di fanghi attivi contenuta nella vasca di ossidazione viene prelevata da una pompa centrifuga ed inviata ad una linea di ultrafiltrazione per la separazione dell'acqua depurata dai fanghi attivi (configurazione tipo *"sidestream"*).
La massa di fanghi attivi viene filtrata su una unità a cestello con sistema di pulizia/scarico automatico. Il filtro è completo di scarico automatico che permette di inviarne il contenuto alla sezione di accumulo fanghi o, in alternativa, di riciclarlo in ossidazione. Il filtro consente di ottenere una grigliatura particolarmente fine per la preservazione della funzionalità delle membrane ed per evitare intasamenti delle sezioni di passaggio.
Sulla tubazione in uscita dal filtro sono installati sensori che provvedono alla misura dei parametri di processo (portata volumetrica, pressione di esercizio). Sui fanghi viene quindi immesso un flusso d'aria compressa prodotto da un compressore a lobi, adeguatamente insonorizzato. La portata d'aria viene misurata su flussimetro in linea.
I fanghi addizionati dell'aria vengono quindi immessi in una serie di membrane porose di tipo tubolare, polimeriche, permeabili alla fase acquosa sottoposta a gradiente di pressione positivo, nelle quali avviene la separazione dei fanghi attivi dall'acqua depurata.
La linea di ultrafiltrazione prevista è costituita da n. 8 elementi di ultrafiltrazione, costituiti ciascuno da vessel in acciaio contenente una membrana di ultrafiltrazione avente una superficie di filtrazione pari a 5,0 mq e cut-off di 100.000 Dalton (0,1 μm).
La fase contenente i fanghi attivi (concentrato) viene riciclata nella vasca di ossidazione.
La sezione di ultrafiltrazione prevista per l'impianto in oggetto permette l'ottenimento di una portata di permeato (acqua depurata) media pari a 3,2 m^3/h. Una portata di filtrazione specifica così elevata è ottenuta tramite l'adozione di un sistema di estrazione del permeato sottovuoto, che consente di ottenere un aumento del permeato prodotto dalla sezione di ultrafiltrazione del 30-35% così da ottenere un risparmio energetico nel funzionamento dell'impianto. È pertanto presente nell'impianto uno sdoppiamento della linea del permeato, con sistema di valvole pneumatiche: una linea consentirà lo scarico a pressione ambiente, mentre la seconda linea permetterà l'estrazione mediante il sistema del vuoto. Il controllore logico programmabile (P.L.C.) gestirà automaticamente con quale linea e per quanto tempo estrarre il permeato.

Il permeato prodotto, previa misura della portata e della torbidità (come previsto dal M.I.T. - ex Magistrato alle Acque per impianti di potenzialità superiore ai 250 A.E.), viene convogliato nel pozzetto di campionamento e quindi allo scarico in Canale della Giudecca.
Le membrane hanno una porosità non superiore a 0,1 µm che permette di ottenere, oltre ad un'ottima separazione della biomassa, anche la disinfezione dei reflui.
L'impianto di ultrafiltrazione è completo di una linea per il lavaggio delle membrane. Il lavaggio delle membrane con reagenti chimici si rende necessario quando la portata di acqua trattata risulta inferiore ad un determinato valore impostato, a seguito dello sporcamento dovuto alla formazione di depositi salini e biologici sulla superficie delle membrane stesse. Per il lavaggio delle membrane si impiega acqua di rete e reagenti chimici introdotti in un serbatoio denominato cip-tank da 600 litri. I reagenti utilizzati sono specifici in funzione della tipologia di membrana utilizzata, e sono facilmente reperibili in commercio a basso costo. Le soluzioni di lavaggio vengono fatte circolare attraverso i moduli per un certo periodo utilizzando il cip-tank e la pompa di alimentazione membrane. A fine del ciclo di lavaggio le acque esauste vengono scaricate in un pozzetto di rilancio, prelevate da una pompa sommergibile e quindi inviate alle vasche del depuratore per essere trattate.

6.4.5 Fanghi di supero

A seguito delle reazioni di degradazione biologica delle sostanze organiche contenute nel liquame si ha un incremento della quantità di biomassa nel reattore e pertanto, al fine di mantenere in perfetta efficienza il depuratore, dovrà essere previsto uno smaltimento periodico di solidi in quantità tale da riportarne la concentrazione ai valori assunti a progetto.
Le condizioni operative di esercizio previste sono tali da permettere valori di carichi organici F_c molto bassi e quindi produzioni di fanghi di supero modeste, con conseguenti ridotti costi di smaltimento.
Lo smaltimento dei fanghi viene effettuato tramite scarico automatico del filtro a cestello, ed invio ad una vasca di accumulo fanghi, in CA completamente interrata, di dimensioni utili 400 x 120 x H230 cm e capacità utile pari a circa 10 m^3.
I fanghi vengono prelevati liquidi dalla vasca di accumulo tramite auto-spurgo dotato di depressore, e smaltiti tramite ditta autorizzata.

6.5 Opere Edili

La vasca del depuratore verrà realizzata nel sedime del parcheggio antistante lo stabile, lungo banchina "A. Di Ciò".
I bacini di trattamento (presedimentazione, accumulo/sollevamento liquami, ossidazione, accumulo fanghi), insieme al locale tecnico, verranno realizzati attraverso la ripartizione interna di una vasca monoblocco interrata in CA, gettata in opera, di dimensioni interne di circa 8,50 x 7,00 x H 2,30 m.
La soletta di copertura dei bacini di accumulo/trattamento, di tipo carrabile, sarà dotata di particolari chiusini a tenuta stagna per consentire la pulizia delle vasche, e l'estrazione e la manutenzione delle apparecchiature elettromeccaniche e meccaniche inserite all'interno.
In particolare, il bacino di ossidazione dovrà essere dotato di tubazione di sfiato in H.D.P.E. da portare a tetto del "Magazzino 4".
Il locale tecnico del depuratore viene ricavato in un vano della vasca interrata, di dimensioni pari a 6,75 m x 2,75 m x h(interna)=2,30 m. Nel locale tecnico dell'impianto sono installati:

- le pompe di alimentazione UF e di by-pass impianto, con il relativo sistema di valvole automatiche;
- l'impianto di ultrafiltrazione UF per la separazione della biomassa, completo della linea di scarico/riciclo;
- le attrezzature del sistema di estrazione del permeato;
- il "cip-tank" e relativi accessori;
- il compressore per la fornitura dell'aria necessaria all'ossidazione biologica;
- il compressore per la fornitura dell'aria per le utenze pneumatiche;
- il pozzetto di aggottamento;
- i ventilatori per il ricambio d'aria;
- il quadro elettrico di comando e protezione.

L'accesso al locale tecnico avviene attraverso una botola superiore delle dimensioni di 1,30 x 1,30 m per mezzo di una scala a pioli. Il locale dovrà essere adeguatamente ventilato.
È prevista inoltre la realizzazione di un pozzetto di aggottamento sul fondo - con pompa sommergibile - per la raccolta ed il rilancio nelle vasche del depuratore dei fluidi di processo in riciclo e di eventuali spanti.

Il controllo, il comando ed il funzionamento automatizzato dell'impianto e di tutti i suoi componenti elettromeccanici, oltre al loro azionamento manuale, dovranno essere assicurati tramite un quadro elettrico centralizzato, completo di tutte le protezioni, i comandi e la strumentazione necessaria, per ridurre al minimo l'intervento del personale.
L'impianto dovrà essere gestito da controllore logico programmabile (P.L.C.), completo di terminale operatore grafico tipo "touch-screen", per la gestione automatizzata del funzionamento dell'impianto.

Detto sistema permette di:

- modificare i valori strumentali di set-point e allarme;
- visualizzare allarmi, livelli, tempi di funzionamento delle pompe per la manutenzione programmata;
- implementare un sistema di supervisione e telecontrollo a distanza.

Il controllore P.L.C. è predisposto con apposita scheda di interfaccia per l'implementazione di un eventuale sistema di supervisione e telecontrollo. Il sistema viene dotato di sdoppiamento dei segnali, come prescritto dal M.I.T. – Magistrato alle Acque – Ufficio Tecnico per l'Antinquinamento della laguna di Venezia del Magistrato delle Acque, come da voce specifica di seguito riportata:

> *«predisposizione di una morsetteria in un quadro elettrico indipendente sulla quale portare, per ogni utenza dell'impianto (pompe, motori, elettrovalvole, strumenti di misura, ecc…) "contatti puliti" che si attivino in parallelo al funzionamento delle stesse. Analogamente, nello stesso quadro dovranno essere portati "contatti puliti" che si attivino in parallelo ad ogni attivazione degli allarmi dell'impianto (allarmi termici, allarmi di massimo livello, allarmi per acqua alta, allarmi di strumenti di misura). Inoltre dovrà essere predisposto lo sdoppiamento di tutti i segnali in 4 ÷ 20 mA di cui sia dotato l'impianto. Dovrà essere infine fornito al Magistrato alle Acque lo schema elettrico dell'impianto e il manuale di funzionamento.»*

7 Resoconto sullo stato di fatto

Per la composizione, caratteri storici, tipologici e costruttivi, consistenza e stato di manutenzione dell'opera si rimanda alla relazione "RE.05 - Stato di Consistenza".