



Via Bronzino, n. 9 - 20133 Milano (MI)
Tel. + 39 02 49536714 Fax: + 39 02 49536703
E-mail: info@vegasrl.com - www.vegasrl.com

RESPONSABILE
COORDINAMENTO DELLE
PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE

Ing. Livio Radini
Vega Engineering S.r.l.
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca, n°776 Sez. A



OPERE CIVILI

Ing. Patrick Bacci
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pisa, n°1982 Sez. A

STRUTTURE

Ing. Stefano Serracchiani
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma, n°30639 Sez. A

IMPIANTI MECCANICI

Ing. Andrea Piazzini
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Prato, n°570 Sez. A

RELAZIONE CAM

Arch. Caterina Gargari
Ordine degli Architetti della Provincia di Pisa, n°774

IMPIANTI ELETTRICI

Ing. Livio Radini
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca, n°776 Sez. A

ANTINCENDIO

Ing. Livio Radini
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lucca, n°776 Sez. A

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE (C.S.P.)**

Ing. Federico Gabbrielli

GEOLOGIA

Geol. Roberto Maggiore
Ordine dei Geologi della Toscana, n°1666 Sez. A

01	Dicembre 2022	Revisione	
00	Novembre 2022	Emissione	
REV.	DATA / DATE	DESCRIZIONE / DESCRIPTION	PER ACCETTAZIONE / FOR APPROVAL
 UNIVERSITÀ DI PISA Rettore: Prof. Riccardo Zucchi Direzione edilizia Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Fabio Bianchi		PROGETTO / PROJECT POLO C - PROGETTO DEFINITIVO LAVORI DI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DEL POLO DIDATTICO INGEGNERIA (POLO C) - EDIFICIO B44, Via Diotallevi, 2 - Pisa (PI)	
		TITOLO / TITLE Generali ELENCO ELABORATI	NUMERO / NUMBER G-001.1
		FORMATO FOGLIO SHEET DIMENSION -	SCALA SCALE
FILE :			

SOMMARIO

1	AMBITO GENERALE	3
1.1	PREMESSA	3
2	AMBITO ANTINCENDIO	4
2.1	STATO ATTUALE	4
2.2	PROGETTO ADEGUAMENTO ANTINCENDIO	5
3	AMBITO ARCHITETTONICO	6
3.1	DESCRIZIONE EDIFICIO – STATO DI FATTO	6
3.2	IPOTESI PROGETTUALE	7
3.3	VANO ASCENSORE	11
4	AMBITO STRUTTURALE	12
4.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
4.2	CLASSIFICAZIONE PER LA RESISTENZA AL FUOCO	12
4.3	SCALA ANTINCENDIO ESTERNA	15
4.4	INTERVENTO IN COPERTURA PER INSTALLAZIONE CTA	18
4.5	RIFACIMENTO MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE COPERTURA	19
5	AMBITO IMPIANTISTICO ELETTRICO	20
5.1	QUADRI ELETTRICI	20
5.2	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	20
5.3	CANALIZZAZIONI E TUBAZIONI	20
5.4	ILLUMINAZIONE ORDINARIA	21
5.5	ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA	21
5.6	RIVELAZIONE INCENDI	21
5.7	EVACUAZIONE D'EMERGENZA	22
5.8	IMPIANTO DI FORZA MOTRICE	22
5.9	RETE DI TRASMISSIONE DATI	22
5.10	GABBIA DI FARADAY	22
6	AMBITO IMPIANTISTICO MECCANICO	23

PROGETTO DEFINITIVO

6.1	IMPIANTO DI RICAMBIO ARIA	23
6.2	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	31
6.3	IMPIANTO ANTINCENDIO (SOLO IMPIANTO POLO C N. 6 IDRANTI E TUBAZIONI)	32
7	AMBITO ACUSTICO.....	33
7.1	VALUTAZIONI ACUSTICHE	33
8	CONCLUSIONI	34

1 AMBITO GENERALE

1.1 PREMESSA

Il progetto di fattibilità tecnica, economica ed esecutiva oggetto della presente relazione tecnico-illustrativa riguarda i lavori necessari per la messa a norma dell'edificio e degli impianti meccanici, elettrici e antincendio del Polo didattico di Ingegneria Polo C (edificio B44) dell'università di Pisa.

Relativamente all'edificio è stato precedentemente presentato ed approvato dal comando dei VV.F., un progetto di prevenzione incendi (protocollo n. 7149 del 24/06/1997), ed una seconda domanda di parere ad integrazione/sostituzione della precedente. Quest'ultima è stata resa necessaria per la realizzazione del vano portineria al piano terra, per la rimodulazione degli affollamenti ai piani e per il declassamento della scala interna prevista di tipo aperto anziché protetto (Istanza di valutazione del progetto protocollo n. 7581 del 31/07/2014, Pratica VV.F. n. 34203). Il presente lavoro si basa sulle valutazioni del progetto approvato apportando delle modifiche migliorative per la sicurezza, con speciale riferimento all'implementazione delle vie di fuga ed al rinnovamento totale degli impianti.

Oltre agli aspetti di prevenzione incendi, sono stati valutati anche gli interventi necessari per il superamento delle barriere architettoniche, compresi quelli relativi agli ipovedenti, per i quali si è fatto riferimento alle Linee Guida I.N.M.A.C.I. del 12 febbraio 2020. Saranno oggetto di valutazione anche gli arredi esistenti.

Il progetto prevede anche l'adeguamento dell'impianto termico, che è alimentato dalla centrale termica a servizio di altri edifici e che attualmente consente unicamente il riscaldamento dei locali. Il nuovo impianto consentirà anche il raffrescamento degli ambienti, e si darà la possibilità di realizzare ricambi meccanici dell'aria, limitatamente alle aule di maggiori dimensioni e con soluzioni locali.

Infine il progetto dovrà prevedere anche l'adeguamento ed ammodernamento dell'impianto elettrico.

L'incarico comprende quindi i seguenti elementi:

- Progetto e direzione dei lavori di tutte le indagini conoscitive;
- Rilievo dello stato di fatto dell'immobile e degli impianti;
- Progetto di fattibilità tecnica, economica ed esecutivo;
- Eventuale predisposizione del progetto per un nuovo parere preventivo dei Vigili del Fuoco;
- Assistenza in cantiere per gli aspetti relativi alla prevenzione incendi;

2 AMBITO ANTINCENDIO

La proposta preliminare prevede l'adeguamento dell'edificio da un punto di vista della normativa antincendio.

La normativa utilizzata per la messa a norma dell'edificio sarà la seguente:

DM 26 agosto 1992 - Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica e non il D.M. 03/08/2015 e s.m.i..

La scuola, in relazione agli affollamenti dettagliati nel prosieguo della relazione, risulta avere presenze contemporanee comprese tra 801 e 1200 persone, risultando pertanto classificabile in base al DM sopracitato come una scuola di tipo 4.

L'accesso all'area di pertinenza del fabbricato può avvenire da Via Diotisalvi e da Via giunta Pisano, mediante cancelli carrabili di dimensioni idonee per il transito dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco. I percorsi interni all'area consentono il transito dei mezzi di soccorso.

L'altezza antincendio del fabbricato è superiore a 12 metri, ma è assicurata la possibilità di accostamento mediante autoscala almeno ad un'apertura sul lato sud-est ad ogni piano del fabbricato.

L'edificio risulta indipendente e separato da altre attività non pertinenti quella principale.

Le vie di uscita hanno larghezza pari ad almeno 120 cm. L'apertura delle porte su vie di uscita avviene nel verso dell'esodo, mediante apertura a semplice spinta.

Ogni piano del fabbricato è dotato di almeno tre uscite, garantite dalla presenza di una scala interna e due esterne (di cui una di nuova realizzazione).

2.1 STATO ATTUALE

Al momento il polo C prevede due scale di emergenza: la prima esterna, la seconda interna sfruttando le scale di collegamento tra i vari piani.

La scala esterna realizzata in metallo presenta una parte di collegamento in aderenza ai vari piani dell'edificio (tranne il piano terra).

La scala interna invece non è di tipo protetto e non è presente sistema di ventilazione permanente.

L'edificio è trattato come un unico compartimento.

Esiste già una documentazione progettuale di prevenzione incendi volta all'ottenimento del parere preventivo (pratica n° 32403 del 18/06/2014 rev.0).

Non è presente alcun impianto di rivelazione automatico né di evacuazione sonora.

PROGETTO DEFINITIVO**2.2 PROGETTO ADEGUAMENTO ANTINCENDIO**

I lavori in progetto consistono in:

1. Realizzazione una scala di emergenza esterna a tre moduli che collega tutti i piani consentendo anche l'accesso alla copertura, in sostituzione della scala esistente che al momento serve solo il piano primo;
2. Protezione al fuoco R 60 delle strutture portanti tramite il rivestimento delle carpenterie metalliche. In particolare la protezione prevederà la stesura di:

- o - *PENGUARD HSP ZP* - un rivestimento epossidico bicomponente indurito con ammina, a rapida essiccazione, pigmentato al fosfato di zinco, ad alto solido, prodotto di alta costruzione. Appositamente progettato per le nuove costruzioni in cui i tempi di asciugatura e ricopertura sono rapidi necessario. Da utilizzare come primer in ambienti atmosferici. Adatto per acciaio al carbonio adeguatamente preparato substrati.
- o - *STEELMASTER 600WF* - Pittura intumescente monocomponente, a basso spessore, acrilica all'acqua. Approvato da ente esterno, quale protezione di strutture in acciaio esposte a fuoco celluloso o equivalenti. Appositamente formulato come sistema di protezione antincendio reattivo per costruzioni in acciaio. Formulato per protezione fino a 60 minuti su travi a doppia T e colonne. Testato al fuoco ed approvato BS 476 parte 20/21. Prodotto contrassegnato CE in accordo con European Technical Assessment TEA-19/0005 Reazione al Fuoco: Class B-s1, d0 (EN 13501-1). Durabilità e facilità di manutenzione: Z2, Z1, Y (EAD 350402-00-1106). Colore: a scelta della DL
- o - *HARDTOP XP* - rivestimento poliuretanico acrilico alifatico a polimerizzazione chimica a due componenti. È un prodotto ad alto contenuto di solidi. Il prodotto ha buone proprietà applicative con spray a secco ridotto.

I prodotti dovranno essere dotati di dichiarazioni ambientali di prodotto (EPDM) e rispondenti ai CAM di cui al D.M. 23 giugno 2022 e ss.mm.ii (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici).

3. Protezione al fuoco R 60 dei solai;
4. Adeguamento del vano corsa ascensore e del locale macchinario al DM 15/9/2005;
5. Realizzazione di un impianto di evacuazione sonora (EVAC) conforme alle normative EN 54-16 ed EN 54-24;
6. Adeguamento ed ampliamento dell'impianto di spegnimento attuale con idranti, con alimentazione singola superiore, collegato all'impianto antincendio esistente a comune con tutto il complesso di Ingegneria.

L'elemento sostanziale della proposta antincendio è la realizzazione della nuova scala posta nel lato via Giunta Pisano, di larghezza pari a 3 moduli e che permette di adeguare il numero degli accessi ed eliminare il passaggio sul pianerottolo davanti alle finestre lato Sud.

L'inserimento della nuova scala comporta anche un piano di redistribuzione delle aule finalizzato alla creazione delle conseguenti vie di esodo afferenti alla scala stessa.

La soluzione proposta offre un livello di sicurezza antincendio migliore rispetto al precedente progetto in quanto le uscite sono maggiormente distribuite e, ove possibile, posizionate in modo contrapposto.

3 AMBITO ARCHITETTONICO

3.1 DESCRIZIONE EDIFICIO – STATO DI FATTO

L'edificio in oggetto è stato realizzato nel 1975 e ad oggi al suo interno si trovano aule della facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa (Polo C di Via Giunta Pisano).

Il fabbricato si colloca a Nord-Ovest del lotto comprendente anche altri edifici destinati al settore dell'istruzione ed uffici del complesso universitario della Scuola di Ingegneria di Via Diotisalvi. L'oggetto risulta in parte adiacente sul lato Sud-Ovest ad un edificio di altezza superiore in cui si trovano uffici ad uso della Scuola di Ingegneria; mentre sul lato Nord-Ovest è adiacente ad un fabbricato di due piani fuori terra destinato ad officina meccanica sempre a servizio della scuola. Per quest'ultimo fabbricato, è prevista la demolizione e la costruzione di un nuovo polo didattico universitario.

Pur sorgendo in adiacenza agli edifici di cui sopra, il Polo C risulta comunque indipendente e separato dagli stessi e l'accesso all'area di pertinenza avviene da Via Diotisalvi e da Via Giunta Pisano, mediante cancelli pedonabili e carrabili.

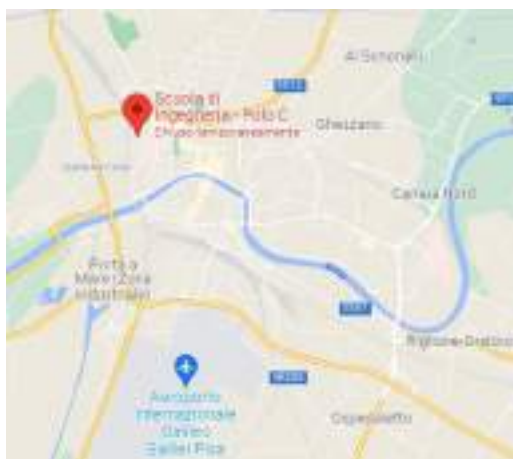


Figura 1 – A sinistra: Inquadramento del Polo C rispetto alla città di Pisa - a destra: Inquadramento del Polo C nel lotto della Scuola di Ingegneria

Entrando più in merito all'oggetto in esame, si evidenzia che è costituito da cinque piani fuori terra con una superficie lorda per ciascun piano di circa 350 mq.

La distribuzione interna dell'edificio si sviluppa come di seguito:

- **piano terra:** aula didattica C.0.1, portineria e servizi igienici.
- **piano primo:** aule didattiche C.1.1 e C.1.2, servizi igienici e ripostiglio.
- **piano secondo:** aule didattiche C.2.1 e C.2.2, servizi igienici.
- **piano terzo:** aule didattiche C.3.1, C.3.2 e C.3.3, servizi igienici ed un locale dedicato ai quadri elettrici.
- **piano quarto:** aule didattiche C.4.1, C.4.2, C.4.3 e C.4.4, servizi igienici ed un locale dedicato ai quadri elettrici.

PROGETTO DEFINITIVO

Per quanto riguarda la distribuzione verticale, essa avviene tramite ascensore e tre scale, una interna e due esterne, una delle quali raggiungente il solo piano primo. L'ascensore è inserito in un vano costituito da setti in c.a..

La scala interna (larga circa 1,80 m) serve tutti i piani ed è costituita da due rampe con undici alzate ciascuna in cui pedata (30 cm) e alzata (17 cm) sono costanti. La struttura della scala è costituita da travi in acciaio e soletta in c.a..

La scala esterna a Sud-Ovest di larghezza 1,80 m (3 moduli) è a servizio di tutti i piani. Ha una struttura metallica ed è costituita da due rampe con undici alzate ciascuna.

La scala esterna a Nord-Est di larghezza 1,20 m a servizio del solo piano primo presenta una struttura metallica. Le due rampe parallele tra loro presentano otto e quattordici alzate.

3.2 IPOTESI PROGETTUALE

Per quanto riguarda l'aspetto architettonico, non essendo l'attuale scala esterna su Via Giunta Pisana a servizio di tutti i piani dell'edificio, si propone ai fini del miglioramento della sicurezza il suo smontaggio e la sostituzione con una scala a tre moduli a servizio anche dei piani superiori.

Ad ogni accesso ai piani superiori al piano terra, ad esclusione della copertura, la nuova scala con ossatura in acciaio è dotata di uno spazio calmo di dimensioni 3.90 x 1.50 m. Secondo il DM 3/8/2015 nello spazio calmo, nel rispetto delle superfici lorde minime indicate ovvero 0,70 m²/persona deambulante e/o 2,25 m²/persona non deambulante possono essere ospitate ad ogni piano, 2 persone non deambulant e una deambulante, oppure 8 persone deambulant.

Le porte ubicate in corrispondenza delle vie d'esodo dovranno essere adattate alla nuova configurazione. Per questo motivo n.25 porte esistenti dovranno essere adeguate in modo da avere il verso di apertura nella direzione della fuga.

Le porte che non rappresentano via d'esodo ma sono dotate di maniglione antipanico, al fine di non essere percepite come uscite di sicurezza, saranno adeguate con maniglia normale – non maniglione antipanico.

Gli spazi interni verranno riorganizzati con la creazione di aule e corridoi conducenti alla nuova scala esterna anche per i piani superiori al primo; e conseguentemente saranno installati serramenti con idonee caratteristiche di sicurezza. In merito, alcuni muri divisorii non portanti verranno realizzati seguendo la "**Parete W112 – Rw 53 dB**" o pareti a caratteristiche prestazionali similari. La parete interna Knauf di cui prima, presenta un'orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre che verrà realizzata con profili Knauf in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm², conformi alla norma europea UNI EN 10346.

PROGETTO DEFINITIVO

KNAUF

Parete W112 – Rw 53 dB

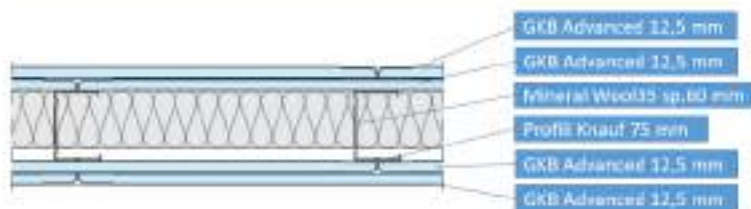


Figura 2 – Parete W112 – Rw 53 dB

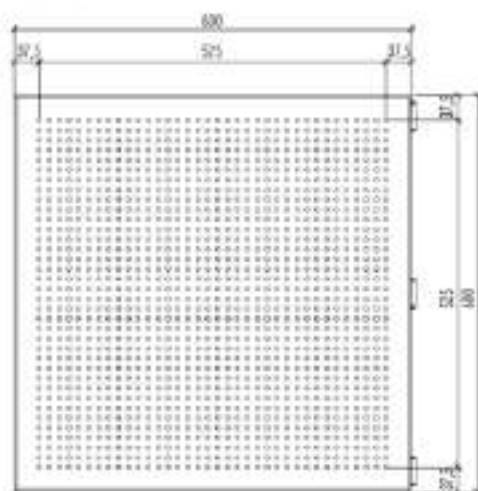
Gli infissi esterni adiacenti a vie d'esodo e per una larghezza di almeno 2.50 mt, dovranno essere sostituiti con altri aventi resistenza al fuoco EI 60.

Il controsoffitto attuale verrà sostituito con uno nuovo, successivamente all'installazione dei numerosi nuovi presidi impiantistici. In particolare si procederà con soluzioni equivalenti a quelle proposte dalla Knauf S.r.l come il **"Controsoffitto modulare Danoline G1"**, una controsoffittatura interna ispezionabile realizzata con pannelli in gesso, su orditura metallica seminascosta. L'orditura metallica, marcata CE in conformità alla norma UNI EN 13964 è realizzata in lamiera d'acciaio zincata e verniciata.

KNAUF

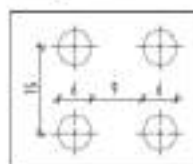
Controsoffitto modulare Danoline

Globe G1

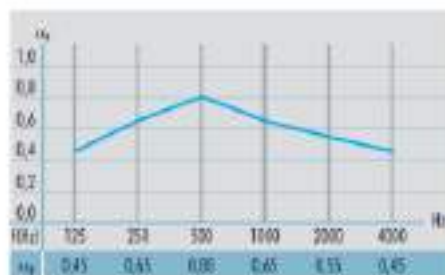


Misure in mm

Dettaglio Globe G1



Coefficiente di assorbimento



Ribassamento 200 mm, α_w 0.60, NRC 0.65 (Pisa, Belgioia, Confor)

Figura 3 – Controsoffitto modulare Danoline

PROGETTO DEFINITIVO

Alcuni degli accessi all'esterno saranno adeguati sostituendo le scale con rampe, in modo da non creare ostacolo per la mobilità delle persone diversamente abili.

Saranno anche previsti percorsi tattili a beneficio delle persone ipovedenti.

A completamento degli interventi edili, poiché la guaina impermeabilizzante in copertura è fortemente deteriorata, se ne prevede la rimozione e la sostituzione con nuova impermeabilizzazione a doppio strato.

Come accennato in precedenza questa soluzione progettuale comporta una redistribuzione degli spazi interni, così come verranno mostrati nelle immagini sottostanti. Si riporta di seguito la tabella indicante l'affollamento previsto ai vari piani così come da progetto esaminato ed autorizzato dai VVF nel luglio 2014.

STATO DI PROGETTO AUTORIZZATO DAI VVF

Piano	Stanza	N° persone per aula didattica	N° persone per piano	N° persone Intero edificio
Terra	C.0.1	180	180	822
Primo	C.1.1	160	178	
	C.1.2	18		
Secondo	C.2.1	140	176	
	C.2.2	36		
Terzo	C.3.1	50	124	
	C.3.2	50		
	C.3.3	24		
Quarto	C.4.1	72	164	
	C.4.2	36		
	C.4.3	18		
	C.4.4	38		

Nel presente progetto, a seguito dell'introduzione della nuova scala esterna che collega tutti i piani, è stato possibile ampliare il numero di persone che possono occupare l'edificio in sicurezza rispetto alle previsioni della precedente versione progettuale che prevedeva una riduzione della capienza rispetto all'affollamento nello stato di fatto.

Si riporta nella tabella di seguito il raffronto tra l'affollamento consentito nel progetto 2014 e quello del progetto attualmente proposto, sotto il profilo della sicurezza per l'esodo, che mostra l'adeguatezza del numero di persone attualmente presenti nell'edificio – 945 unità, prima colonna.

PROGETTO DEFINITIVO

TABELLA N° PERSONE PER OGNI PIANO

Piano	Stato di fatto	Progetto presentato VVF nel 2014	Nuovi limiti VVF con nuova scala a tre moduli
Terra	183	180	300
Primo	202	178	240
Secondo	220	176	240
Terzo	168	124	240
Quarto	172	164	240
TOTALE	945	822	1260

Di seguito si riportano le planimetrie indicanti gli interventi agli infissi e quelli architettonici.

3.3 VANO ASCENSORE

Si richiama l'attenzione circa quanto prescritto dalla risposta alla richiesta di parere di conformità al progetto prot. 7581 del 31 Luglio 2014 dove si chiede per il vano ascensore l'applicazione del DM 15/09/2005.

Essendo l'ascensore costruito precedentemente alla data di entrata in vigore del Decreto e non effettuando modifiche sostanziali, non sussistono i requisiti che rendano obbligatoria la sua applicazione al caso in esame.

Tuttavia, in concertazione con il RUP è stato deciso comunque di rispettare il Decreto valutandolo come migliorata per la sicurezza dei locali; pertanto si prevede l'adeguamento del vano ascensore al DM citato tramite la realizzazione di aperture di areazione di adeguate dimensioni e la protezione al fuoco delle strutture finalizzata al conferimento di classe di resistenza almeno pari a R60.

In particolare, secondo le indicazioni dei VV.F l'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio dovranno essere permanenti e realizzati mediante aperture, verso spazi scoperti, non inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:

- 0,20 m² per il vano di corsa;
- 0,05 m² per il locale del macchinario, se esiste;
- 0,05 m² per il locale delle pulegge di rinvio, se esiste.

Dette aperture dovranno essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare e dovranno, inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili ecc.); tali protezioni non dovranno consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm.

Presso ogni porta di piano di ogni ascensore sarà affisso un cartello con l'iscrizione «Non usare l'ascensore in caso d'incendio».

Sarà infine proibito accendere fiamme libere in cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di rinvio e nelle aree di lavoro, nonché depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore. I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio dovranno essere segnalati con apposita segnaletica conforme al decreto legislativo n. 493/1996.

4 AMBITO STRUTTURALE

4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D.M. 16 febbraio 2007** *Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.*

4.2 CLASSIFICAZIONE PER LA RESISTENZA AL FUOCO

4.2.1 Solaio piani superiori e copertura

I solai del primo, secondo, terzo, quarto orizzontamento e della copertura sono in laterizio a pannelli prefabbricati di tipo "BISAP" con materiale di alleggerimento costituito da blocchi in laterizio collaboranti di dimensioni tali da creare delle nervature che, con la soletta di estradosso, costituiscono la sezione in calcestruzzo reagente.

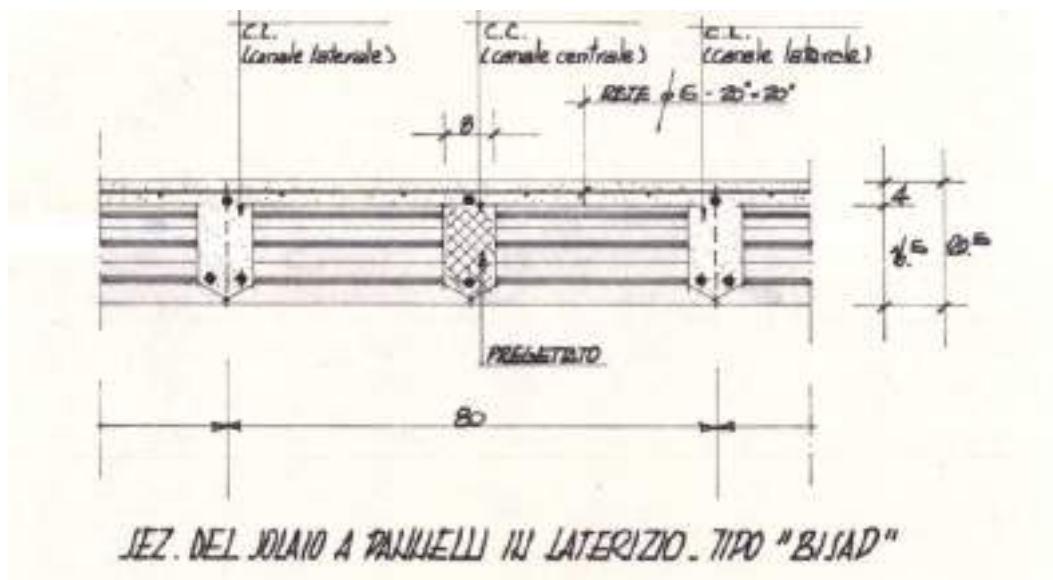


Figura 4 - Da Tavola "Carpenterie, armature e particolari del 1°, 2°, 3° e 4° orizzontamento"

Per il requisito **R60**, valutando con il metodo tabellare, devono essere soddisfatti due requisiti, come mostrato nella tabella sottostante:

1. l'altezza del solaio deve essere almeno 20 cm
2. la distanza dall'asse dell'armatura alla superficie esposta deve essere almeno 3 cm

PROGETTO DEFINITIVO

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	H = 80 / a = 10	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo ⁽¹⁾	H = 80 / a = 10	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai a travetti con alleggerimento ⁽²⁾	H = 160 / a = 15	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75
Solai a lastra con alleggerimento ⁽³⁾	H = 160 / a = 15	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera: 10 mm di intonaco normale (definizione in D.4.1) equivale ad 10 mm di calcestruzzo; 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in D.4.1) equivale a 20 mm di calcestruzzo. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

(1) In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero. In caso contrario la lamiera va protetta secondo quanto indicato in D.7.1

(2) Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

(3) In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni.

Figura 5 – Tabella di cui al punto D.5 per requisito R

Il primo requisito è soddisfatto in quanto il solaio ha altezza strutturale di 20.5 cm.

Per la determinazione della distanza “a” sono stati eseguiti dei saggi in situ il giorno 16/11/2021. Diversamente dalle attese, sono stati rilevati solai in laterocemento senza intonaco e con copriferro variabile da 1 a 3 cm – si veda la documentazione fotografica che segue.

Questo risulta **non** sufficiente rispetto al minimo richiesto dalle prescrizioni per un R60. Per questo motivo sarà necessario proteggere tutti gli orizzontamenti in laterocemento con uno strato di intonaco anti incendio di spessore di 2 cm previa idrolavaggio e stesura di primer.

PROGETTO DEFINITIVO



Figura 6 – Saggi effettuati ai solai per determinare il copriferro

4.2.2 Pilastri e Travi

I pilastri e le travi che compongono la struttura portante dell'edificio sono di tipo metallico; dovendo garantire la prestazione di resistenza al fuoco R60 saranno trattate interamente con pitture intumescenti o altro sistema idoneo certificato tramite rapporti di prova che ne dimostrino l'efficacia prestazionale e siano quindi, a fine lavori, certificabili.

In particolare il prodotto scelto è lo **"SteelMaster 600WF"** della Jotun Protects property (o qualsiasi altro prodotto corrispondente a tali prestazioni), una pittura intumescente monocomponente a basso spessore, acrilica all'acqua di colore bianco e approvata da ente esterno, quale protezione di strutture in acciaio esposte a fuoco celluloso. Tale prodotto può essere utilizzato come mano intermedia per esterni e risulta essere idoneo con primer approvati su acciaio.

4.2.3 Superfici prossime alle vie di esodo esterne

La scala esterna preesistente sarà usata, in accostamento con la nuova e quella interna, come ulteriore via di esodo.

Essendo posta a una distanza dal fabbricato inferiore ai 2,5 mt, per proteggere le persone dall'essere investite dall'eventuale calore irraggiato da un incendio interno al fabbricato, è necessario prevedere che le superfici verticali esterne poste a una distanza inferiore ai 2,5 mt rispetto alla via di esodo, siano certificate resistenti al fuoco con una prestazione almeno pari a REI 60.

Ciò sarà ottenuto sostituendo gli attuali infissi posti nel raggio sopra indicato con infissi aventi caratteristiche EI60 di resistenza al fuoco.

4.3 SCALA ANTINCENDIO ESTERNA

La nuova scala metallica sarà di larghezza 1,80 m, a servizio di tutti i piani e costituita da due rampe per ogni piano con undici alzate ciascuna.

Dal punto di vista urbanistico la scala di emergenza, aperta e scoperta, risulta esclusa dal computo della SUL e della superficie coperta (art. 12 e 15 del DPGR 64/R/2013) e non concorre alla determinazione della sagoma (vedi allegato A al DPGR 64/R/2013). Pertanto non concorre alle distanze dalla strada

La scala è costituita da grigliati metallici e gradini rinforzati (per i quali dettagli si rimanda alla relazione strutturale della scala). La scala ha una struttura autoportante ed è collegata all'edificio tramite giunto tecnico di spessore 20 cm, in modo da non influenzare il comportamento strutturale dell'edificio esistente.

I nuovi profili saranno trattati secondo il seguente ciclo:

- carteggiatura e spolveratura dei nuovi profili non imbrattati
- sgrassatura delle superfici ferrose tramite opportuno solvente
- applicazione di una soluzione fosfatante sulle superfici già preparate
- zincatura a caldo con immersione in vasche contenenti zinco fuso ad alta temperatura
- verniciatura finale con smalto sintetico alchidico di color marrone corten o comunque secondo indicazioni della D.L.

L'intera scala, ad eccezione del primo livello, sarà circondata da una tela metallica in acciaio inox della tipologia **"A.322"** della Costacurta S.p.a o con tela dalle caratteristiche simili.

PROGETTO DEFINITIVO



Figura 7 - Tela metallica A.322 (Costacurta S.p.a)

4.3.1 Considerazioni preliminari sulla tipologia costruttiva della fondazione

Le dimensioni principali della scala, poste alla base delle scelte di carattere tipologico, vengono riassunte di seguito:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| • Altezza complessiva struttura in elevazione: | circa 18,00 m; |
| • Numero di orizzontamenti: | 5 (fino al livello della copertura); |
| • Larghezza corpo principale (dir. trasv. alle rampe): | circa 4,50 m; |
| • Lunghezza corpo principale (dir. parall. alle rampe): | circa 9,50 m; |
| • Larghezza passerelle sbarco: | circa 2,40 m; |
| • Lunghezza passerelle sbarco: | circa 2,40 m; |
| • Superficie corpo principale (per ogni livello): | circa 43 mq/piano; |
| • Superficie passerelle sbarco (per ogni livello): | circa 6 mq/piano; |
| • Superficie complessiva (per ogni livello): | circa 49 mq/piano; |
| • Dimensioni trasversali fondazione: | circa 7,5 m; |
| • Dimensioni longitudinali fondazione: | circa 10 m; |
| • Rapporto fra altezza e dimensioni minime base: | $18/7,5=2,4$ |

La soluzione strutturale consiste nella classica tipologia di scala di sicurezza in carpenteria metallica, soluzione diffusamente adottata anche per altre strutture analoghe all'interno del medesimo complesso universitario.

La fondazione sarà prevista di tipo indiretto su 18 micropali di diametro di perforazione di 240 mm e lunghezza di 10 m, al fine di garantire la portanza richiesta e di limitare il più possibile l'entità dei cedimenti. In tal senso e sempre in virtù dell'elevato rapporto fra altezza della struttura in elevazione e larghezza della base della fondazione, eventuali cedimenti differenziali produrrebbero degli spostamenti orizzontali

PROGETTO DEFINITIVO

rilevanti (pari al valore del cedimento differenziale verticale amplificato del fattore H/L) al livello del giunto in copertura.

Si fa notare inoltre che se la struttura fosse concepita su fondazione diretta si troverebbe in condizioni molto prossime al limite di equilibrio di corpo rigido (si determinerebbe un'eccentricità massima in direzione trasversale superiore alla semilarghezza della fondazione). In ogni caso nelle condizioni sismiche, per effetto della notevole eccentricità della risultante si avrebbe una marcata parzializzazione della sezione di appoggio con elevate concentrazioni di tensioni di compressione del terreno.

4.4 INTERVENTO IN COPERTURA PER INSTALLAZIONE CTA

Sulla copertura dell'edificio è prevista l'installazione di una centrale di trattamento aria centralizzata a servizio del nuovo impianto di climatizzazione.

A supporto degli impianti è prevista la realizzazione di una struttura a grigliato in acciaio appoggiata in corrispondenza delle travi principali di copertura esistenti (IPE 600) sugli allineamenti dei pilastri 1-5-9 e 2-6-10.

In tal modo gli impianti più pesanti potranno scaricare il loro peso direttamente sulla struttura metallica senza sovraccaricare il solaio di copertura, che allo stato attuale risulterebbe non adeguato a sopportare elevati carichi concentrati soprattutto per carenza di resistenza a taglio.

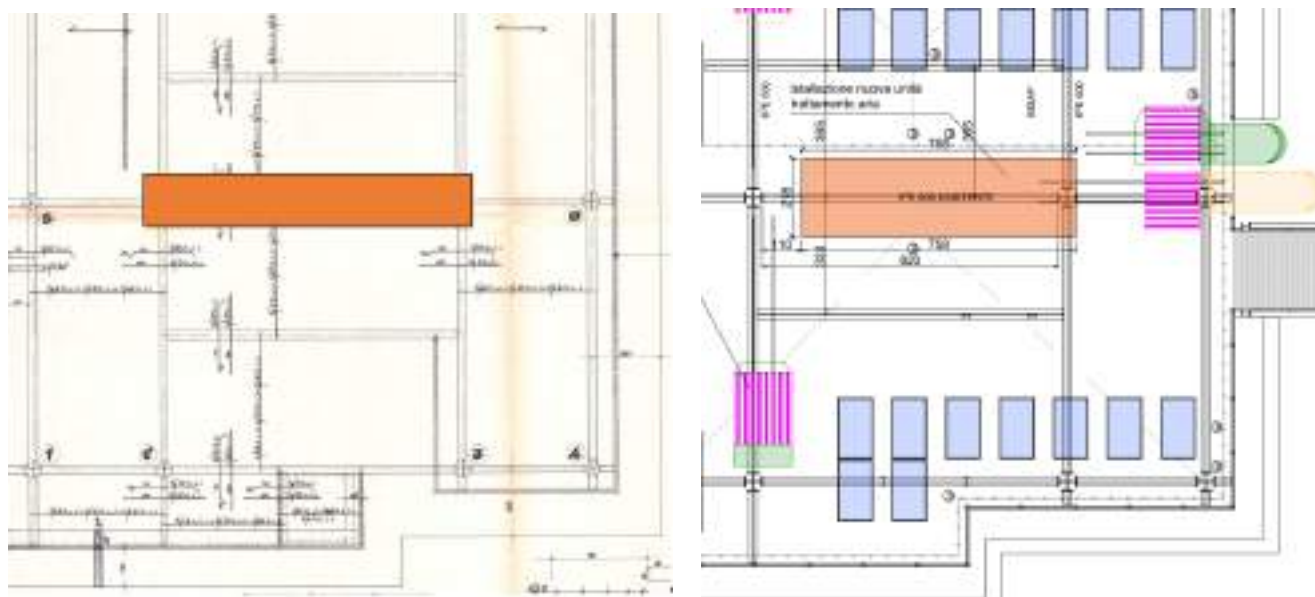


Figura 8 – Posizione degli impianti della CTA sul tetto sovrapposta allo schema strutturale dell'edificio.

4.5 RIFACIMENTO MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE COPERTURA

Come accennato in precedenza viene inoltre previsto nel progetto la realizzazione di un nuovo sistema di impermeabilizzazione posto sopra quello esistente, previa rimozione delle preesistenze e verifiche di tutte le singolarità che potrebbero creare punti pericolosi ai fini delle infiltrazioni.

In particolare il sistema proposto è il **“sistema di copertura Rubbergard EPDM, vincolato meccanicamente (RMA)”** o sistemi ad esso assimilabili per prestazione ed efficienza.

Il precedente prevede uno strato di separazione e regolarizzazione con tessuto non tessuto posato a secco con elemento di tenuta in gomma sintetica, opportunamente vincolata meccanicamente sul piano di posa senza perforazione, grazie all'utilizzo delle strisce adesive in EPDM armato.

In corrispondenza di tutti i cambi di inclinazione maggiori del 15% la membrana dovrà essere vincolata mediante l'utilizzo di specifici metodi di fissaggio meccanico al piede dei risvolti verticali.

Al fine di ottenere un'adeguata riflettanza, si procederà con l'applicazione in due mani incrociate di pittura bianca monocomponente a base di polimeri in emulsione acquosa ad elevata riflettanza solare (SR 86 %; SRI 110) ed emissività all'infrarosso (>90%) tipo **Polar BEAR PLUS** della società COOL ROOF Company srl o pitture equivalenti.

5 AMBITO IMPIANTISTICO ELETTRICO

5.1 QUADRI ELETTRICI

L'obiettivo è quello di preservare il più possibile i quadri elettrici esistenti, intervenendo solo dove necessario, al fine di adeguarli alla nuova condizione impiantistica. Gli interventi più importanti consisteranno nella ridistribuzione dei circuiti elettrici, dovuto al nuovo impianto di illuminazione, e nell'ampliamento massiccio dell'impianto di climatizzazione e ricambio aria.

Per quanto riguarda gli impianti di caldo/freddo e di ricambio aria si può parlare di nuova installazione, pertanto l'impatto energetico che andrà ad avere sul sistema impiantistico elettrico è al momento di difficile stima. Sicuramente sarà da intervenire sul quadro QGBT per modificare l'interruttore di protezione della linea di alimentazione dell'edificio in questione. Successivamente sarà eseguito un nuovo quadro elettrico di smistamento.

Andrà poi realizzato un nuovo quadro elettrico per la gestione e la regolazione degli impianti termici.

5.2 DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Il progetto prevederà la rimozione dei circuiti elettrici facenti parte dell'impianto di illuminazione ordinaria e d'emergenza esistente e la stesura di una nuova distribuzione. Tutti i cavi elettrici di nuova installazione saranno conformi al Regolamento CPR e dimensionati sulla base dei nuovi assorbimenti elettrici.

L'intervento più sostanziale sarà quello di realizzare una nuova dorsale di collegamento fra la cabina elettrica e l'edificio oggetto dei lavori. Attualmente è presente un cavo con formazione 4x(1x35) mm², che sicuramente non sarà sufficiente a sopperire alla richiesta di energia elettrica, dovuta ai nuovi impianti termici e di ricambio aria. Al momento non è possibile determinare la sezione che dovrà avere la nuova dorsale principale di distribuzione.

5.3 CANALIZZAZIONI E TUBAZIONI

Andando ad intervenire su un impianto esistente e risalente alla fine degli anni '80, considerando anche quanto visibile dall'ispezione dei controsoffitti, il progetto prevederà l'installazione di nuovi canali o passerelle portacavi, posizionati nei controsoffitti, dedicati alla posa dei circuiti secondari, come il nuovo impianto di illuminazione ordinaria e d'emergenza. Nel caso di interventi sulle dorsali principali si interverrà con lo sfilaggio dei cavi esistenti e la stesura del nuovo circuito. Per esempio: per la nuova dorsale principale, dalla cabina elettrica al quadro generale edificio, non sono previste opere di scavo e realizzazione cavidotti.

5.4 ILLUMINAZIONE ORDINARIA

Si procederà alla realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione ordinaria, in sostituzione dell'esistente. L'intervento consisterà nella rimozione dei corpi illuminanti e dei circuiti elettrici esistenti, nella stesura di nuove linee elettriche e nell'installazione di nuovi corpi illuminanti a led. Il progetto comprende uno studio illuminotecnico, necessario per individuare la soluzione tecnicamente ed economicamente più adatta all'intervento, nel pieno rispetto dei requisiti normativi imposti dalla norma UNI 12464.

Non essendo un requisito richiesto dalle norme tecniche, ed in virtù dell'obiettivo di preservare il più possibile i quadri elettrici esistenti, l'impianto sarà di tipo tradizionale, ovvero non seguirà gli standard del building automation (es. KNX).

I corpi illuminanti sono predisposti per dimmerizzazione. Da valutare in fase più approfondita di progettazione la possibilità di inserire dei rivelatori di luminosità, che agiscono dimmerando automaticamente il flusso luminoso emesso dagli apparecchi, in base alla luminosità esterna.

5.5 ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA

Si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione d'emergenza, composto da corpi illuminanti a led con batteria singola, per l'illuminazione antipánico, e segnalatori luminosi di tipo a bandiera, per l'indicazione delle vie di fuga e delle uscite di sicurezza come descritto dal progetto antincendio.

La prestazione prevista sarà tale che:

- Ogni lampada dovrà ricaricarsi entro 12 ore;
- Saranno poste su ogni uscita di sicurezza di piano, oltre che nelle vie di esodo e nelle aule;
- Dovrà essere garantita l'intensità di almeno 2 lux a 1 mt da terra in ogni punto e 5 lux in prossimità delle uscite di sicurezza e lungo i percorsi d'esodo.

L'impianto di illuminazione d'emergenza dovrà essere approvato dal responsabile del complesso e dall'eventuale RSPP prima dell'esecuzione dei lavori secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

5.6 RIVELAZIONE INCENDI

Il progetto non prevederà la realizzazione di un nuovo impianto di rivelazione incendi perché, in concertazione con il RUP, è stato valutato di non prevedere locali con carico incendio superiore ai 30 kg/m² (condizione necessaria per l'obbligo dei rilevatori).

5.7 EVACUAZIONE D'EMERGENZA

Il progetto prevederà la realizzazione di un nuovo impianto EVAC, conforme alla norma CEI EN 60849 e ss.mm.ii., composto da:

- Centrale di allarme completa di microfono, amplificatore, generatore di messaggi, display touch screen, interfaccia con periferiche esterne;
- Batteria di alimentazione supplementare;
- Console microroniga digitale, completa di microfono dinamico a stelo;
- Diffusore da soffitto 6W - Pnom/1m 99dB;
- Cavi resistenti al fuoco EN 50200.

La centrale sarà posta nella portineria o in altro luogo costantemente presidiato durante l'uso dei locali

5.8 IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

L'impianto di Forza motrice esistente non sarà modificato. È prevista comunque una manutenzione di tutto l'impianto laddove necessario.

L'intervento sostanziale che riguarda l'impianto di forza motrice è l'alimentazione alle nuove macchine dell'impianto meccanico posizionate sul tetto dell'edificio. Tale alimentazione sarà di nuova realizzazione.

5.9 RETE DI TRASMISSIONE DATI

L'impianto non subirà variazioni se non l'allaccio al punto rete rete più vicino della centrale FireAlarm e della centrale EVAC.

5.10 GABBIA DI FARADAY

Sulla copertura è presente una gabbia di Faraday a protezione dell'edificio dalle scariche atmosferiche. Durante l'intervento in oggetto non vi è un aggravio delle condizioni a contorno, ma, visto che deve essere sostituita la guaina, tale impianto dovrà essere rimosso e successivamente reinstallato. Con l'occasione sarà eseguita una mera sostituzione dell'esistente. Come normativa richiede, a tale impianto dovranno essere collegate le masse e le masse estranee delle apparecchiature installate sul tetto.

6 AMBITO IMPIANTISTICO MECCANICO

6.1 IMPIANTO DI RICAMBIO ARIA

Al momento il polo C della facoltà di Ingegneria di Pisa è sprovvisto di impianto di ricambio aria forzato.

Si procederà alla progettazione di un nuovo impianto di ricambio aria primaria per tutto il polo didattico C.

6.1.1 Dati assunti per il dimensionamento degli impianti

Dati geografici

- Località: PISA (PI)
- Latitudine: 43°43'18.1"N
- Longitudine: 10°23'20.8"E
- Gradi giorno: 1.694
- Zona climatica: D

Per le condizioni termo-igrometriche interne ed esterne:

Condizioni termo-igrometriche invernali	
Esterno	0°C b.s. U.R. 90%
Interno	20,0±1°C b.s. U.R. 30-70%
Condizioni termo-igrometriche estive	
Esterno	31,5°C b.s.
Interno	24,1°C b.u. U.R. 55%

Tali valori risultano conformi a quanto riportato nella norma UNI 10339:1995 (al paragrafo 9.1.1, prospetto III) e superiori a quanto previsto dal European Commission: Manual of standard building specification.

Il calcolo della portata di ricambio aria viene effettuato con le normative sottostanti.

6.1.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi sul tema della qualità dell'aria negli ambienti indoor sono:

- **UNI 10339:1995.** Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- **UNI EN 15251:2008:** Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica;
- **UNI EN 13779:2008:** Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione
- **UNI EN 16798-1:2019.** Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6
- **CEN/TR 16798-2:2019.** Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 2: Interpretation of the requirements in EN 16798-1 - Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics (Module M1-6);
- **UNI EN 16798-3:2018.** Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4);
- **Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Aggiornamento del Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev. 2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor - Rapporto ISS COVID-19 • n. 11/2021**
- **DECRETO CAM: DECRETO 23 giugno 2022:** Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. (17A07439) (GU Serie Generale n.259 del 23-06-2022)

6.1.2.1 Rapporto ISS COVID-19 • n. 11/2021

Durante l'utilizzo degli impianti di ventilazione nelle aule:

- Non dimenticare di mantenere idonee condizioni microclimatiche (es. la temperatura ideale per il benessere fisiologico nel periodo invernale è compresa tra 20 e 22°C e nel periodo estivo tra 24 e 26°C con un grado di umidità relativa dell'aria compresa tra il 35 e il 45% nel periodo invernale e tra il 50 e il 60% nel periodo estivo. Riferimenti contenuti nelle "Linee Guida Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro. Requisiti standard. Indicazioni operative e progettuali"). In questo intervallo, le difese del sistema respiratorio funzionano efficacemente e la vitalità dei microrganismi, come anche quella del virus, è ridotta grazie alle reazioni chimico-fisiche). Fare viceversa attenzione ai livelli di umidità relativa eccessiva superiore al 70% perché in tale situazione si può favorire la crescita di contaminanti di natura microbica (soprattutto funghi filamentosi [muffe] e batteri).
- Controllare se il sistema UTA/VMC rispetta la portata minima di aria esterna **di 4-7 L/s/persona previsti nella norma UNI 10339:1995 e nelle Linee Guida del 2006. Se il sistema lo consente si suggerisce di aumentare la portata minima di aria esterna dell'impianto a 10 L/s/persona** come da indicazione WHO *Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19*.
- Anche nelle aule dotate di UT/VMC si raccomanda di effettuare con maggiore frequenza l'apertura di diverse finestre, balconi e porte;
- Nelle aule scolastiche dotate di specifici impianti di ventilazione UTA/VMC, mantenere attivi l'ingresso e l'estrazione dell'aria 24 ore su 24, 7 giorni su 7, anche riducendo i tassi di ventilazione nelle ore notturne di non utilizzo delle aule e/o gli orari di accensione (es. due ore prima dell'apertura o ingresso dei lavoratori delle imprese che effettuano l'attività di pulizia e proseguire per altre due ore dopo la chiusura/non utilizzo dell'edificio);
- Garantire un buon ricambio dell'aria anche negli ambienti/spazi dove sono presenti i distributori automatici di bevande calde, acqua e alimenti. In questi ambienti deve essere garantita la pulizia/sanificazione periodica (da parte degli operatori professionali delle pulizie) e una pulizia/sanificazione giornaliera (da parte degli operatori addetti ai distributori automatici) delle tastiere dei distributori con appositi detergenti compatibilmente con i tipi di materiali.

6.1.2.1.1 Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata

Deve essere garantita l'aerazione naturale diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone anche per intervalli temporali ridotti. È necessario garantire l'aerazione naturale diretta in tutti i locali abitabili, tramite superfici apribili in relazione alla superficie calpestabile del locale (almeno 1/8 della superficie del pavimento), con strategie allocative e dimensionali finalizzate a garantire una buona qualità dell'aria interna. Il numero di ricambi deve essere quello previsto dalle norme UNI 10339 e UNI 13779.

Per destinazioni d'uso diverse da quelle residenziali i valori dei ricambi d'aria dovranno essere ricavati dalla normativa tecnica UNI EN ISO 13779:2008. In caso di impianto di ventilazione meccanica (classe II, low polluting building, annex B.1) fare riferimento alla norma UNI 15251:2008.

6.1.2.2 Norma UNI 15251:2008

Table 1 — Description of the applicability of the categories used

Category	Explanation
I	High level of expectation and is recommended for spaces occupied by very sensitive and fragile persons with special requirements like handicapped, sick, very young children and elderly persons
II	Normal level of expectation and should be used for new buildings and renovations
III	An acceptable, moderate level of expectation and may be used for existing buildings
IV	Values outside the criteria for the above categories. This category should only be accepted for a limited part of the year

NOTE In other standards like EN 13779 and EN ISO 7730 categories are also used; but may be named different (A, B, C or 1, 2, 3 etc.)

PROGETTO DEFINITIVO

The calculated design ventilation rate is from two components (a) ventilation for pollution from the occupants (bio effluents) and (b) ventilation for the pollution from the building and systems. The ventilation for each category is the sum of these two components as illustrated with the equation (B.1).

The ventilation rates for occupants (q_p) only are listed in Table B.1:

Table B.1 — Basic required ventilation rates for diluting emissions (bio effluents) from people for different categories

Category	Expected Percentage Dissatisfied	Airflow per person l/s/person
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4

32

UNI EN 15251:2008

Room Category	Category	Personnel	Volume (m³)	Temperature (°C)	Humidity (%)	CO ₂ (ppm)	PM ₁₀ (µg/m³)	PM _{2.5} (µg/m³)	NO ₂ (ppb)	SO ₂ (ppb)
Conference room	I	2	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	5,0
	II	2	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	3,6
	III	2	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	2,0
Auditorium	I	0,75	15	0,5	15,5	1,0	16	2,0	17	
	II	0,75	10,5	0,3	10,8	0,7	11,2	1,4	11,9	
	III	0,75	6,0	0,2	6,8	0,4	6,4	0,8	6,8	
Restaurant	I	1,5	7,0	0,5	7,5	1,0	8,0	2,0	9,0	
	II	1,5	4,9	0,3	5,2	0,7	5,6	1,4	6,3	5,0
	III	1,5	2,8	0,2	3,0	0,4	3,2	0,8	3,6	2,8
Class room	I	2,0	5,0	0,5	5,5	1,0	6,0	2,0	7,0	
	II	2,0	3,5	0,3	3,8	0,7	4,2	1,4	4,9	
	III	2,0	2,0	0,2	2,2	0,4	2,4	0,8	2,8	
Kindergarten	I	2,0	6,0	0,5	6,5	1,0	7,0	2,0	8,0	
	II	2,0	4,2	0,3	4,5	0,7	4,9	1,4	5,8	

34

PROGETTO DEFINITIVO

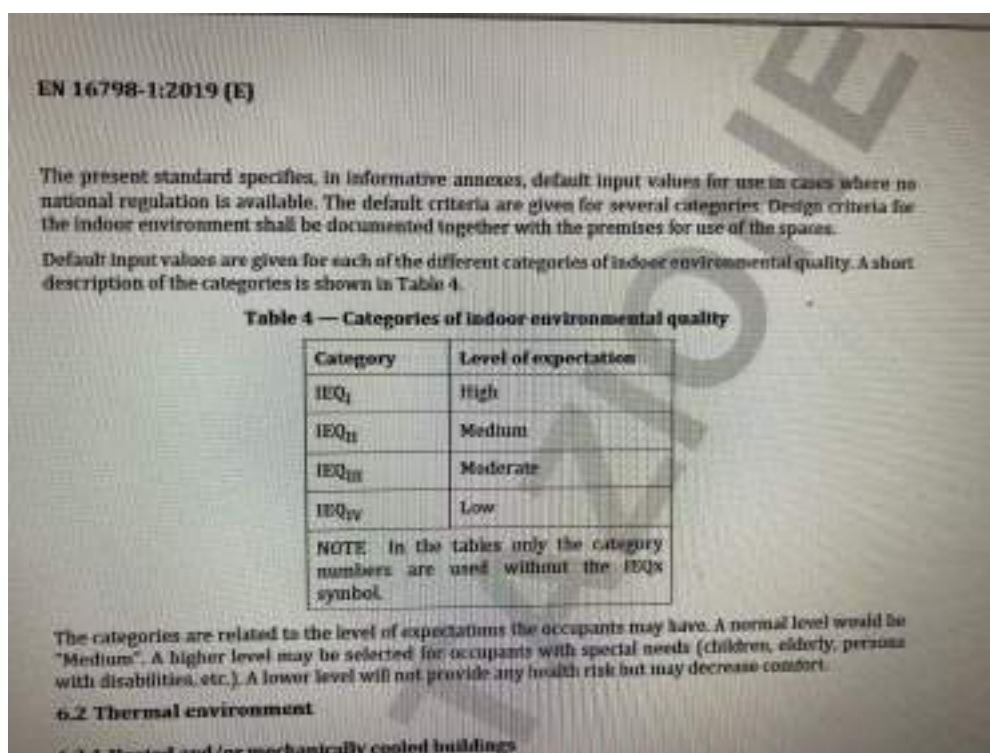
I bagni secondari senza aperture dovranno essere dotati obbligatoriamente di sistemi di aerazione forzata, che garantiscano almeno 5 ricambi l'ora.

Nella realizzazione di impianti di ventilazione a funzionamento meccanico controllato (VMC) si dovranno limitare la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti (ad es. polveri, pollini, insetti etc.) e di aria calda nei mesi estivi.

È auspicabile che tali impianti prevedano anche il recupero di calore statico e/o la regolazione del livello di umidità dell'aria e/o un ciclo termodinamico a doppio flusso per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

6.1.2.3 UNI EN 16798-1:2019

La norma **UNI EN 16798-1:2019** descrive e approfondisce il tema della **qualità dell'aria per gli edifici con e senza ventilazione meccanica controllata**. Per quest'ultimi vengono elencate le metodologie di calcolo per determinare le portate di ventilazione.



PROGETTO DEFINITIVO

in how to define very low-polluting building materials is given in B.4.
Values for occupants (q_p) only are listed in Table B.6.

Table B.6 — Design ventilation rates for sedentary, adults, non-adapted persons for dilution emissions (bio effluents) from people for different categories

Category	Expected Percentage Dissatisfied	Airflow per non-adapted person l/(s per person)
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV	40	2,5

The ventilation rates (q_B) for the building emissions are given in Table B.7.

UNI EN 16798-5:2019

In conclusione quindi si ritiene che la portata di ricambio aria con cui progettare l'impianto, conforme a tutto il sistema normativo al momento in vigore, sia 7 l/s cioè 25,2 mc/h.

Quindi il progetto verrà eseguito dimensionando una centrale di trattamento aria centralizzata, calcolata con una portata di 25 mc/h di ricambio a persona e un numero di capienza delle aule complessiva di 945 persone; si prevede quindi un centrale di circa 25.000 mc/h.

Calcolo ricambio aria:

Piano	N° persone	Ricambio aria [m³/h]	Ricambio aria stanza [m³/h]	Ricambio aria stanza [m³/s]	Velocità [m/s]	Area [m²]
Piano terra	183	25	4.575	1,27	5,00	0,25
Piano primo	202	25	5.050	1,40	5,00	0,28
Piano secondo	220	25	5.500	1,53	5,00	0,31
Piano terzo	168	25	4.200	1,17	5,00	0,23
Piano quarto	172	25	4.300	1,19	5,00	0,24
TOTALE	945		23.625	6,56		1,31

PROGETTO DEFINITIVO

Il calcolo della sezione dei canali nelle varie aule verrà calcolata considerando una velocità dell'aria di 5m/s

La centrale di trattamento aria sarà installata in copertura con i canali di distribuzione posti lungo la facciata (vedasi schema di massima).

La canalizzazione dorsale di distribuzione aria alle varie aule sarà realizzata lungo la parete nord dell'edificio tra la nuova scala di emergenza e la parete stessa.

La distribuzione nelle varie aule verrà eseguita con canalizzazioni in lamiera zincata all'interno del controsoffitto; la difficoltà di installazione consiste nello scavalcare le travi di acciaio presenti a soffitto in entrambe le direzioni; sarà necessario quindi oltrepassare questi ostacoli con delle ricalate dei canali nascoste in finte travi in cartongesso localizzate.

Le CTA saranno dotate di ventilatori di estrazione e di immissione con inverter e con batteria di recupero del calore a flussi incrociati con rendimento superiore al 75%.

Tipologia di centrale di trattamento aria:

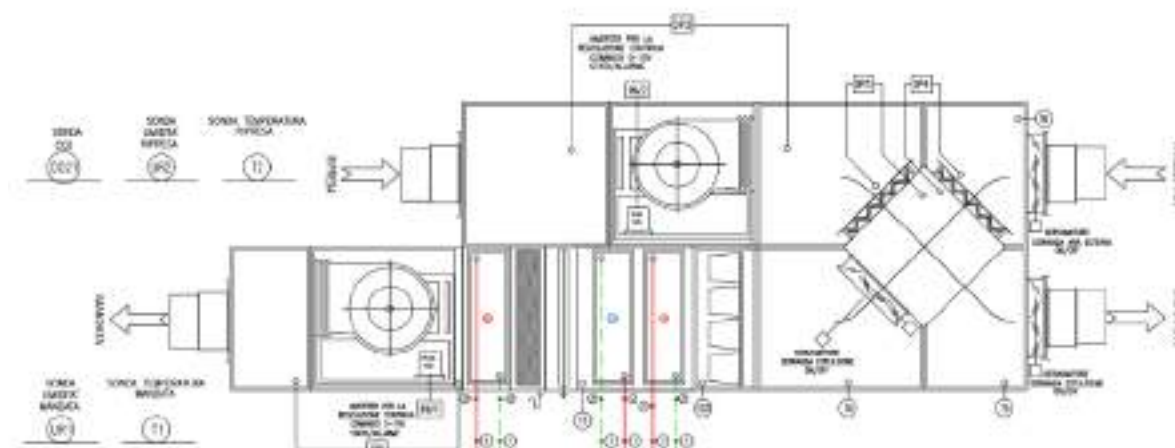


Figura 9 – CTA

È previsto un impianto di regolazione per ogni singola aula, che gestirà e regolerà l'impianto di ricambio aria nel suo complesso e singolarmente, così da raggiungere gli obiettivi progettuali.

Il sistema di regolazione sarà dotato di propria centrale di regolazione e supervisione cui saranno demandati i seguenti compiti principali:

- Regolazione della temperatura degli ambienti;
- attivazione/disattivazione delle unità interne ad orario;
- attivazione/disattivazione delle unità di trattamento dell'aria;
- modulazione della quantità di aria di rinnovo in funzione del numero di presenti (con sonda CO2);
- controllo e regolazione di tutti i parametri delle apparecchiature principali;

Il sistema sarà dotato di interfaccia di comunicazione PC con schermate grafiche, in grado di monitorare ostantemente gli impianti, impostare i set-point generali, forzare il funzionamento dei singoli ambienti.

6.2 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Al momento all'interno del polo C dell'università non è presente un impianto di condizionamento estivo.

È presente invece un impianto di climatizzazione invernale realizzato con semplici fan-coil incassati nei controsoffitti delle varie aule con bocchette di diffusione e griglie di ripresa.

Non esiste un generatore di calore autonomo, il tutto è collegato all'impianto termico centralizzato.

La proposta progettuale prevede l'installazione di una pompa di calore elettrica autonoma da utilizzare con generatore di calore sia invernale che estivo; in questo modo il polo C sarà termicamente autonomo.

Si prevede comunque di collegare il nuovo impianto anche al vecchio impianto di riscaldamento centralizzato per garantire una ridondanza per l'impianto di riscaldamento nel caso di guasto della pompa di calore.

Come potenza si prevede di installare un sistema in pompa di calore composto da n°2 pompe di calore gemelle avente i seguenti dati:

- potenza termica: $\approx 92 \times 2$ kWt (Tin 40°C Tout 45°C Text 0°C)
- potenza frigorifera: $\approx 122 \times 2$ kWf (Tin 12°C Tout 7°C Text 35°C)
- potenza elettrica assorbita: ≈ 80 kWe;

La pompa di calore servirà anche per l'integrazione della centrale di trattamento prima descritta.

Non si prevedono lavori all'impianto di produzione acqua calda sanitaria

La pompa di calore prevista sarà del tipo idronica, con ventilatori assiali e compressori scroll, del tipo silenziata ad alta efficienza per quanto riguarda i consumi elettrici.

La proposta prevede di installare la pompa di calore in copertura accanto alla centrale di trattamento aria.

La distribuzione interna verrà realizzata come indicato di seguito:

- 1) nelle aule e nelle zone controsoffittate tipo bagni e corridoi saranno installati fancoil canalizzati con diffusione dell'aria tramite diffusori a soffitto per una più corretta e uniforme diffusione dell'aria;
- 2) lungo le scale invece saranno installati wall a parete.

La diffusione dell'aria tra fancoil e diffusori sarà realizzata tramite tubi flessibili omologato in classe di reazione al fuoco 1-0, con isolamento termo-acustico in lana di vetro spessore 25 mm, per ridurre la diffusione del rumore all'interno delle aule

6.3 IMPIANTO ANTINCENDIO (SOLO IMPIANTO POLO C N. 6 IDRANTI E TUBAZIONI)

Il progetto non prevede sistemi di spegnimento automatico, l'impianto antincendio sarà realizzato con l'utilizzo di in sistema di naspi/idranti collegato al sistema centralizzato del polo.

Per la progettazione, installazione ed esercizio delle reti di idranti sarà utilizzata la norma UNI 10779.

A tale norma si farà riferimento, per quanto applicabile, per la definizione dei requisiti minimi da soddisfare nella progettazione, installazione ed esercizio delle reti di idranti.

Si richiama l'attenzione circa quanto prescritto dalla risposta alla richiesta di parere di conformità al progetto prot. 7581 del 31 Luglio 2014 dove si prescrive l'applicazione del DM 20/12/2012 e in particolare:

- L'impianto di spegnimento sia dimensionato facendo riferimento al livello di pericolosità pari a "2" di cui alla norma UNI 10779;
- L'alimentazione idrica sia di tipo "Singola Superiore" di cui alla norma UNI 12845;

Essendo l'impianto non di nuova costruzione e non definibile ampliamento con le caratteristiche previste dal Decreto sopracitato, non si ritengono applicabili tali condizioni. Sarà da valutare, in concertazione con il RUP e il comando dei VVF di Pisa se proporlo come miglioria al progetto definitivo e/o esecutivo.

Gli aspetti legati al gruppo di rilancio previsto dal secondo punto citato del DM 20/12/2012 attengono al sistema centralizzato di spegnimento di tutto il complesso della Facoltà di Ingegneria e non è di competenza del lavoro in oggetto.

7 AMBITO ACUSTICO

7.1 VALUTAZIONI ACUSTICHE

In relazione alle problematiche acustiche, dovrà essere prestata particolare attenzione alla **rumorosità degli impianti** nelle parti di attraversamento delle aule, in particolare per quanto attiene alle bocchette di uscita.

La norma UNI 8199:2016 prevede un livello di rumorosità dovuto agli impianti non superiore a 30 dB(A) ed una velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato compresa tra 0.05 e 0.15 m/s per il riscaldamento e tra 0.05 e 0.20 per il raffrescamento (UNI 10339).

Inoltre si dovranno studiare con la dovuta attenzione eventuali attraversamenti delle canalizzazioni, come previsto in alcuni casi nelle tavole progettuali; tali attraversamenti infatti possono ridurre, se non correttamente dimensionati da un punto di vista acustico, il potere fonoisolante delle pareti divisorie, il che può influire sui **requisiti acustici passivi degli edifici** in fase di collaudo finale. In tal caso si procederà con il dimensionamento dell'attraversamento prevedendo un sistema di attenuazione della rumorosità attraverso il perimetro dell'apertura del vano di attraversamento. Per attenuare tali problematiche di rumore tra interno e esterno, in ogni attraversamento della muratura esterna verranno inseriti dei silenziatori all'ingresso di ogni canale ad ogni piano. Per il corretto funzionamento ogni silenziatore dovrà essere murato nella parete per ridurre il più possibile l'eventuale ponte acustico.

Altro aspetto da prendere in esame, sul quale verterà la valutazione acustica di progetto, è l'**impatto acustico** degli impianti posti in copertura, in relazione allo stesso fabbricato in esame ed agli edifici limitrofi; per il fabbricato in esame si dovranno opportunamente dimensionare gli appoggi antivibranti di supporto, che dovranno garantire la non trasmissione delle vibrazioni alle strutture dell'edificio. Per l'esterno, dovranno essere garantiti i limiti di zona previsti dall'attuale Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA).

Inoltre, la centrale di trattamento aria in copertura sarà dotata di quattro silenziatori posti su ogni tratto di canalizzazione in ingresso alla centrale di trattamento aria (espulsione aria viziata, ripresa aria di rinnovo, immissione in ambiente, ripresa dall'ambiente). La pompa di calore, invece, sarà del tipo ad alta efficienza e super silenziata tramite l'utilizzo di gusci di contenimento dei compressori, di ventilatori a velocità ridotta e sezione condensante maggiorata e tramite l'utilizzo di uno speciale sistema flottante di smorzamento delle vibrazioni che consente una riduzione di rumorosità di circa 5-7 dB(A).

In ultimo, ma non meno importante, si verificherà l'**impianto EVAC** da un punto di vista acustico, sia in sede progettuale che di collaudo, secondo le EN 60849, EN 54, UNI 9795:2013, UNI ISO 7240-19, al fine di garantire la corretta intelligibilità dei messaggi sonori prodotti da tali impianti in condizioni di emergenza.

8 CONCLUSIONI

La relazione rappresenta in via definitiva le soluzioni che derivano dall'analisi dello stato di fatto, dalla documentazione agli atti e dagli incontri effettuati con l'Università di Pisa e con il Comando Provinciale Vigili del Fuoco Pisa.

Si è provveduto altresì a redigere una stima sommaria di detti interventi, tenendo conto per quanto possibile del rincaro materiali.

Una volta approvata, con eventuali prescrizioni la nostra proposta, provvederemo a:

- presentare istanza aggiornata integrativa (*) ai Comando Provinciale Vigili del Fuoco Pisa;
- Redigere la progettazione esecutiva per appalto.

(*) Cercheremo come valutato di riagganciarci alla pratica esistente

Vega Engineering S.r.l.

Ing. Livio Radini

