



NEGRI&FAURO

ARCHITETTI

COLLABORATORI:

Prog. Architettonico Arch. Irene Nequinio

Prog. Imp. Elettrico Per. Ind. Derio Turcato

Prog. Imp. Meccanici Ing. Mauro Benozzi



COMUNE DI PADOVA

PROGETTO ESECUTIVO

**EX MACELLO DI VIA CORNARO:
RESTAURO DEL FABBRICATO DEI
"SERVIZI ACCESSORI"**

Allegato 7

RELAZIONI SPECIALISTICHE:

Acustica

Strutture

Imp. elettrico

Imp. meccanici

V.lo Beato Crescenzo, 11 – 35012 Camposampiero (PD)
Tel. e fax 049/9300441 - e-mail info@negrifauro.it

web: www.negrifauro.it

Marzo 2023

RELAZIONI SPECIALISTICHE:

ACUSTICA	pag. 3
STRUTTURALE	pag. 45
IMPIANTO ELETTRICO	pag. 75
IMPIANTI MECCANICI	pag. 117

Acustica

INDICE

1	PREMESSA	1
2	ASPETTI GENERALI.....	2
2.1	RIFLESSIONE, TRASMISSIONE E ASSORBIMENTO IN ASSENZA DI TRASMISSIONI LATERALI (CONDIZIONI DI LABORATORIO) .	2
2.2	DEFINIZIONE DEI PERCORSI DI TRASMISSIONE SONORA IJ (CONDIZIONE IN OPERA)	3
3	DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE.....	4
3.1	POTERE FONOISOLANTE, R	4
3.2	INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE, R_w	4
3.3	POTERE FONOISOLANTE APPARENTE, R'	4
3.4	INDICE DI VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE, R'_w	5
3.5	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO RISPETTO ALL'ASSORBIMENTO ACUSTICO, L_N	5
3.6	INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO RISPETTO ALL'ASSORBIMENTO ACUSTICO, $L_{N,w}$	5
3.7	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO RISPETTO ALL'ASSORBIMENTO ACUSTICO, L'_N	5
3.8	INDICE DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO NORMALIZZATO RISPETTO ALL'ASSORBIMENTO ACUSTICO, $L'_{N,w}$	6
3.9	ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA NORMALIZZATO RISPETTO AL TEMPO DI RIVERBERAZIONE, $D_{2M,NT}$	6
3.10	INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DEGLI ELEMENTI DI FACCIATA E DELLE FACCIATE NORMALIZZATO RISPETTO AL TEMPO DI RIVERBERAZIONE, $D_{2M,NT,w}$	7
3.11	DIFFERENZA DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA PER LA FORMA DELLA FACCIATA, ΔL_{FS}	7
3.12	FORMA DELLA FACCIATA.....	8
3.13	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA MASSIMO PONDERATO A CON COSTANTE DI TEMPO SLOW DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO, L_{ASMAX}	9
3.14	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA EQUIVALENTE PONDERATO A DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO, L_{AEQ}	9
4	LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	10
4.1	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI E LIMITI DI LEGGE.....	11
5	VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI SECONDO IL DM 23/06/2022	12
6	METODO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354 E UNI/TR11175.....	14
6.1	NORMA UNI EN ISO 12354-1: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO DAL RUMORE PER VIA AEREA TRA AMBIENTI.	14
6.2	NORMA UNI EN ISO 12354-2: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO TRA AMBIENTI.	19
6.3	NORMA UNI EN ISO 12354-3: VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DI EDIFICI A PARTIRE DALLE PRESTAZIONI DI PRODOTTI. ISOLAMENTO ACUSTICO CONTRO IL RUMORE PROVENIENTE DALL'ESTERNO PER VIA AEREA.....	22
7	SOFTWARE UTILIZZATI.....	23
8	DEFINIZIONE DEL PROGETTO.....	24
9	ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA	26
9.1	STRATIGRAFIE DI PROGETTO	26

9.2	ISOLAMENTO DI FACCIATA: SALA POLIVALENTE 1 - EST	27
9.3	ISOLAMENTO DI FACCIATA: SALA POLIVALENTE 1 - OVEST.....	28
9.4	ISOLAMENTO DI FACCIATA: SALA POLIVALENTE 2 - EST	29
9.5	ISOLAMENTO DI FACCIATA: SALA POLIVALENTE 2 - OVEST.....	30
9.6	ISOLAMENTO DI FACCIATA: SALA POLIVALENTE 3 – SUD/EST	31
10	STIMA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE	32
10.1	TEMPO DI RIVERBERAZIONE SALA POLIVALENTE 1	33
10.2	TEMPO DI RIVERBERAZIONE SALA POLIVALENTE 2	34
10.1	TEMPO DI RIVERBERAZIONE SALA POLIVALENTE 3	35
11	VERIFICA PRELIMINARE DI IMPATTO ACUSTICO LOCALE TECNICO.....	36
12	CONCLUSIONI.....	39

1 PREMESSA

Il presente studio acustico ha come scopo la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi delle strutture edilizie che caratterizzano il progetto per il restauro del fabbricato dei "servizi accessori" presso l'ex macello di Via Cornaro a Padova.

I progetti relativi a nuove costruzioni devono essere corredati dal progetto acustico redatto da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale, nel rispetto dei requisiti stabiliti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997. Con tale decreto, in attuazione dell'art. 3 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447, sono stati determinati i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Il decreto inoltre fissa il riferimento per i limiti relativi al tempo di riverberazione rimandando alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.3150 del 22/05/1967 recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici degli edifici scolastici

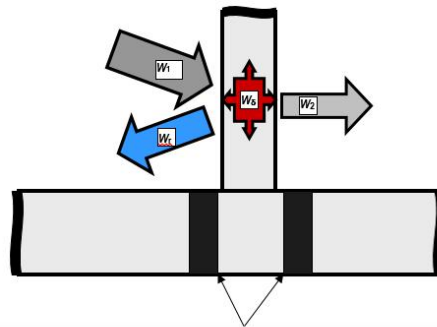
Le prestazioni di isolamento acustico dei singoli componenti edilizi vengono in genere descritte mediante l'indice di valutazione del potere fonoisolante, l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata e l'indice di valutazione dell'isolamento dai rumori di calpestio per i solai.

Il Decreto relativo alla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", fa parte del corpus dei Decreti attuativi della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447, rivolto alla protezione della popolazione esposta alle varie forme che assume questo tipo di inquinamento, tutelandone le condizioni sia in termini di sicurezza della salute, sia in termini di mantenimento della qualità della vita.

2 ASPETTI GENERALI

2.1 Riflessione, trasmissione e assorbimento in assenza di trasmissioni laterali (condizioni di laboratorio)

In laboratorio l'unico percorso di trasmissione presente è quello diretto Dd (Diretto-diretto): potenza entrante nella partizione di separazione W_1 (lato disturbante) ed uscente dalla stessa (lato disturbato) W_2 . Per ottenere questo sono previste pareti spesse in cemento armato e giunti di separazione flessibili che separano completamente i due ambienti di prova.



Schema di trasmissione sonora in laboratorio

- **Coefficiente di riflessione**

Rapporto tra la potenza riflessa da una partizione e la potenza incidente:

$$r = \frac{W_r}{W_1}$$

- **Coefficiente di dissipazione**

Rapporto tra la potenza dissipata in calore da una partizione e la potenza incidente:

$$\delta = \frac{W_\delta}{W_1}$$

- **Coefficiente di trasmissione**

Rapporto tra la potenza trasmessa da una partizione e la potenza incidente:

$$\tau = \frac{W_2}{W_1}$$

- **Coefficiente di assorbimento acustico apparente**

Rapporto tra la potenza non riflessa da una partizione e la potenza incidente:

$$\alpha = \frac{W_1 - W_r}{W_1} = \frac{W_\delta + W_2}{W_1}$$

2.2 Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij (condizione in opera)

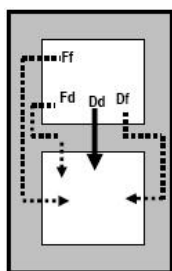
▪ Percorsi di trasmissione

Percorso “ Dd ” (Diretto-diretto): trasmissione entrante nella partizione di separazione (lato disturbante) ed uscente dalla stessa (lato disturbato).

In opera oltre al percorso “ Dd ”, presente anche in laboratorio, si hanno i seguenti percorsi di fiancheggiamento attraverso le partizioni laterali che portano ad un abbassamento delle prestazioni acustiche:

- Percorso “ Df ” (Diretto-fiancheggiamento): trasmissione entrante nella partizione di separazione (lato disturbante) ed uscente dalla partizione laterale corrispondente allo stesso giunto (lato disturbato).
- Percorso “ Fd ” (Fiancheggiamento-diretto): trasmissione entrante da una partizione laterale (lato disturbante) ed uscente dalla partizione di separazione (lato disturbato).
- Percorso “ Ff ” (Fiancheggiamento-fiancheggiamento): trasmissione entrante da una partizione laterale (lato disturbante) ed uscente dalla partizione laterale corrispondente allo stesso giunto (lato disturbato).

▪ Percorsi di trasmissione del rumore aereo tra ambienti sovrapposti

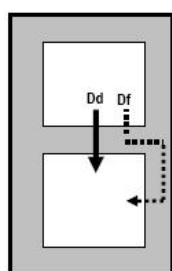


Numero di percorsi di trasmissione:

- un percorso diretto “ Dd ”
- tre percorsi di fiancheggiamento “ Df ”, “ Fd ” e “ Ff ” per ognuno dei quattro giunti.

Totale: 13 percorsi di trasmissione.

▪ Percorsi di trasmissione del rumore di calpestio tra ambienti sovrapposti:

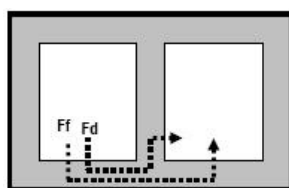


Numero percorsi di trasmissione:

- un percorso diretto “ Dd ”
- un percorso di fiancheggiamento “ Df ” per ognuno dei quattro giunti.

Totale: 5 percorsi di trasmissione.

▪ Percorsi di trasmissione del rumore di calpestio tra ambienti affiancati:



Numero percorsi di trasmissione:

- un percorso diretto “ Fd ”
- un percorso di fiancheggiamento “ Ff ” per il solo pavimento.

Totale: 2 percorsi di trasmissione.

3 DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE

3.1 Potere fonoisolante, R

Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora incidente su un campione di prova, W_1 , e la potenza sonora trasmessa attraverso il campione, W_2 :

$$R = 10 \lg \left(\frac{W_1}{W_2} \right) = 10 \lg \left(\frac{1}{\tau} \right) \quad [\text{dB}]$$

R si determina sperimentalmente da misurazioni in laboratorio secondo la relazione:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

L_1 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente emittente [dB];

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente [dB];

A è l'area di assorbimento equivalente nell'ambiente ricevente [m²];

S è la superficie dell'elemento di separazione [m²].

3.2 Indice di valutazione del potere fonoisolante, R_w

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del potere fonoisolante, R.

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

3.3 Potere fonoisolante apparente, R'

Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora W_1 incidente su una partizione sottoposta a prova e la potenza sonora totale trasmessa nell'ambiente ricevente se, in aggiunta alla potenza sonora W_2 trasmessa attraverso il provino, la potenza sonora W_3 trasmessa dagli elementi laterali o da altri componenti è significativa:

$$R' = 10 \lg \left(\frac{W_1}{W_2 + W_3} \right) \quad [\text{dB}]$$

R' si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$	[dB]
--	------

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando la norma UNI EN ISO 12354-1.

3.4 Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del potere fonoisolante apparente, R' .

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1 e UNI/TR 11175.

3.5 Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_n

Livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$L_n = L_r + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$	[dB]
---	------

Dove:

L_r è il livello medio di pressione sonora di calpestio nell'ambiente ricevente [dB].

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, assunta pari a 10 m².

3.6 Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L_{n,w}$

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo la UNI EN ISO 717-2 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L_n .

La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

3.7 Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n

Livello di pressione sonora di calpestio corrispondente all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$$L'_n = L_i + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando la norma UNI EN ISO 12354-2.

3.8 Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L'_{n,w}$

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento secondo la UNI EN ISO 717-2 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n . La curva di riferimento deve essere traslata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-2 e UNI/TR 11175.

3.9 Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$

Differenza fra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata ed il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, corrispondente ad un valore di riferimento del tempo di riverberazione.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera secondo la relazione:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

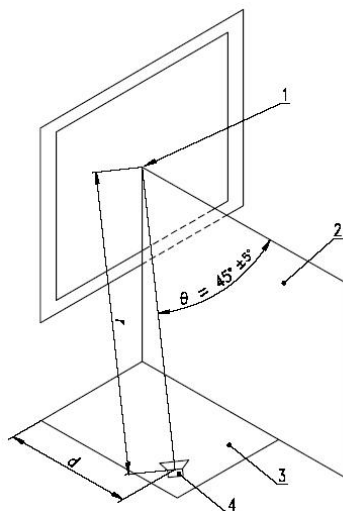
$L_{1,2m}$ è il livello medio di pressione sonora alla distanza di 2 metri dalla facciata [dB].

L_2 è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente [dB];

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente [s];

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento; per le abitazioni, assunto pari a 0,5 secondi.

La sorgente, sonora posta all'esterno dell'edificio, deve essere inclinata di 45° rispetto al centro della facciata considerata come illustrato nell'esempio seguente:



Disposizione dell'altoparlante a 45° per la misura dell'isolamento acustico di facciata

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1, UNI EN ISO 12354-3 e UNI EN 12758.

3.10 Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT,w}$

Valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz dopo traslazione secondo la UNI EN ISO 717-1 riferito a valori d'ottava o di terzi d'ottava dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$.

La curva di riferimento deve essere tralata a passi di un decibel quindi il valore corrispondente risulta essere sempre un numero intero.

La verifica di questo indice è contemplata nel DPCM 5/12/97.

Il calcolo previsionale di questo parametro può essere eseguito utilizzando le norme UNI EN ISO 12354-1, UNI EN ISO 12354-3, UNI/TR 11175 e UNI EN 12758.

3.11 Differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, ΔL_{fs}

Differenza tra il livello di pressione sonora del rumore incidente, $L_{1,in}$, su una facciata sagomata, e il livello di pressione sonora sulla superficie di una facciata piana, $L_{1,s}$, più 6 dB. Questa grandezza può essere determinata mediante la seguente formula:

$$\Delta L_{fs} = L_{1,in} - L_{1,s} + 6 \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$L_{1,in}$ è il livello medio di pressione sonora a livello del piano della facciata, senza la presenza di tale facciata [dB];

$L_{1,s}$ è il livello medio di pressione sonora sulla superficie esterna del piano reale della facciata [dB].

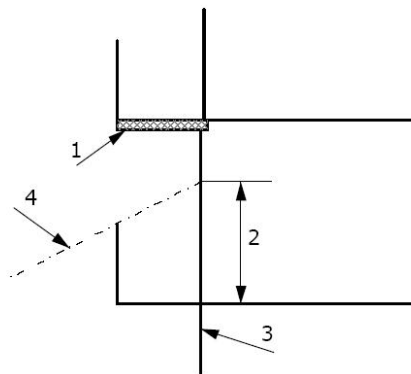
3.12 Forma della facciata

La forma della facciata influenza l'isolamento in quanto eventuali balconi o tettoie possono far aumentare (per effetto schermante) o diminuire (con riflessioni) le prestazioni. Le forme presenti nella norma sono schematizzate nella figura seguente:

ΔL_{15}	1 facciata piana	2 ballatoio	3 ballatoio	4 ballatoio	5 ballatoio
dB					
Assorbimento del tetto (α_w) =	Non applicabile	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	0	-1 -1 0	-1 -1 0	0 0 1	Non applicabile
(1,5 – 2,5) m	0	Non applicabile			-1 0 2
>2,5 m	0	Non applicabile			1 1 2 2 2 3 3 4 6
	6 balcone	7 balcone	8 balcone	9 terrazza	
Assorbimento del tetto (α_w) =	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$	$\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	-1 -1 0	0 0 1	1 1 2	1 1 1	3 3 3
(1,5 – 2,5) m	-1 1 3	0 2 4	1 1 2	3 4 5	5 6 7
>2,5 m	1 2 3	2 3 4	1 1 2	4 4 5	6 6 7

Tipologie di facciate secondo la UNI EN ISO 12354-3

- Legenda
- 1 Assorbimento
 - 2 Altezza dell'orizzonte visivo
 - 3 Piano della facciata
 - 4 Sorgente sonora



Altezza dell'orizzonte visivo

3.13 Livello di pressione sonora massimo ponderato A con costante di tempo slow degli impianti a funzionamento discontinuo, L_{ASmax}

Il livello di pressione sonora L_{ASmax} si ricava come media energetica del livello nell'angolo dell'ambiente più rumoroso e di due livelli in campo diffuso.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera (UNI EN ISO 16032).

3.14 Livello di pressione sonora equivalente ponderato A degli impianti a funzionamento continuo, L_{Aeq}

Il livello di pressione sonora L_{Aeq} si ricava come media energetica del livello nell'angolo dell'ambiente più rumoroso e di due livelli in campo diffuso.

Si determina sperimentalmente da misurazioni in opera (UNI EN ISO 16032).

4 LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

La legislazione nazionale di riferimento vigente, per la valutazione del rumore negli edifici, è la seguente:

- **LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447**, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 254, 30/10/1995).
- **DPCM 5 dicembre 1997**, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 297, 22/12/1997).

In materia di gare di appalto per edifici pubblici, vengono introdotti alcuni criteri sul tema del comfort acustico:

- **DM 23 giugno 2022**, *Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.*

Le normative tecniche di riferimento per la misura dei requisiti acustici passivi degli edifici sono le seguenti:

- **UNI EN ISO 12354-1** Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- **UNI EN ISO 12354-2** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- **UNI EN ISO 12354-3** Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- **UNI/TR 11175** Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN ISO 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
- **UNI EN ISO 717-1** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.
- **UNI EN ISO 717-2** Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore da calpestio.

4.1 Classificazione degli ambienti e limiti di legge

Secondo quanto previsto dal DPCM 5 dicembre 1997 vengono riportati in tabella i valori limite dell'indice di valutazione dei citati parametri, per le differenti categorie di edificio. Nel caso una singola unità immobiliare come una scuola, si fa riferimento al solo isolamento di facciata.

Categorie		Requisiti acustici passivi degli edifici				
		R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax} Impianti a funzionamento discontinuo	L_{Aeq} Impianti a funzionamento continuo
1. D	Attività adibite ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
2. A, C	Attività adibite a residenza, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
3. E	Attività adibite ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
4. B, F, G	Attività adibite ad uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali e assimilabili	50	42	55	35	35

5 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI SECONDO IL DM 23/06/2022

In materia appalti per edifici pubblici, il recente **Decreto Ministeriale 23 giugno 2022**, *Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*, introduce alcuni criteri sul tema del comfort acustico. Questo documento contiene i "Criteri Ambientali Minimi" e alcune indicazioni di carattere generale per gli appalti di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri.

Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI11367, che viene riportato di seguito.

Prospetto A.1 Norma UNI 11367: Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

Descrittore	prestazione di base	prestazione superiore
Isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	63	53

Si nota come l'isolamento di facciata previsto nel DPCM 05/12/97 sia più elevato rispetto al valore previsto dai CAM per cui si farà riferimento al valore del Decreto del 1997.

Per ambienti non adibiti ad attività scolastiche, devono essere rispettati i descrittori acustici della norma UNI 11367:2010 riportati di seguito.

Prospetto C.1 Norma 11367: Valori consigliati dei parametri C_{50} e STI

	C_{50}	STI
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	≥ 0.6
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	≥ 0.5

Valori ottimali di tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1000 Hz sono ricavabili dalle espressioni seguenti:

$$T_{\text{ott}} = 0,32 \log (V) + 0,03 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito al parlato)}$$

$$T_{\text{ott}} = 1,27 \log (V) + 2,49 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)}$$

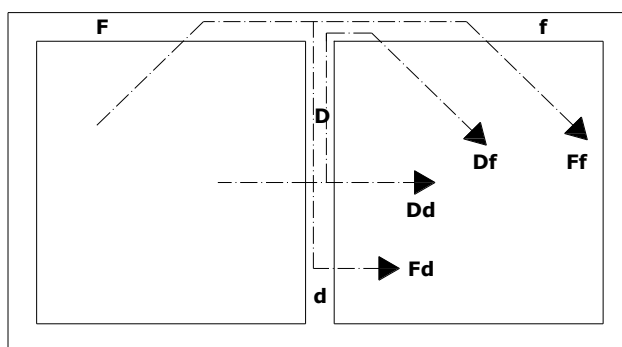
Dove V è il volume dell'ambiente in metri cubi.

6 METODO DI CALCOLO: UNI EN ISO 12354 e UNI/TR11175

6.1 Norma UNI EN ISO 12354-1: valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.

Modello in bande di terzi d'ottava per la trasmissione per via strutturale

Il modello di calcolo prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente a partire dai valori in frequenza del potere fonoisolante degli elementi in esame, ricavando in fine il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717-1.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione vale:

$$R' = -10 \log \left[10^{\frac{-R_{Dd}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{-R_{Ff}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{-R_{Df}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{-R_{Fd}}{10}} \right] \text{ [dB]}$$

Dove:

R_{Dd} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta, in decibel;

R_{Ff} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Ff, in decibel;

R_{Df} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Df, in decibel;

R_{Fd} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Fd, in decibel;

n è il numero di elementi laterali in un ambiente; di solito $n=4$, ma può essere maggiore o minore a seconda del progetto.

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione del potere fonoisolante è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$R_{Dd} = R_s + \Delta R_{Dd} \text{ [dB]}$$

Dove:

R_s è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di separazione, in decibel;

ΔR_{Dd} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento di separazione, in decibel.

I valori del potere fonoisolante laterale sono determinati in base ai valori d'ingresso mediante le equazioni seguenti:

$$R_{Ff} = \frac{R_F + R_f}{2} + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

$$R_{Fd} = \frac{R_F + R_s}{2} + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

$$R_{Df} = \frac{R_s + R_f}{2} + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

Dove:

R_F l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale F nell'ambiente emittente, in decibel;

R_f l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale f nell'ambiente ricevente, in decibel;

ΔR_{Ff} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

ΔR_{Fd} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi sull'elemento laterale lato emittente e/o dell'elemento di separazione al lato ricevente, in decibel;

ΔR_{Df} è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi sull'elemento di separazione lato emittente e/o sull'elemento laterale al lato ricevente, in decibel;

K_{Ff} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Ff, in decibel;

K_{Fd} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Fd, in decibel;

K_{Df} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Df, in decibel;

S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri;

l_f è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali F e f, in metri;

l_0 è la lunghezza di riferimento pari ad 1 metro.

Modello semplificato per la trasmissione per via strutturale

La versione semplificata del modello di calcolo prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente a partire dall'indice di valutazione del potere fonoisolante degli elementi in esame, in conformità con la UNI EN ISO 717-1.

L'applicazione del modello semplificato è limitata alla trasmissione diretta e laterale con elementi essenzialmente omogenei.

L'influenza dello smorzamento strutturale degli elementi è presa in considerazione in modo mediato.

Ogni elemento laterale dovrebbe essere essenzialmente identico sul lato emittente e sul lato ricevente.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente dell'elemento di separazione vale:

$$R'_{w} = -10 \log \left[10^{\frac{-R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{-R_{Ff,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{-R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{-R_{Fd,w}}{10}} \right] \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$R_{Dd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta, in decibel;

$R_{Ff,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Ff, in decibel;

$R_{Df,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Df, in decibel;

$R_{Fd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Fd, in decibel;

n è il numero di elementi laterali in un ambiente; di solito n=4, ma può essere maggiore o minore a seconda del progetto.

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione del potere fonoisolante è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$R_{Dd} = R_s + \Delta R_{Dd} \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$R_{s,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di separazione, in decibel;

$\Delta R_{Dd,w}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento di separazione, in decibel.

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante laterale sono determinati in base ai valori d'ingresso mediante l'equazione:

$$R_{Ff} = \frac{R_F + R_f}{2} + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

$$R_{Fd} = \frac{R_F + R_s}{2} + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

$$R_{Df} = \frac{R_s + R_f}{2} + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$R_{F,w}$ l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale F nell'ambiente emittente, in decibel;

$R_{f,w}$ l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale f nell'ambiente ricevente, in decibel;

$\Delta R_{Ff,w}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato emittente e/o ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

$\Delta R_{Fd,w}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sull'elemento laterale lato emittente e/o dell'elemento di separazione al lato ricevente, in decibel;

$\Delta R_{Df,w}$ è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi sull'elemento di separazione lato emittente e/o sull'elemento laterale al lato ricevente, in decibel;

K_{Ff} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Ff , in decibel;

K_{Fd} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Fd , in decibel;

K_{Df} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Df , in decibel;

S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri;

l_f è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali F e t , in metri;

l_0 è la lunghezza di riferimento pari ad 1 metro.

I dati di ingresso relativi agli indici di riduzione delle vibrazioni K_{Ff} , K_{Fd} , K_{Df} , per i diversi tipi di giunto in comune sono deducibili dall'APPENDICE E allegata alla norma.

Le informazioni relative all'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w sono riportate nell'APPENDICE D allegata alla norma.

APPENDICE D – INCREMENTO DEL POTERE FONOSOLANTE DI STRATI ADDIZIONALI

Prestazioni acustiche di componenti

Nel metodo di calcolo semplificato gli elementi strutturali orizzontali e verticali sono assunti come strutture monolitiche di base (costituiti da un'unica massa oscillante) alle quali possono essere applicati eventuali strati aggiuntivi, considerati come masse oscillanti indipendenti dalla struttura di base. Ciascun elemento strutturale considerato quale prodotto a sé stante è quindi caratterizzato da un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w relativo alla sua componente di base e da un valore dell'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w relativo alla eventuale presenza di ulteriori strati aggiuntivi.

I dati relativi a tali grandezze dovrebbero derivare principalmente da misurazioni effettuate in laboratorio, analogamente ai dati riportati nella norma UNI/TR 11175. Se non sono disponibili i dati di laboratorio, essi possono essere determinati mediante calcoli e formule previsionali di origine sperimentale, indicando le modalità.

L'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ΔR_w può essere anche calcolato in funzione della frequenza di risonanza f_0 del sistema "struttura di base – rivestimento".

Per strati aggiuntivi il cui strato resiliente è fissato direttamente alla struttura di base senza montanti o correnti, la frequenza di risonanza f_0 si ottiene mediante la formula:

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad [\text{Hz}]$$

Dove:

s' è la rigidità dinamica dello strato isolante, in MN/m^3 ;

m'_1 è la massa superficiale della struttura di base in kg/m^2 ;

m'_2 è la massa superficiale dello strato aggiuntivo in kg/m^2 .

Per gli strati addizionali costituiti da montanti o traversi metallici e non direttamente connessi alla struttura di base, dove l'intercapedine è riempita di materiale poroso di isolamento (con resistenza al flusso d'aria $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$) in conformità con la EN 29053, la frequenza di risonanza f_0 si calcola come segue:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{0.111}{d} \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad [\text{Hz}]$$

Dove

d è la profondità dell'intercapedine in metri;

m'_1 è la massa superficiale della struttura di base in kg/m^2 ;

m'_2 è la massa superficiale dello strato addizionale in kg/m^2 .

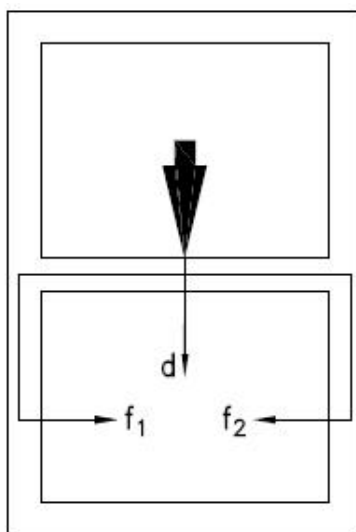
Per le strutture di base con un indice di valutazione del potere fonoisolante compreso tra $20 < R_w < 60 \text{ dB}$, l'incremento risultante dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in seguito all'applicazione di uno strato addizionale, può essere valutato a partire dalla frequenza di risonanza f_0 in conformità con il prospetto D.3 fornito dalla norma:

Frequenza di risonanza del rivestimento (Hz)	ΔR_w (dB)
≤ 80	$35 - R_w/2$
100	$32 - R_w/2$
125	$30 - R_w/2$
160	$28 - R_w/2$
200	-1
250	-3
315	-5
400	-7
500	-9
630-1600	-10
>1600	-5

6.2 Norma UNI EN ISO 12354-2: valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.

Modello dettagliato in bande di terzi d'ottava

Il modello di calcolo dettagliato ed in frequenza prevede il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato a partire dai valori in frequenza degli elementi in esame, ricavando il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717-2.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

Il livello normalizzato di calpestio dell'elemento di separazione vale:

$$L'_n = 10 \lg \left(10^{L_{n,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij}/10} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$L_{n,d}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione diretta, in decibel;

$L_{n,ij}$ è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione laterale, in decibel;

n è il numero degli elementi;

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, per la trasmissione diretta, è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$L_{n,d} = L_n + \Delta L - \Delta L_d \quad [\text{dB}]$$

Dove:

L_n è il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio non rivestito in assenza di trasmissioni laterali, in decibel;

ΔL è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto ad un pavimento galleggiante, in decibel;

ΔL_d è l'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto rivestimenti supplementari, in decibel.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato in frequenza può essere determinato attraverso la seguente relazione:

$$L_{n,ij} = L_n - \Delta L + \frac{R_i - R_j}{2} - \Delta R_j - K_{ij} + 10 \lg \left(\frac{l_{ij}}{S_i} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

R_i è il potere fonoisolante del solaio, in decibel;

R_j è il potere fonoisolante per trasmissione diretta dell'elemento laterale j nell'ambiente ricevente, in decibel;

ΔR_j è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante dovuto a rivestimenti interni dell'elemento laterale j , in decibel;

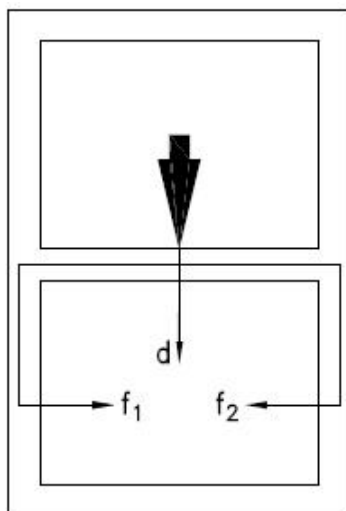
K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione D_f in decibel;

S_i è l'area dell'elemento di separazione (solaio), in metri quadri;

l_{ij} è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali, in metri.

Modello semplificato

Il modello di calcolo semplificato prevede l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato a partire dall'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio dei singoli elementi in esame, ricavando il valore finale dell'indice di valutazione in conformità con la UNI EN ISO 717-2.



Definizione dei percorsi di trasmissione sonora ij tra due ambienti

L'indice di valutazione del livello normalizzato di calpestio dell'elemento di separazione vale:

$$L'_{n,w} = 10 \lg \left(10^{L_{nw,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{nw,ij}/10} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$L_{n,w,d}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione diretta, in decibel;
 $L_{n,w,ij}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per trasmissione laterale, in decibel;
 n è il numero degli elementi;

Per ogni percorso di trasmissione, l'indice di valutazione è previsto in base ai dati di ingresso relativi agli elementi ed ai giunti.

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, per la trasmissione diretta, è determinato dal valore di ingresso per l'elemento di separazione secondo l'equazione:

$$L_{n,w,d} = L_{n,w} + \Delta L_w - \Delta L_{w,d} \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$L_{n,w}$ è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato del solaio non rivestito in assenza di trasmissioni laterali, in decibel;

ΔL_w è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto a rivestimenti supplementari, in decibel;

$\Delta L_{w,d}$ è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto a rivestimenti supplementari, in decibel.

Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato in frequenza può essere determinato attraverso la seguente relazione:

$$L_{n,w,ij} = L_{n,w} - \Delta L_w + \frac{R_{w,i} - R_{w,j}}{2} - \Delta R_{w,j} - K_{ij} + 10 \lg \left(\frac{l_{ij}}{S_i} \right) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$R_{w,i}$ è l'indice del potere fonoisolante del solaio, in decibel;

$R_{w,j}$ è l'indice del potere fonoisolante della parete sottostante, in decibel;

$\Delta R_{w,j}$ è l'indice di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimenti addizionali sul lato ricevente dell'elemento laterale, in decibel;

K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Df in decibel;

S_i è l'area dell'elemento di separazione (solaio), in metri quadri;

l_{ij} è la lunghezza di accoppiamento del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali, in metri.

6.3 Norma UNI EN ISO 12354-3: valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

Metodo di calcolo

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante della facciata vista dall'interno, dall'influenza della forma della facciata e dalle dimensioni degli ambienti. Ne consegue che:

$$D_{2m,nT,w} = R_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0 S} \quad [\text{dB}]$$

Dove:

ΔL_{fs} è la differenza di livello di pressione sonora dovuta alla forma della facciata, in decibel; Tale indice si ricava dall'APPENDICE C allegata alla norma;

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi;

S è l'area totale della facciata vista dall'interno, in metri quadrati;

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, in secondi, per abitazioni 0,5 s;

Nel caso la partizione di facciata risulti composta da diversi elementi (parete opaca, porte, finestre), il potere fonoisolante della struttura complessiva viene calcolato con la formula seguente:

$$R_w = -10 \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} \right)$$

Determinazione della trasmissione laterale

Il fattore di trasmissione della potenza sonora relativo alla trasmissione laterale di un elemento si ottiene a partire dalla somma dei fattori della trasmissione laterale in rapporto a tutte le vie di trasmissione laterale verso questo elemento. Tale procedimento dettagliato è riportato nella norma UNI EN ISO 12354-1.

Solitamente il contributo della trasmissione laterale è trascurabile. Tuttavia, se gli elementi rigidi (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati ad altri elementi rigidi entro l'ambiente ricevente (come pareti divisorie o pavimenti) la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale.

Per lasciare dunque un margine di sicurezza, nei casi di presenza di elementi rigidi, si diminuisca il potere fonoisolante di 2 dB.

7 SOFTWARE UTILIZZATI

Al fine di effettuare i calcoli previsionali dei requisiti acustici passivi secondo i diversi metodi esposti, si utilizzeranno il software Echo 8.1 (ANIT), nonché fogli di calcolo che implementano le norme già descritte. I calcoli possono essere eseguiti per frequenze e per indici di valutazione.

ECHO 8.1 supporta la progettazione e verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici, secondo le norme UNI EN ISO 12354.

Per il calcolo del tempo di riverberazione vengono utilizzati dei fogli di calcolo che implementano i metodi normati citati ai precedenti paragrafi.

8 DEFINIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame prevede il restauro del fabbricato dei “servizi accessori” presso l'ex macello di Via Cornaro a Padova. Si riportano di seguito le piante e prospetti.

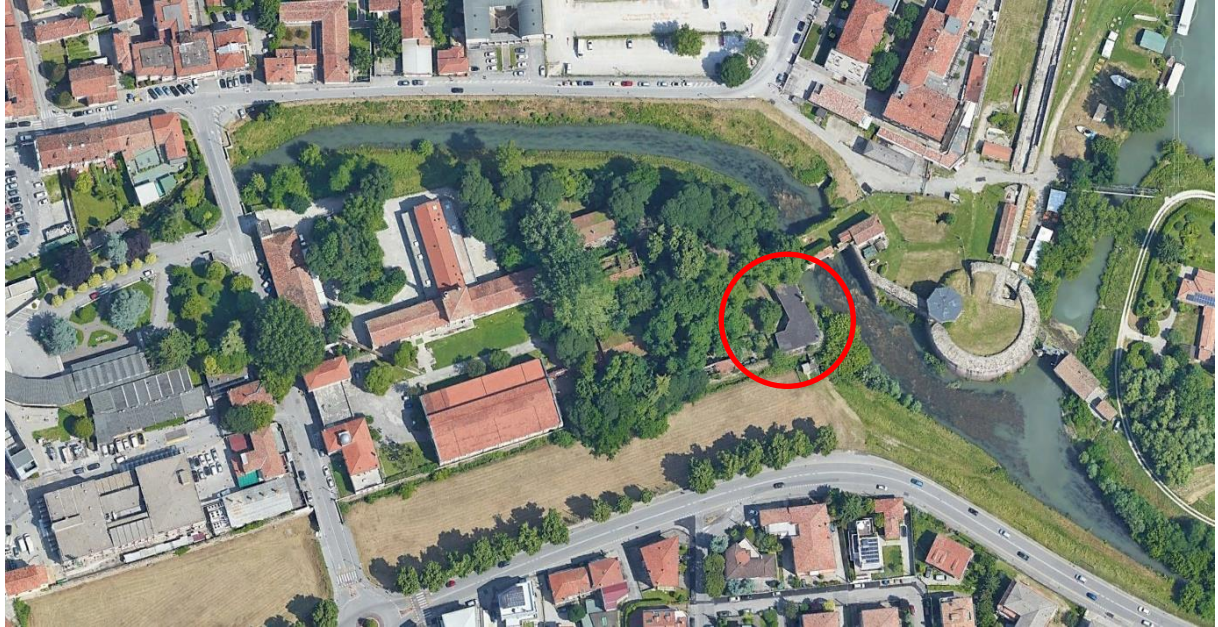
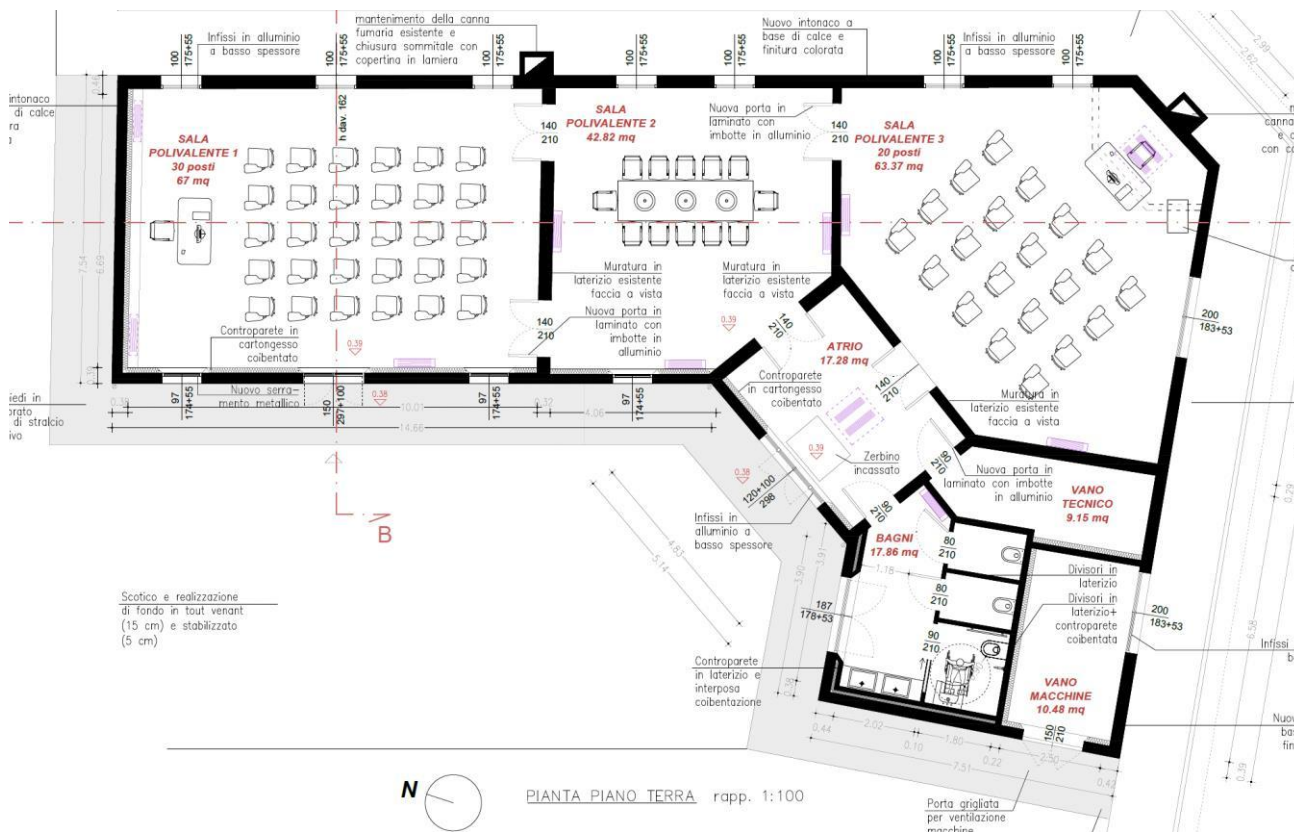
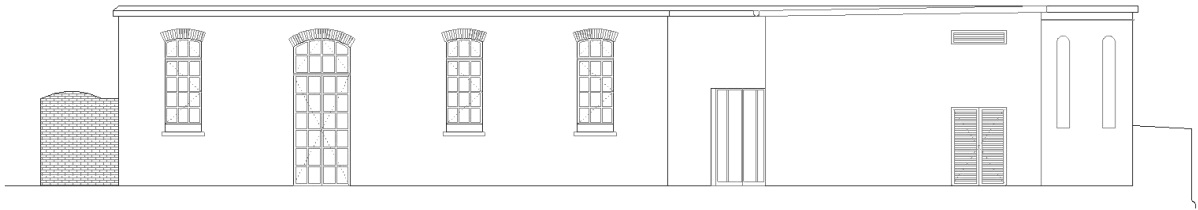


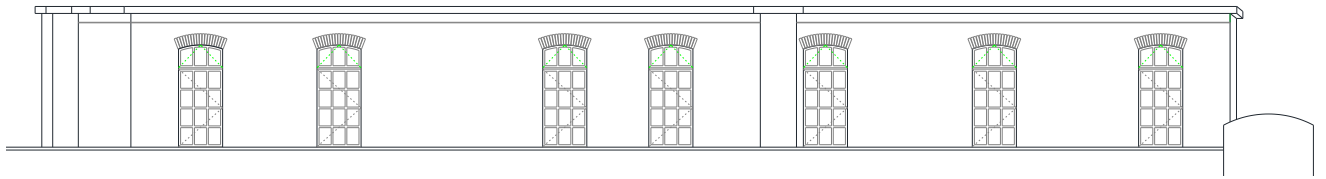
Foto satellitare



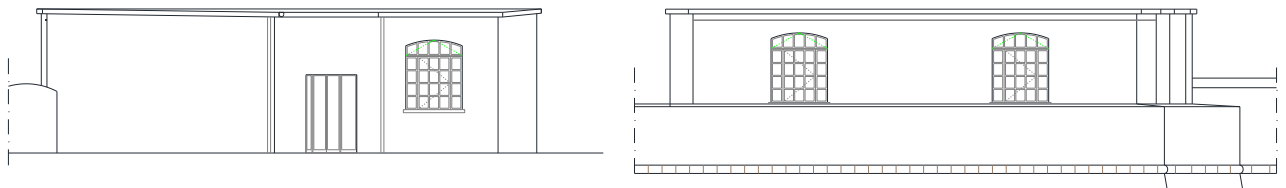
Pianta piano terra



Prospetto Ovest



Prospetto Est



Prospetti Nord e Sud

9 ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

9.1 Stratigrafie di progetto

La **parete esterna** è in muratura di laterizio pieno spessore 30 cm, con controparete interna in cartongesso e lana minerale.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w assunto nei calcoli previsionali: 50 dB.

Serramenti

Ai fini di verificare i requisiti minimi richiesti dalla normativa mediante i calcoli previsionali, vengono utilizzati serramenti (sistema globale telaio + vetro) acusticamente isolanti con un **potere fonoisolante certificato in laboratorio su dimensione effettiva (come da progetto) pari a $R_w = 38$ dB.**

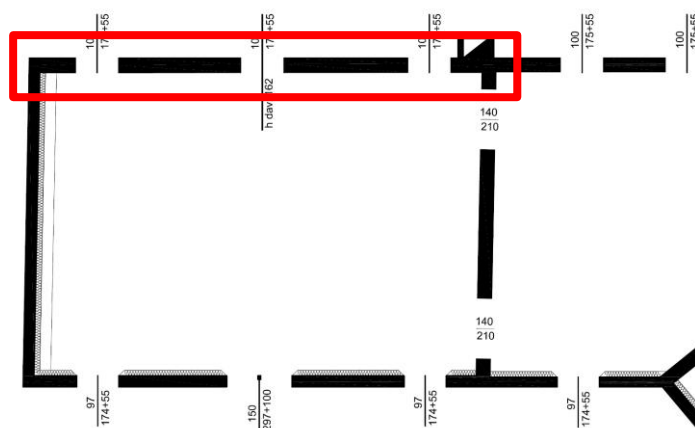
Tale ipotesi vanno assunte come prescrizione MINIMA al fine di rispettare i requisiti di legge.

Porta finestra

Ai fini di verificare i requisiti minimi richiesti dalla normativa mediante i calcoli previsionali, vengono utilizzati serramenti (sistema globale telaio + vetro) acusticamente isolanti con un **potere fonoisolante certificato in laboratorio su dimensione effettiva (come da progetto) pari a $R_w = 36$ dB.**

Tale ipotesi vanno assunte come prescrizione MINIMA al fine di rispettare i requisiti di legge.

9.2 Isolamento di facciata: Sala Polivalente 1 - est



Superficie in pianta	Sp	67.0	m ²
Altezza	a	4.22	m
Lunghezza facciata	l	10.0	m

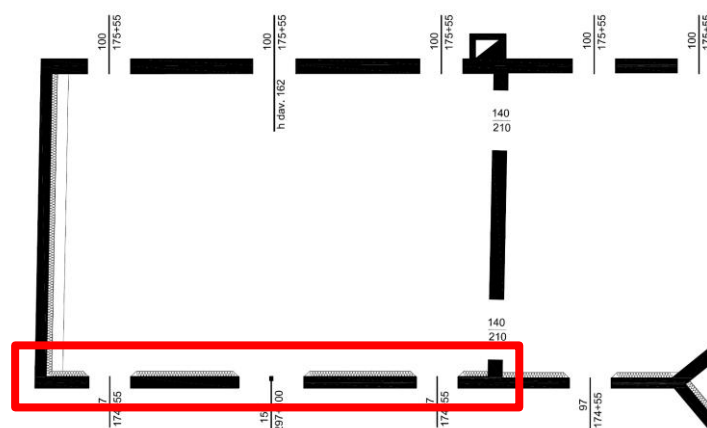
Superficie facciata	S	42.2	m ²
Volume ambiente	V	282.7	m ³
Superficie parete cieca	S _{mur}	35.3	m ²
Superficie vetrata fissa	S _{vet}	6.9	m ²

R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	50	dB
R _w vetrata	R _{w,vf}	38	dB

R _w facciata	R _{w,tot}	44.6	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	42.6	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	46	dB

L'indice di valutazione medio dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w} = 46$ dB risulta nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per attività ricreative).

9.3 Isolamento di facciata: Sala Polivalente 1 - ovest



Superficie in pianta	Sp	67.0	m ²
Altezza	a	4.22	m
Lunghezza facciata	l	10.0	m

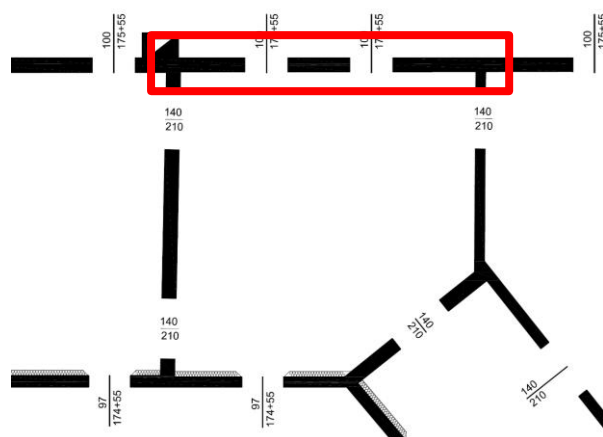
Superficie facciata	S	42.2	m ²
Volume ambiente	V	282.7	m ³
Superficie parete cieca	S _{mur}	31.8	m ²
Superficie vetrata fissa	S _{vet,f}	4.4	m ²
Superficie vetrata apribile	S _{vet,a}	6.0	m ²

R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	50	dB
R _w vetrata fissa	R _{w,vf}	38	dB
R _w vetrata apribile	R _{w,va}	36	dB

R _w facciata	R _{w,tot}	42.2	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	40.2	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	44	dB

L'indice di valutazione medio dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w} = 44$ dB risulta nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per attività ricreative).

9.4 Isolamento di facciata: Sala Polivalente 2 - est



Superficie in pianta	Sp	42.8	m ²
Altezza	a	4.22	m
Lunghezza facciata	l	6.8	m

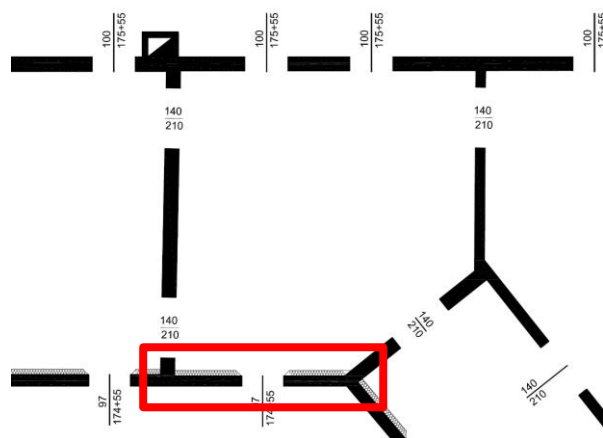
Superficie facciata	S	28.7	m ²
Volume ambiente	V	180.6	m ³
Superficie parete cieca	S _{mur}	24.1	m ²
Superficie vetrata fissa	S _{vet}	4.6	m ²

R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	50	dB
R _w vetrata	R _{w,vf}	38	dB

R _w facciata	R _{w,tot}	44.7	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	42.7	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	46	dB

L'indice di valutazione medio dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w} = 46$ dB risulta nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per attività ricreative).

9.5 Isolamento di facciata: Sala Polivalente 2 - ovest



Superficie in pianta	Sp	42.8	m ²
Altezza	a	4.22	m
Lunghezza facciata	l	4.1	m

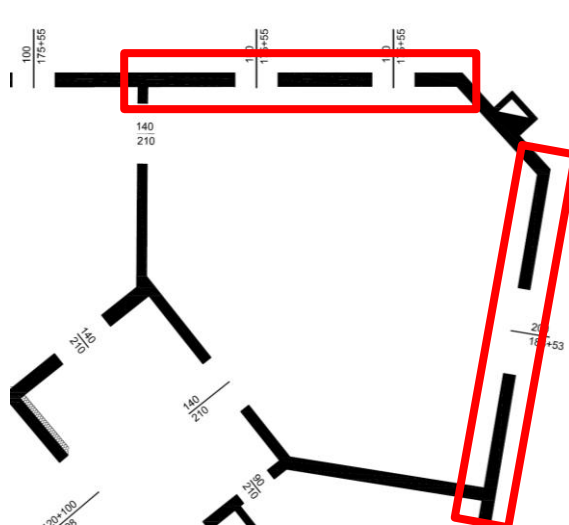
Superficie facciata	S	17.3	m ²
Volume ambiente	V	180.6	m ³
Superficie parete cieca	S _{mur}	15.1	m ²
Superficie vetrata fissa	S _{vet}	2.2	m ²

R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	50	dB
R _w vetrata	R _{w,vf}	38	dB

R _w facciata	R _{w,tot}	45.4	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	43.4	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	49	dB

L'indice di valutazione medio dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w} = 49$ dB risulta nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per attività ricreative).

9.6 Isolamento di facciata: Sala Polivalente 3 – sud/est



Superficie in pianta	Sp	63.4	m ²
Altezza	a	4.22	m
Lunghezza facciata	l	17.6	m

Superficie facciata	S	74.4	m ²
Volume ambiente	V	267.5	m ³
Superficie parete cieca	S _{mur}	65.0	m ²
Superficie vetrata fissa	S _{vet}	9.3	m ²

R _w parete opaca facciata	R _{w,mur}	50	dB
R _w vetrata	R _{w,vf}	38	dB

R _w facciata	R _{w,tot}	45.4	dB
Trasmissione laterale elementi rigidi	K	2.0	dB
R' _w facciata	R' _{w,tot}	43.4	dB
Contributo forma facciata	ΔL _{fs}	0.0	dB
Isolamento di facciata	D _{2m,nT,w}	44	dB

L'indice di valutazione medio dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w} = 44$ dB risulta nei limiti del DPCM 5/12/97 ($D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB per attività ricreative).

10 STIMA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Viene eseguita la stima previsionale del tempo di riverberazione all'interno delle tre sale polivalenti secondo quanto richiesto dal DM 23/06/2022.

Si considera il tempo di riverberazione ottimale come da prospetto UNI 11367:

$$T_{ott}=0.32\lg(V)+0.03 [s]$$

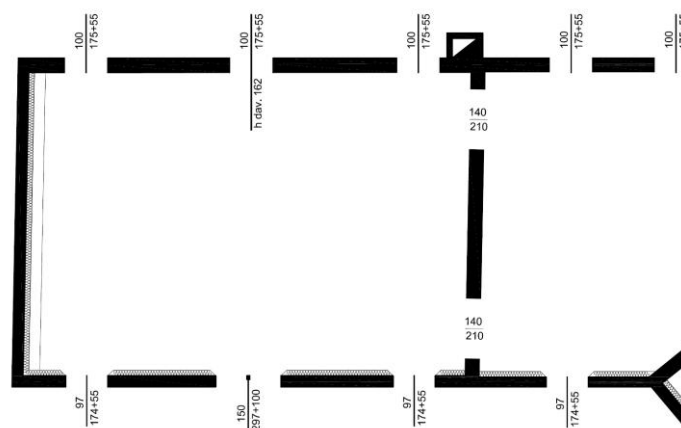
Nei calcoli viene considerato un pavimento in materiale rigido, pareti rivestite in cartongesso e soffitto con pannelli in lana di legno sottile di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland bianco.

A seguire si riportano i coefficienti di assorbimento utilizzati nei calcoli previsionali:

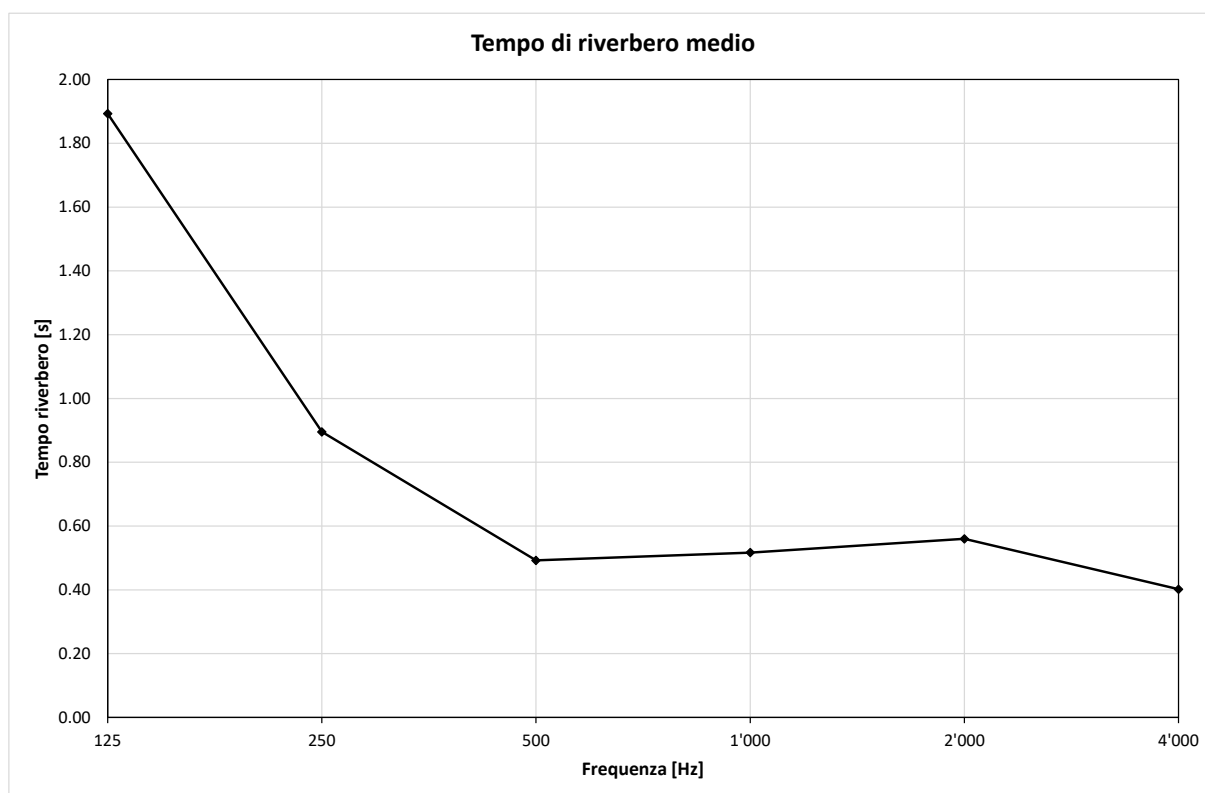
Riempimento con lana di roccia												
CELENIT AB	15	30 (1)	45	324212-B	30.04.2015	0,20	0,50	1,00	0,95	0,65	0,75	
CELENIT AB	15	30 (1)	115	324213-C	30.04.2015	0,30	0,80	1,00	0,90	0,75	0,75	
CELENIT AB	15	50 (2)	200	324213-D	30.04.2015	0,45	0,90	0,95	0,95	0,75	0,75	
CELENIT AB	15	40 (1)	290	324213-F	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,75	0,80	
CELENIT AB	25	30 (4)	55	324214-B	30.04.2015	0,20	0,55	1,00	0,90	0,70	0,90	
CELENIT AB	25	30 (1)	85	324215-B	30.04.2015	0,25	0,70	1,00	0,80	0,75	0,90	
CELENIT AB	25	60 (1)	125	324215-D	30.04.2015	0,40	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	
CELENIT AB	25	30 (4)	200	324215-E	30.04.2015	0,40	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	
CELENIT AB	25	50 (3)	300	324215-F	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,85	0,95	
CELENIT AB	35	30 (4)	65	324216-B	30.04.2015	0,30	0,75	1,00	0,85	0,85	0,95	
CELENIT AB	35	60 (1)	135	324217-B	30.04.2015	0,50	1,00	0,95	0,85	0,85	0,95	
CELENIT AB	35	40 (4)	200	324217-C	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,85	0,95	
CELENIT AB	35	40 (1)	320	324217-E	30.04.2015	0,55	0,90	0,95	0,95	0,90	1,00	

Di seguito si riportano i calcoli del tempo di riverberazione.

10.1 Tempo di riverberazione Sala Polivalente 1



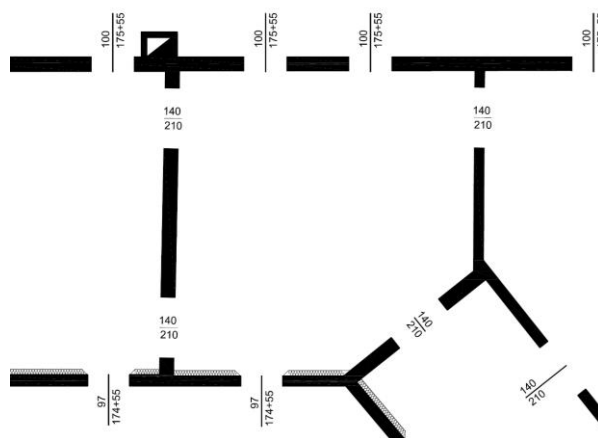
Il tempo di riverberazione è riportato di seguito:



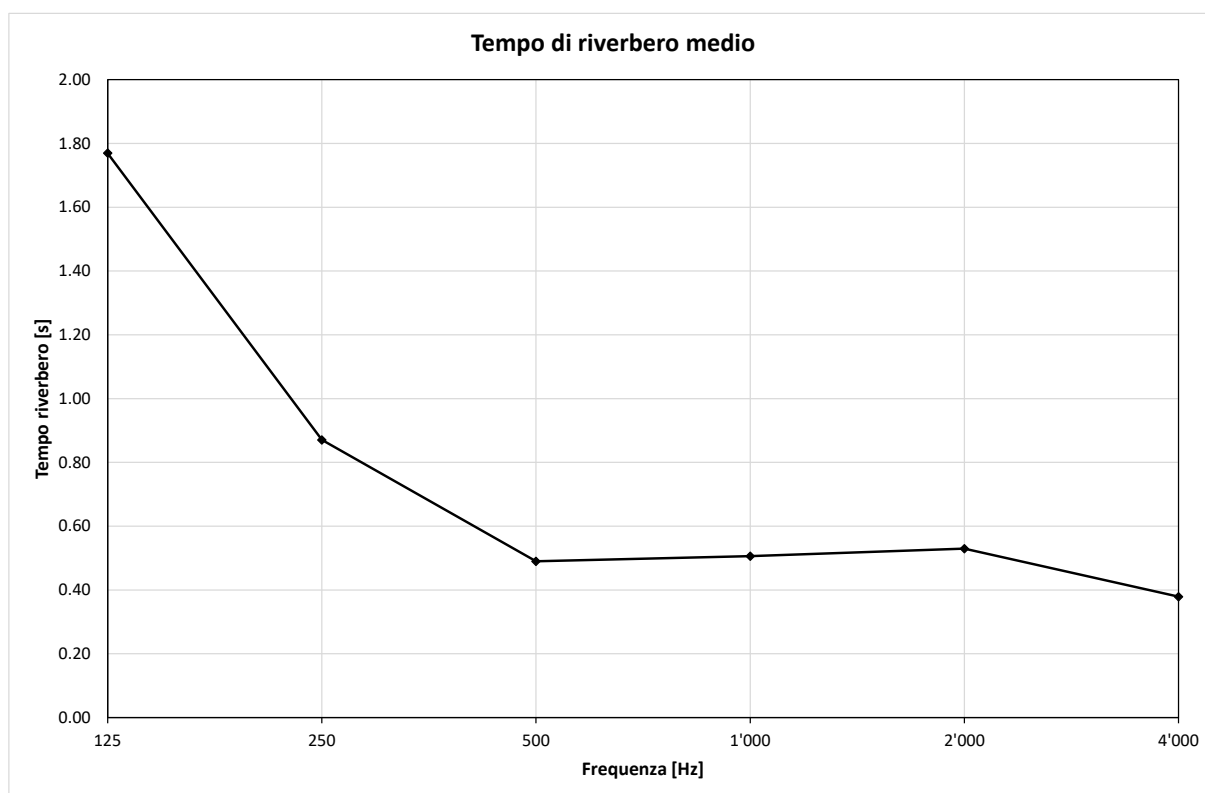
Tempo di riverberazione

POLIVALENTE 1						
	125	250	500	1000	2000	4000
TR stimato	1.89	0.90	0.49	0.52	0.56	0.40
TR ottimale	-	-	0.82	0.82	-	-

10.2 Tempo di riverberazione Sala Polivalente 2



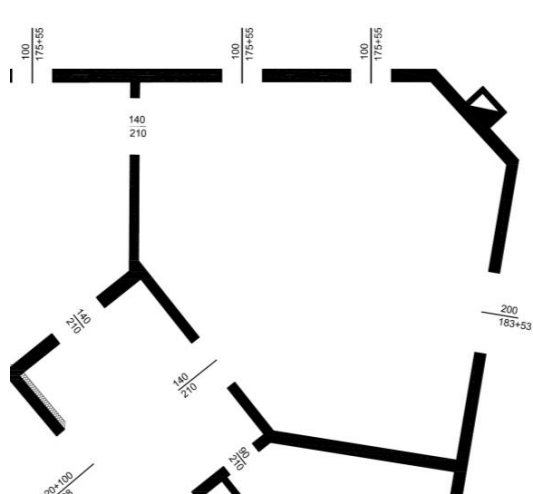
Il tempo di riverberazione è riportato di seguito:



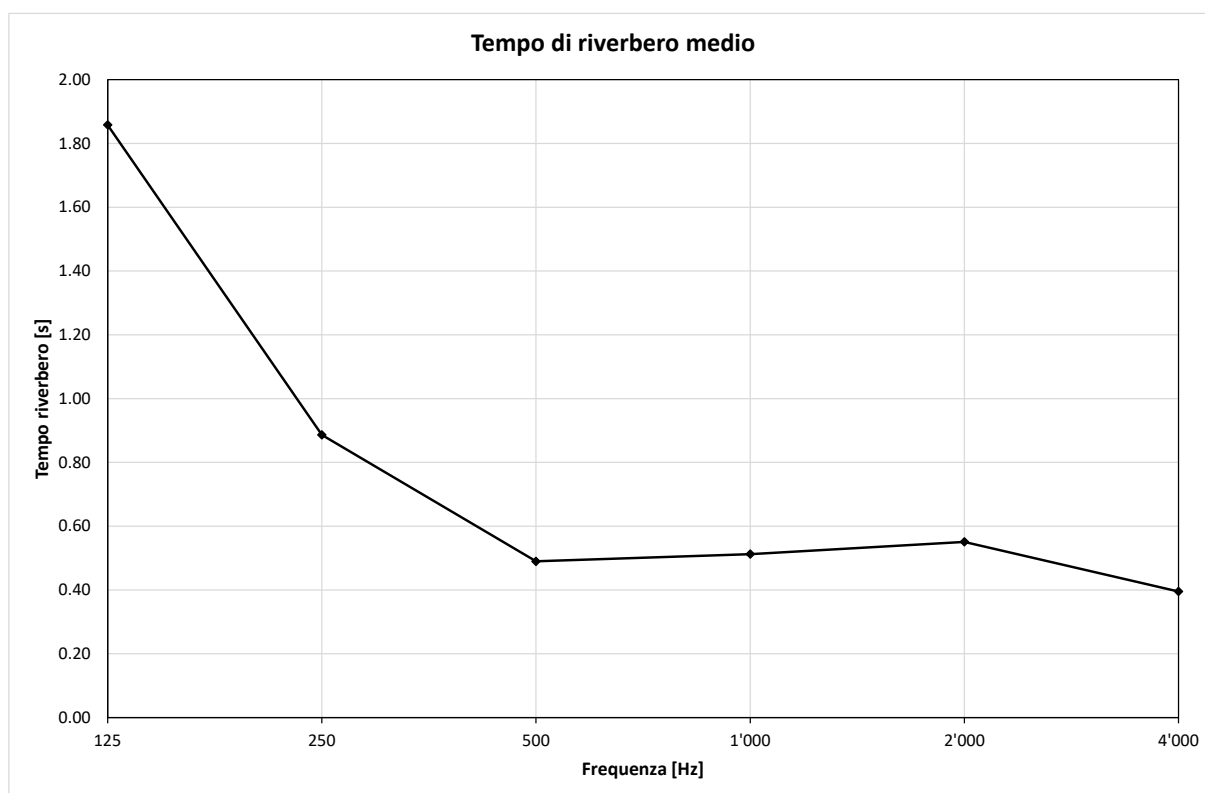
Tempo di riverberazione

POLIVALENTE 2						
	125	250	500	1000	2000	4000
TR stimato	1.77	0.87	0.49	0.51	0.53	0.38
TR ottimale	-	-	0.75	0.75	-	-

10.1 Tempo di riverberazione Sala Polivalente 3



Il tempo di riverberazione è riportato di seguito:



Tempo di riverberazione

POLIVALENTE 3						
	125	250	500	1000	2000	4000
TR stimato	1.86	0.89	0.49	0.51	0.55	0.40
TR ottimale	-	-	0.81	0.81	-	-

11 VERIFICA PRELIMINARE DI IMPATTO ACUSTICO LOCALE TECNICO

Il progetto in esame prevede il restauro del fabbricato dei “servizi accessori” presso l'ex macello di Via Cornaro a Padova, con ricavo di n. 3 sale polivalenti/riunioni a servizio dell'amministrazione comunale.

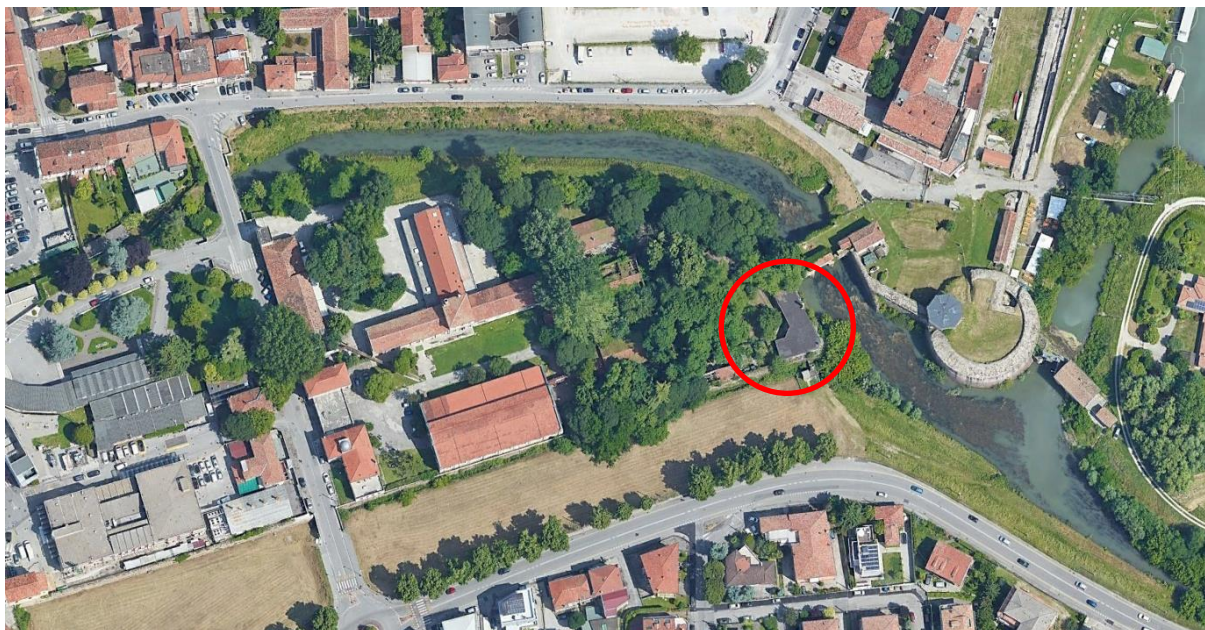
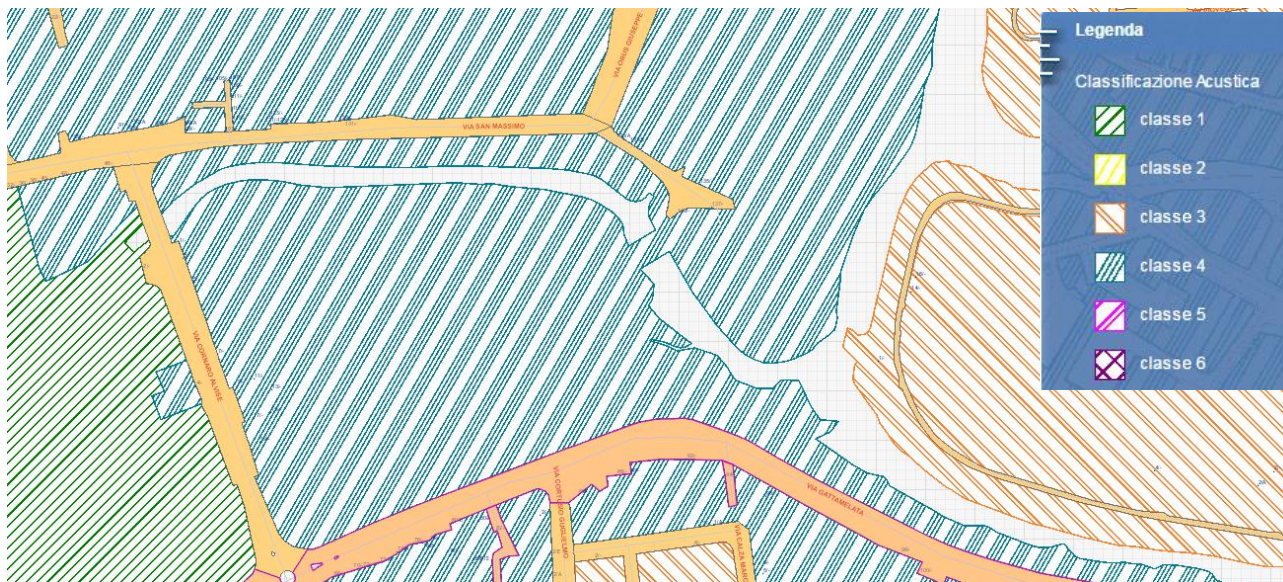


Foto satellitare edificio oggetto di intervento

Il piano di classificazione acustica del comune di Padova classifica la zona in classe IV.



Estratto della zonizzazione acustica comunale

I valori limite di emissione ed immissione sonora da rispettare ai ricettori sono riportati nelle seguenti tabelle.

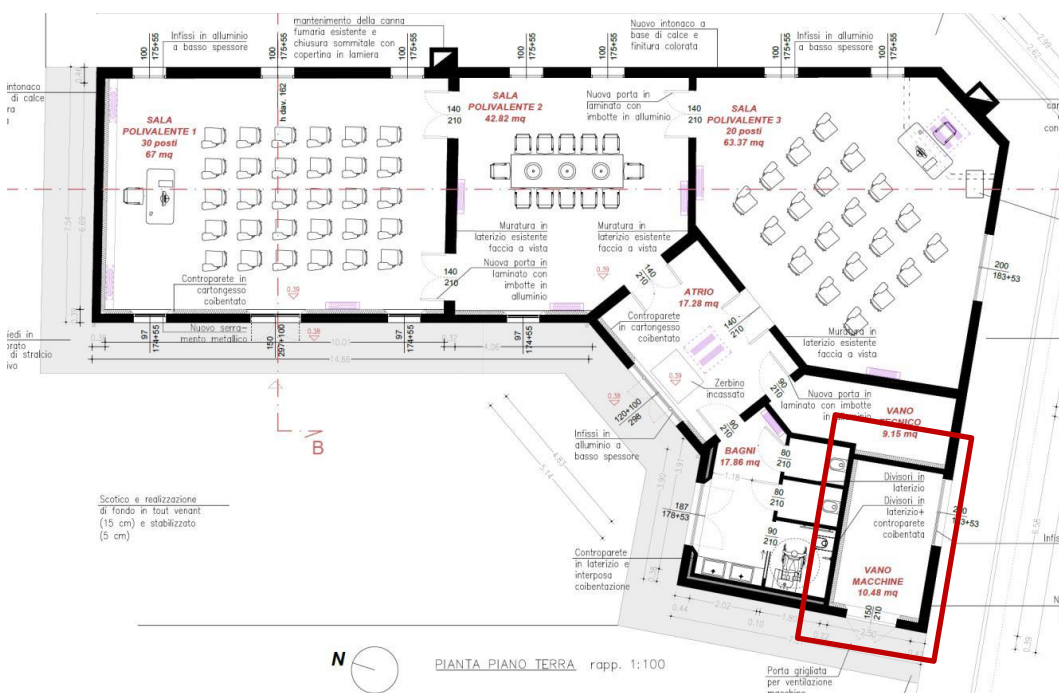
Valori limite di emissione - L_{eq} in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
IV aree di intensa attività umana	60	50

Valori limite di immissione - L_{eq} in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
IV aree di intensa attività umana	65	55

Con riferimento alla valutazione preliminare dell'impatto acustico, l'unica sorgente sonora connessa all'entrata in esercizio del nuovo polo è la piccola centrale tecnologica che ospita le macchine per il riscaldamento e la climatizzazione dei locali. Il vano tecnico è un locale non confinante direttamente con sale riunioni e risulta collegato all'esterno mediante una porta grigliata ed una griglia di ventilazione che permettono la necessaria aerazione (lato ovest).



La macchina ivi presente è la seguente:

- unità a pompa di calore ad espansione diretta secondo il sistema VRF con condensazione ad aria della potenza di 40 kW in raffreddamento e di 45 kW in riscaldamento marca MITSUBISHI modello PUHY-P350YNW-A.
- la pressione sonora ad 1 metro di tale macchina risulta pari a $L_{wA} = 62$ dB(A).

SEER	6,70
------	------

Raccordi per tubi

Conduttura di liquido	12 mm
Conduttura gas	28 mm

Dati sul suono

Livello di pressione acustica

riscaldamento	62,0 dB(A)	(Erläuterung 1)
riscaldamento (Alto)	62,0 dB(A)	(Erläuterung 1)

Schalldruckpegel

Kühlen	62,0 dB(A)	(Erläuterung 1)
--------	------------	-----------------

Livello di pressione acustica

raffreddamento (Alto)	62,0 dB(A)	(Erläuterung 1)
-----------------------	------------	-----------------

Erläuterungen:

1. Schalldruckpegel gemessen in 1 m Entfernung und 1 m Höhe vor dem Gerät
2. Durch Entfernen der Stellfüße kann die Höhe auf 1.798 mm reduziert werden
3. Einfache Weglänge

Unsere Klimaanlage und Wärmepumpen enthalten fluorierte Treibhausgase R410A, R407C, R134a, R32.
Weitere Informationen finden Sie in der entsprechenden Bedienungsanleitung.

Il periodo di funzionamento stimato è pari a 8 ore in periodo diurno e 2 ore in periodo notturno.

Assumendo a favore di sicurezza che il livello di pressione sonora di 62 dB(A) ad un metro dalla macchina sia anche il livello diffuso che viene generato all'interno del locale tecnico, e considerando che da letteratura un foro aperto grigliato offre un abbattimento acustico pari a 7 dB, si stima che i livelli in uscita dal foro di aerazione siano sull'ordine dei 55 dB(A).

Il livello di emissione stimato al confine di proprietà, riferito all'intero periodo diurno e all'intero periodo notturno è pari a:

$$L_{Aeq,day} = 52 \text{ dB(A)} < 60 \text{ dB(A)} - \text{limite di legge rispettato}$$

$$L_{Aeq,night} = 49 \text{ dB(A)} < 50 \text{ dB(A)} - \text{limite di legge rispettato}$$

Vista l'entità delle emissioni stimate a favore di sicurezza, e vista la rumorosità residua di zona, si ritiene non sussistano criticità nel rispetto dei limiti di immissione di zona e nel rispetto del criterio differenziale.

12 CONCLUSIONI

Con la presente relazione tecnica sono stati eseguiti i calcoli previsionali dei requisiti acustici passivi e della qualità acustica relativi al restauro del fabbricato dei "servizi accessori" presso l'ex macello di Via Cornaro a Padova, al fine di verificare la rispondenza del progetto alle prescrizioni minime di legge. Le strutture analizzate in via previsionale risultano essere idonee a garantire i requisiti di legge, fatte salve le seguenti prescrizioni, oltre a quanto già contenuto ai precedenti paragrafi:

Serramenti

Ai fini di verificare i requisiti minimi richiesti dalla normativa mediante i calcoli previsionali, vengono utilizzati serramenti (sistema globale telaio + vetro) acusticamente isolanti con un **potere fonoisolante certificato in laboratorio su dimensione effettiva (come da progetto) pari a $R_w = 38$ dB.**

Tale ipotesi vanno assunte come prescrizione MINIMA al fine di rispettare i requisiti di legge.

Porta finestra

Ai fini di verificare i requisiti minimi richiesti dalla normativa mediante i calcoli previsionali, vengono utilizzati serramenti (sistema globale telaio + vetro) acusticamente isolanti con un **potere fonoisolante certificato in laboratorio su dimensione effettiva (come da progetto) pari a $R_w = 36$ dB.**

Tale ipotesi vanno assunte come prescrizione MINIMA al fine di rispettare i requisiti di legge.

Per quanto riguarda la **qualità acustica** all'interno delle sale, i materiali scelti permettono di raggiungere i limiti di legge richiesti per il **tempo di riverberazione TR.**

Le **emissioni acustiche** dell'unità impiantistica rispettano i limiti di legge previsti dalla classificazione acustica comunale.

I risultati della presente valutazione sono frutto di calcoli previsionali strettamente correlati con l'attuale configurazione del progetto e le relative scelte di materiali e sistemi: variazioni del layout di progetto, dei materiali e dei sistemi rispetto a quanto riportato nella presente potranno comportare variazioni nei risultati finali e di conseguenza nel rispetto dei limiti di legge. Qualsiasi variazione rispetto a quanto contenuto nella presente relazione dovrà necessariamente essere verificata dal tecnico scrivente.

Padova, 07 marzo 2023

Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. **907**, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 17/02/2017.

Ing. Cristian Rinaldi



Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. **609**, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 17/02/2017.

Arch. Maria Elena Bovo



Opere strutturali

INDICE

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
AZIONI VARIABILI AMBIENTALI E NATURALI: NEVE	3
VERIFICA DEI PROFILI IN ACCIAIO	6
STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO	10
PIANO DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE	30

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione riguarda gli interventi di carattere strutturale locale relativi al restauro del fabbricato dei "servizi accessori" (edificio L) dell'ex Macello di via Cornaro a Padova.

L'edificio presenta una pianta approssimabile ad una "L" di lati rispettivamente pari a circa 26.9 e 16.7 metri. La struttura portante in elevazione è in mattoni pieni di laterizio a due teste, con copertura piana orizzontale costituita da travi in cemento armato prefabbricate del cosiddetto tipo "varese" poggianti sulle murature di laterizio stesse. Tali travi sono completate con spaccatine di laterizio all'intradosso intonacate e con tavelloni di laterizio all'estradosso.

Le spaccatine sono appoggiate a secco sull'ala inferiore delle travi varese, e in genere sono fissate mediante l'applicazione localizzata di malta. Le modalità di esecuzione di tale tipologia di soffitto non danno la garanzia di stabilità nel tempo, cosa che si è potuta constatare in realizzazioni simili risalenti al secolo scorso con applicazione diffusa di tale sistema. Il problema è noto anche come sfondellamento o distacco di intonaco, e rappresenta il rischio maggiormente diffuso per i solai. Dal punto di vista strutturale esso non compromette la funzione statica del solaio, ma diventa estremamente pericoloso per l'incolumità delle persone. Il distacco di un metro quadrato di laterizio (spaccatina) e relativo intonaco arriva a pesare circa 50 kg, a cui si aggiunge l'effetto dinamico per caduta dall'alto. In aggiunta agli aspetti costruttivi legati quindi alla posa in opera e alla mancanza di un controllo sistematico sulla tessa, le azioni dirette e indirette che agiscono sull'edificio possono innescare il distacco del soffitto per rottura fragile degli elementi in laterizio. In particolare si può pensare alle azioni di natura sismica, atteso che tutto il territorio nazionale è classificato sismico.

Premesso quanto sopra è necessario prestare attenzione al potenziale distacco del soffitto per proteggere le persone in vista dell'utilizzo futuro del fabbricato. La soluzione a secco che viene proposta è la realizzazione di un controsoffitto autoportante costituito da travi metalliche in appoggio sulle murature, e da un sistema certificato ad esse vincolato avente funzione di antisfondellamento (e anche estetica finale).

Si prevede pertanto la posa di travi in acciaio di sezione HEA120 ad interasse 80 cm per l'appensione del controsoffitto antisfondellamento. Nel vano di luce maggiore è necessario introdurre una trave in acciaio rompitratta, costituita da un profilo HEB220.

Oltre all'intervento suddetto, per necessità di fruizione dei vani in progetto è necessario aprire nuovi varchi sulle murature di laterizio. Tali aperture devono essere integrate da un trave portante

e relativi pilastri di estremità in cemento armato, oltre al cordolo di base in cemento armato (intervento di cerchiatura delle aperture).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento vigente è la seguente:

- D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni.

Si riporta un estratto del Capitolo 2 delle “Norme tecniche per le costruzioni”, relativamente alla valutazione della sicurezza e combinazione delle azioni.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

In quanto segue si riportano le caratteristiche dei materiali per l'intervento in progetto.

ACCIAIO

Per la realizzazione delle strutture metalliche:

- acciaio tipo S275JR.

CEMENTO ARMATO

Per la realizzazione delle strutture in cemento armato:

- calcestruzzo classe C25/30, classe di esposizione XC1.
- acciaio in barre B450C.

AZIONI VARIABILI AMBIENTALI E NATURALI: NEVE

L'intensità del carico di neve sulla copertura di un edificio dipende da una serie di fattori legati a variabili topografiche (zona geografica e quota sul livello del mare della costruzione, ventosità del sito, presenza di edifici circostanti) e alla tipologia della copertura (inclinazione delle falde, rugosità della superficie, presenza di fonti di calore sotto la copertura ecc). Il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo;
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

- C_E è il coefficiente di esposizione;
- C_t è il coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Carico di neve caratteristico al suolo: q_{sk}

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento della neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni per le varie zone. Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, devono essere definiti singolarmente.

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, **Padova**, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Coefficiente di esposizione: C_E

Il coefficiente di esposizione C_E tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati di questo coefficiente sono forniti in Tab. 3.4.I per diverse classi di esposizione. Se non diversamente indicato, si assumerà $C_E = 1$.

Coefficiente termico: C_t

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico della neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto $C_t = 1$.

Coefficiente di forma: C_i

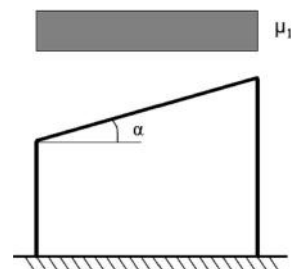
In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo α , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con

l'orizzontale. I valori del coefficiente di forma μ_1 , riportati in tabella seguente si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Copertura ad una falda

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo α . Si deve considerare la condizione riportata in figura, la quale deve essere utilizzata per entrambi i casi di carico con o senza vento.



Il carico neve provocato dalla neve sulla copertura sarà quindi dato dalla seguente espressione

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

Tipo di copertura	Copertura a una/due falde		
Tipo di zona	Zona II		
Regione	Veneto		
Provincia	Padova		
Comune	Padova		
Altezza sopra il livello del mare	a_s	=	30 m s.l.m.
Valore caratteristico della neve al suolo	q_{sk}	=	100 daN/m ²
Coefficiente termico	C_E	=	1.0
Coefficiente di esposizione	C_t	=	1.0
Pendenza falde	p	=	51% %
Angolo delle falde	α	=	27 °
Coefficiente di forma	μ_i	=	0.80
Carico neve sulla copertura	q_s	=	80 daN/m ²

VERIFICA DEI PROFILI IN ACCIAIO

Si prevede la posa di travi in acciaio di sezione HEA120 ad interasse 80 cm per l'appensione del controsoffitto antisfondellamento. Nel vano di luce maggiore è necessario introdurre una trave in acciaio rompitratta, costituita da un profilo HEB 220.

Si riportano i carichi agenti oltre al peso proprio degli elementi portanti:

- spaccatine in laterizio esistenti 20 daN/m²
- intonaco esistente 30 daN/m²
- nuovo controsoffitto+coibentazione 30 daN/m²

PROFILI HEA 120

Il carico di progetto agente sui profili HEA 120 (peso proprio 20 daN/m) è pari a:

$$Q_{Ed} = 1.3 \times 20 + 0.8 \times 1.3 \times (20 + 30 + 30) = 109 \text{ daN/m}$$

Momento sollecitante per carico massimo

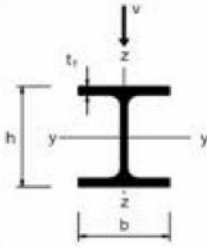
$$M_{Ed} = 109 \times 7.05^2 / 8 = 677 \text{ daNm}$$

(Flessione nel piano dell'anima)			
$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$			
<small> M_{Ed} = momento flettente di calcolo M_{b,Rd} = momento resistente di progetto per l'instabilità χ_{LT} = fattore di riduzione per l'instabilità flessio-torsionale W_y = modulo resistente della sezione f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento γ_{M1} = coefficiente di sicurezza </small>			
INPUT			
Definizione dell'azione sollecitante	M =	<input type="text" value="6.77"/>	[kNm]
Scelta del profilo	HE 120 A	<input type="button" value="▼"/>	L [m] = <input type="text" value="7.05"/>
Classe dell'acciaio	S275JO - S275JR - S275J2	<input type="button" value="▼"/>	Classe sez. <input type="text" value="1"/>
Distribuz. del momento flett. (v. Tab. 4.2.VIII NTC)	parabolica	<input type="button" value="▼"/>	K _c corrisp. <input type="text" value="0.94"/>
OUTPUT			
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.3.2 NTC 2018)			
M _{Ed} =	6.77 [kNm]	M _{Ed} / M _{b,Rd} =	0.37
M _{b,Rd} =	18.19 [kNm]		<input type="button" value="Verifica soddisfatta"/>

Taglio sollecitante per carico massimo

$$V_{Ed} = 109 \times 7.05 / 2 = 384 \text{ daN}$$

(Taglio parallelo all'anima)



$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v(f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$

V_{Ed} = azione tagliante di calcolo
 $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo
 A_v = area resistente a taglio
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT

Definizione dell'azione sollecitante V = [kN]

Scelta del profilo HE 120 A

Classe dell'acciaio S275JO - S275JR - S275J2

OUTPUT

(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.4 NTC 2018)

$V_{Ed} =$	3,84 [kN]	$V_{Ed} / V_{pl,Rd} =$	0,03	Verifica soddisfatta
$V_{pl,Rd} =$	127,92 [kN]			

Freccia elastica della trave HEA 120 (peso proprio trave + controsoffitto)

$$Q = 20 + 0.8 \times 30 = 44 \text{ daN/m}$$

$$f = (5/384) \times 0.44 \times 705^4 / (2100000 \times 606) = 1.11 \text{ cm}$$

Freccia elastica della trave HEB 120 per carico massimo (carico per sfondellamento)

$$Q = 20 + 0.8 \times (20 + 30 + 30) = 84 \text{ daN/m}$$

$$F = (5/384) \times 0.84 \times 705^4 / (2100000 \times 606) = 2.12 \text{ cm}$$

PROFILO ROMPITRATTA HEB 220

Il carico di progetto agente sul profilo rompitratta HEB 220 (peso proprio 71.5 daN/m) è pari a:

$$Q_{Ed} = 1.3 \times 71.5 + 1.3 \times (20/0.80 + 20 + 30 + 30) \times 4.50 = 707 \text{ daN/m}$$

Momento sollecitante per carico massimo

$$M_{Ed} = 707 \times 8.70^2 / 8 = 6689 \text{ daNm}$$

(Flessione nel piano dell'anima)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

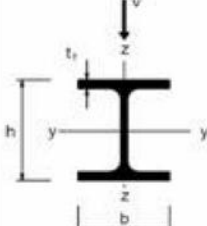
M_{Ed} = momento flettente di calcolo
 $M_{b,Rd}$ = momento resistente di progetto per l'instabilità
 χ_{LT} = fattore di riduzione per l'instabilità flessio-torsionale
 W_y = modulo resistente della sezione
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M1} = coefficiente di sicurezza

INPUT	
Definizione dell'azione sollecitante	M = <input type="text" value="66,89"/> [kNm]
Scelta del profilo	HE 220 B <input type="button" value="v"/> L [m] = <input type="text" value="8,70"/>
Classe dell'acciaio	S275JO - S275JR - S275J2 <input type="button" value="v"/> Classe sez. <input type="text" value="1"/>
Distribuz. del momento flett. (v. Tab. 4.2.VIII NTC)	parabolica <input type="button" value="v"/> K_c corrisp. <input type="text" value="0,94"/>
OUTPUT	
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.3.2 NTC 2018)	
$M_{Ed} =$	66,89 [kNm] $M_{Ed} / M_{b,Rd} =$ 0,42 <input type="button" value="Verifica soddisfatta"/>
$M_{b,Rd} =$	157,71 [kNm]

Taglio sollecitante per carico massimo

$$V_{Ed} = 707 \times 8.70 / 2 = 3075 \text{ daN}$$

(Taglio parallelo all'anima)



$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$

V_{Ed} = azione tagliante di calcolo
 $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo
 A_v = area resistente a taglio
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT	
Definizione dell'azione sollecitante	V = <input type="text" value="30,75"/> [kN]
Scelta del profilo	HE 220 B <input type="button" value="v"/>
Classe dell'acciaio	S275JO - S275JR - S275J2 <input type="button" value="v"/>
OUTPUT	
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.4 NTC 2018)	
$V_{Ed} =$	30,75 [kN] $V_{Ed} / V_{pl,Rd} =$ 0,07 <input type="button" value="Verifica soddisfatta"/>
$V_{pl,Rd} =$	422,18 [kN]

Freccia elastica della trave HEB 220 (peso proprio trave + controsoffitto)

$$Q = 71.5 + (20/0.8 + 30) \times 4.50 = 319 \text{ daN/m}$$

$$f = (5/384) \times 3.19 \times 870^4 / (2100000 \times 8091) = 1.40 \text{ cm}$$

Freccia elastica della trave HEB 220 per carico massimo (carico per sfondellamento)

$$Q = 71.5 + (20/0.8 + 20 + 30 + 30) \times 4.50 = 544 \text{ daN/m}$$

$$f = (5/384) \times 5.44 \times 870^4 / (2100000 \times 8091) = 2.39 \text{ cm}$$

PROFILO TRAVE HEB 220 SU APERTURA TRA ATRIO E SALA 3

Il carico di progetto agente sul profilo HEB 220 (apertura tra atrio e sala 3) è pari a:

$$Q_{Ed} = 1.3 \times 71.5 + (1.3 \times 160 + 1.50 \times 80) \times (6.80/2 + 4.20/2) + 1.3 \times (20/0.80 + 30) \times (2.30/2 + 4.20/2) + 450 \times 2.20 = 3119 \text{ daN/m}$$

Momento sollecitante per carico massimo

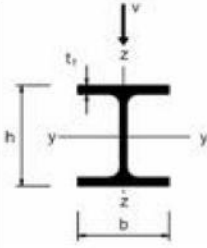
$$M_{Ed} = 3119 \times 1.70^2 / 8 = 1127 \text{ daNm}$$

INPUT	
(Flessione nel piano dell'anima)	
$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$	
<small> M_{Ed} = momento flettente di calcolo M_{b,Rd} = momento resistente di progetto per l'instabilità χ_{LT} = fattore di riduzione per l'instabilità flessione-torsionale W_y = modulo resistente della sezione f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento γ_{M1} = coefficiente di sicurezza </small>	
Definizione dell'azione sollecitante	M = <input type="text" value="11,27"/> [kNm]
Scelta del profilo	HE 220 B <input type="button" value="v"/> L [m] = <input type="text" value="1,70"/>
Classe dell'acciaio	S275JO - S275JR - S275J2 <input type="button" value="v"/> Classe sez. <input type="text" value="1"/>
Distribuz. del momento flett. (v. Tab. 4.2.VIII NTC)	parabolica <input type="button" value="v"/> K _c corrisp. <input type="text" value="0,94"/>
OUTPUT	
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.3.2 NTC 2018)	
M _{Ed} =	11,27 [kNm] M _{Ed} / M _{b,Rd} = 0,05 <input type="button" value="Verifica soddisfatta"/>
M _{b,Rd} =	216,60 [kNm]

Taglio sollecitante per carico massimo

$$V_{Ed} = 3119 \times 1.70 / 2 = 2651 \text{ daN}$$

(Taglio parallelo all'anima)



$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v(f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$

V_{Ed} = azione tagliante di calcolo
 $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo
 A_v = area resistente a taglio
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT				
Definizione dell'azione sollecitante	V = <input type="text" value="26,51"/> [kN]			
Scelta del profilo	HE 220 B ▼			
Classe dell'acciaio	S275JO - S275JR - S275J2 ▼			
OUTPUT				
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.4 NTC 2018)				
V_{Ed} =	26,51 [kN]	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$ =	0,06	Verifica soddisfatta
$V_{pl,Rd}$ =	422,18 [kN]			

Freccia elastica della trave HEB 220 per carico massimo (carico per sfondellamento)

$$Q = 71.5 + (160 + 80) \times (6.80 / 2 + 4.20 / 2) + (20 / 0.80 + 30) \times (2.30 / 2 + 4.20 / 2) + 450 \times 2.20 = 2560 \text{ daN/m}$$

$$f = (5 / 384) \times 25.60 \times 170^4 / (2100000 \times 8091) = 0.02 \text{ cm}$$

STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

Come già sopra citato, il progetto prevede la realizzazione di nuove aperture o la modifica di quelle esistenti dettate dalle destinazioni d'uso dei locali.

La realizzazione e la modifica di aperture nelle murature, oltre all'esigenza di supportare i carichi permanenti e accidentali su di esse agenti, comporta una variazione di rigidità e resistenza alle azioni orizzontali atteso che l'edificio è ubicato in zona sismica (Padova zona sismica classificata 3 - D.G.R.V. n. 244 del 09 marzo 2021).

Le aperture nelle murature si possono individuare come interventi locali disciplinati nelle Norme Tecniche del 2018 al paragrafo:

"8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- . . .

- *modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.*"

La Circolare, riprendendo tale paragrafo, cita quanto segue:

“ . . . la modifica di una parte limitata della struttura (ad es. l’apertura di un vano in una parete, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria, a condizione che si dimostri che l’insieme degli interventi non modifichi significativamente rigidezza, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura. . . .

Per questa categoria di intervento non è richiesta la valutazione della sicurezza globale dell’opera”

Risulta dunque necessario calcolare le perdite di rigidezza e di resistenza dovute alle modifiche progettuali valutate come differenza tra i corrispondenti valori delle pareti calcolati nella situazione iniziale rispetto a quelli nella situazione finale.

L’approccio più comune consiste nel prevedere l’inserimento di una cerchiatura metallica o in cemento armato all’interno della muratura.

Le NTC2018 e la relativa Circolare applicativa non danno indicazioni sul metodo di valutazione della rigidezza. Tuttavia utili informazioni per effettuare tale valutazione si possono trovare nel parere del comitato tecnico-scientifico della Regione Toscana all’interno del documento “Orientamenti interpretativi in merito a interventi locali o di riparazione in edifici esistenti”, di cui si riporta un estratto:

“ . . . 1.2 Calcolo e verifica. Le indicazioni sono suggerite al punto C8.4.3. In particolare, ai fini del dimensionamento degli elementi e della parete nel suo stato di progetto, deve essere dimostrato:

- che la rigidezza dell’elemento variato (parete) non cambi significativamente rispetto allo stato preesistente ($\pm 15\%$);

- che la resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali. Il taglio ultimo della parete e lo spostamento ultimo dovranno essere superiori ai valori dello stato iniziale.

Dovrà essere sufficientemente argomentato che tale intervento non cambia significativamente il comportamento globale della struttura. “

In accordo con questo parere si può assumere che la variazione di rigidezza non è significativa se rimante entro il 15%.

Il calcolo degli interventi di cerchiatura viene condotto impiegando il seguente codice di calcolo:

PRO_CAD Interventi locali - Verifica cerchiature

Software per verifica e progetto di aperture di vani in setti murari. Versione: 2023.02.0025h

Produttore distributore: 2SI - Software e Servizi per l’Ingegneria s.r.l., via G. Garibaldi, 90 - 44121

Ferrara FE (Italy).

METODOLOGIA DI VERIFICA

La verifica risulta positiva quando la resistenza alle forze orizzontali V post-operam risultano maggiori o uguali a quelle ante-operam, con variazioni di rigidezza non sostanziali (+/- 15.00%).

Il calcolo di V viene svolto secondo i due seguenti criteri:

1 - criterio di rottura per fessurazione diagonale

Nel caso di muratura non armata in cui la rottura del pannello è di tipo fragile e caratterizzata da lesioni diagonali a 45° l'azione tagliante ultima è determinabile, come specificato nella Circolare n. 7/2019 CSLLPP al punto C8.7.1.16, con la seguente relazione:

$$V_t = L t \frac{f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{f_{td}}}$$

dove:

- L lunghezza del pannello murario
- t spessore del pannello murario
- f_{td} resistenza di calcolo a trazione per fessurazione diagonale della muratura ($f_{td} = 1,5 \sigma_o$)
- σ_o tensione normale media riferita all'area totale della base del setto
- b Coeff. correttivo dipendente dalla snellezza della parete. ($b = \min[H/L; 1.5] \geq 1$)

2 - criterio di rottura per pressoflessione

$$V_{pf} = \frac{L^2 t \sigma_o}{2 H} \left[1 - \frac{\sigma_o}{0,85 f_d} \right]$$

dove:

f_d resistenza di calcolo a compressione della muratura

La rigidezza del singolo pannello murario K viene valutata con la seguente relazione:

$$K = \frac{1}{\frac{H^3}{n E J} + \frac{1,2 H}{G A}}$$

dove:

- E, G moduli di elasticità normale e tangenziale della muratura
- J momento di inerzia del maschio murario ($J = t L^3 / 12$)
- n coeff. relativo al grado di vincolo offerto dal traverso superiore.
Nel caso in esame $n=3$ (senza cordolo o cordolo deformabile => schema a mensola).
- A area del maschio murario ($A = t L$)
- H altezza pannello = altezza del piano
(parete senza fasce murarie rigide)

La rigidezza complessiva risulterà dalla sommatoria dei contributi dei singoli maschi murari che formano la parete.

La resistenza ultima a taglio verrà calcolate in base alla curva caratteristica del diagramma V- δ

TELAIO DI CERCHIATURA DELLE APERTURE

Definendo:

$\Delta K = K_{sa} - K_{pr}$ (carenza di rigidezza della muratura a seguito dell'intervento)

il telaio, per poter sopperire a tale carenza dovrà avere una rigidezza K_t maggiore o uguale a ΔK

La rigidità del telaio è data dalla sommatoria delle rigidità dei singoli montanti costituenti la cerchiatura.

Rigidità del montante $K_i = n E J / H^3$ con n che dipende dal vincolo alla base (3 cerniera, 12 incastro)

La rigidità totale del telaio sarà: $K_t = \sum K_i$

La resistenza a taglio del telaio sarà data dal contributo di tutti i montanti:
dato M_u (momento ultimo di ogni montante)

$F_o = n M_u / H$ con n che dipende dallo schema (1 cerniera-incastro, 2 incastro-incastro)

La resistenza complessiva del telaio sarà: $V_t = \sum F_o$

MATERIALI

Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Parametri per la determinazione dei valori di progetto:

Coef. parziale di sicurezza $\gamma_M = 2.00$ (4.5.6.1)

Fattore di confidenza $FC = 1.35$

Coef. rid. moduli elastici per fessurazione = 2.00

Valori in daN/cm ² :	f_m	τ_o	f_{vo}	E	G
di riferimento	26.00	0.50	1.30	15000	5000
di progetto	9.63	0.19	0.48	7500	2500

Materiali dei telai

Cl _s	R_{ck} [daN/cm ²]	f_{ck} [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	γ_a [kg/mc]
C25/30	300.0	249.0	314470.0	140388.0	2500.0

Barre	f_{yk} [daN/cm ²]	f_{tk} [daN/cm ²]	γ_a [kg/mc]
B450C	4500	5400	7850

STRUTTURA S1

Sezioni in cls del telaio

Sezione	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	18.0	8

CARICHI

In sommità della parete sono applicati i seguenti carichi distribuiti:

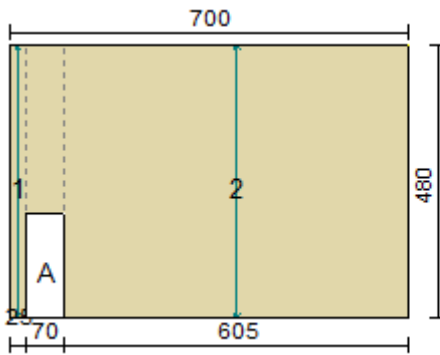
Carico permanente $G_k = 0.0$ daN/m

Carico variabile $Q_k = 0.0$ daN/m

Per la determinazione della tensione media verticale, verranno inoltre considerati i contributi dovuti al peso proprio di metà maschio murario e delle semifasce superiori gravanti sul maschio stesso.

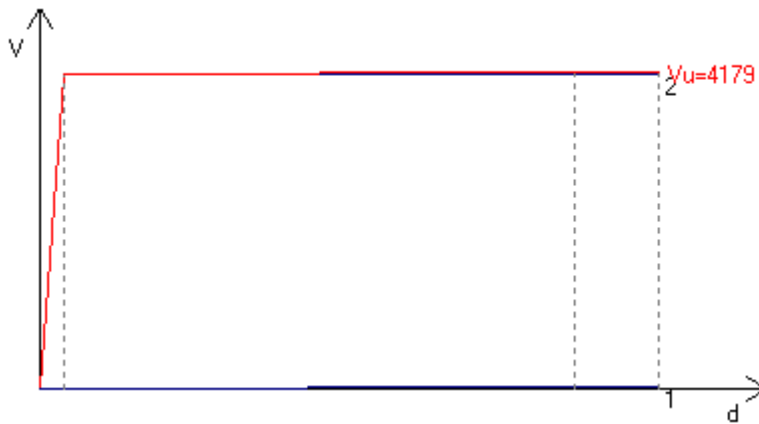
VERIFICHE

Ante-operam



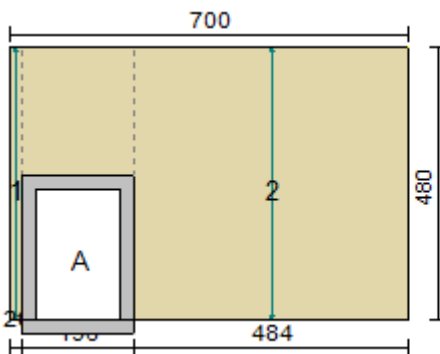
Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	K_o	V_t	V_{pf}	V_u	δ_e	δ_u
1	25.0	25.0	480.0	1.50	1.180	6.6	265.2	16.4	16.4	2.489	2.880
2	605.0	25.0	480.0	1.00	0.463	38629.2	6861.1	4163.0	4163.0	0.108	2.880

Curva caratteristica ante-operam:



Rigidità complessiva della parete: $K_{sa} = 38635.8 \text{ daN/cm}$
 Taglio ultimo della parete: $V_{sa} = 4179.5 \text{ daN}$
 Spostamento ultimo: $\delta_{u sa} = 2.880 \text{ cm}$

Post-operam

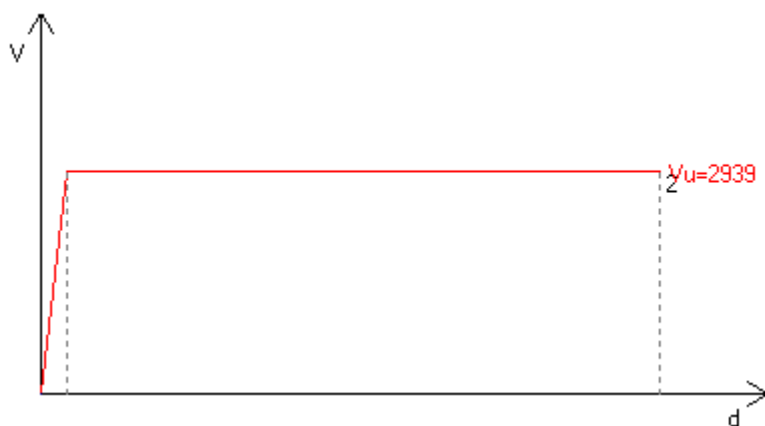


Apertura	Stato	Architravi	Travi inf.	Montanti
A	Cerchiata	Sez. c.a. 25x25 (C25/30)	Sez. c.a. 25x25 (C25/30)	Sez. c.a. 25x25+ 25x25 (C25/30)

Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	K_o	V_t	V_{pf}	V_u	δ_e	δ_u
1 (*)	20.0	25.0	480.0	1.50	2.417	3.4	288.4	17.7	17.7	5.240	2.880
2	484.0	25.0	480.0	1.00	0.514	25094.0	5674.9	2938.7	2938.7	0.117	2.880

I maschi (*) hanno un valore $\delta_e > 0.006 H$, non verranno pertanto considerati resistenti ai fini delle verifiche

Curva caratteristica post-operam (solo murature):



Rigidezza complessiva della parete: $K_{pr} = 25094.0$ daN/cm

Taglio ultimo della parete: $V_{pr} = 2938.7$ daN

Spostamento ultimo: $\delta_{u pr} = 2.880$ cm

VERIFICA

Rigidezza e resistenza della muratura:

$\Delta K_{mur} = K_{pr} - K_{sa} = 25094 - 38636 = -13542$ daN/cm (riduzione rigidezza = -35.0%)

$\Delta V_{mur} = V_{pr} - V_{sa} = 2939 - 4179 = -1241$ daN (riduzione resistenza = -29.7%)

Rigidezza e resistenza del telaio:

Note:

$K = c E J / H_i^3$, con: $c = 3$ nel caso di telaio incernierato alla base, $c = 12$ nel caso di incastro

$F_u = M_u / H_i$ nel caso di telaio incernierato alla base, $F_u = 2 M_u / H_i$ nel caso di incastro,

M_u e F_u in tabella corrispondono alla somma dei contributi di tutti i montanti del telaio.

$F_o = F_u$.

Se $\delta_e > \delta_u$, F_o sarà calcolato in relazione allo spostamento ultimo di progetto. $F_o = K \delta_{u pr}$

Telaio	c	H_i [cm]	K [daN/cm]	M_u [daN cm]	δ_e [cm]	F_u [daN]	F_o [daN]
A	12	255.0	14816.6	650847.6	0.34	5104.7	5104.7

$K_t = \Sigma K = 14817$ daN/cm

$V_t = \Sigma F_o = 5105$ daN

Variazione di rigidezza e resistenza dopo l'intervento:

$\Delta K_{tot} = K_{pr} + K_t - K_{sa} = 1275$ daN/cm

aumento rigidezza = 3.3%; variazione percentuale di ΔK_{tot} compresa entro il 15.0% Ok

$\Delta V_{tot} = V_{pr} + V_t - V_{sa} = 3864$ daN

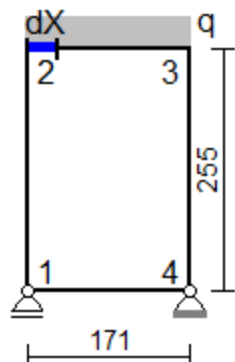
variazione di resistenza = 92.5%;

RIEPILOGO DATI

Stato	K (rig.) [daN/cm]	V (res.) [daN]	δ_u (def.) [cm]
Ante-operam	38635.82	4179.46	2.880
Post-operam	39910.65	8043.42	2.880
Variazione	3.3%	92.5%	0.0%

Verifiche dei telai.

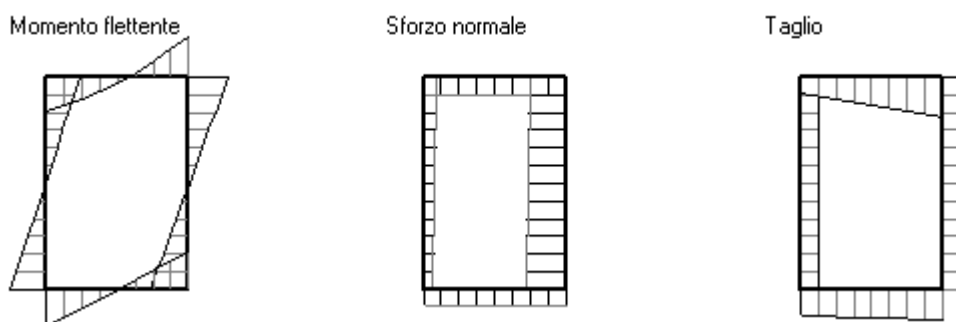
Telaio A



$dX = 0.345 \text{ cm}$, $q = G_k + \psi_2 Q_k = 10.13 \text{ daN/cm}$ [$\psi_2 = 0.00$] (*)

(*) Nota: q è riferito al carico trasmesso e al p.p. della fascia di muratura, mentre il peso proprio del telaio è assunto direttamente dal solutore in relazione alla sezione e peso specifico di ogni elemento.

Sollecitazioni telaio A



Sollecitazione di compressione per $N > 0$

Verifica sezioni in cls del tratto 1-2

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-187185.9	-833.5	1420.6
2	21.3	-156998.7	-866.7	1420.6
3	42.5	-126811.5	-899.9	1420.6
4	63.8	-96624.3	-933.1	1420.6
5	85.0	-66437.1	-966.4	1420.6
6	106.3	-36249.9	-999.6	1420.6
7	127.5	-6062.7	-1032.8	1420.6
8	148.8	24124.5	-1066.0	1420.6
9	170.0	54311.7	-1099.2	1420.6
10	191.3	84498.9	-1132.4	1420.6
11	212.5	114686.1	-1165.6	1420.6
12	233.8	144873.3	-1198.8	1420.6
13	255.0	175060.5	-1232.0	1420.6

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-2

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, $M_{ed} = -187185.9 \text{ daNcm}$, $N_{ed} = -833.5 \text{ daN}$, $V_{ed} = 1420.6 \text{ daN}$
 $V_{rd} = 11063.9 \text{ daN}$, $V_{ed} / V_{rd} = 0.128 < 1$ Ok

Tenso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, $M_{ed} = -187185.9 \text{ daNcm}$, $N_{ed} = -833.5 \text{ daN}$
 M_u (per N costante) = -300109.3 daNcm , $M_{ed} / M_u = 0.624 < 1$ Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 2-3

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	175060.5	1589.4	-1232.0
2	21.4	146057.1	1589.4	-1481.8
3	42.8	111713.7	1589.4	-1731.6
4	64.1	72030.4	1589.4	-1981.4

5	85.5	27007.2	1589.4	-2231.3
6	106.9	-23355.9	1589.4	-2481.1
7	128.3	-79059.0	1589.4	-2730.9
8	149.6	-140101.9	1589.4	-2980.7
9	171.0	-206484.7	1589.4	-3230.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 2-3

Taglio: sez. 9, dist. = 171.0 cm, Med = -206484.7 daNcm, Ned = 1589.4 daN, Ved = -3230.5 daN
Vrd = 11063.9 daN, Ved / Vrd = 0.292 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 9, dist. = 171.0 cm, Med = -206484.7 daNcm, Ned = 1589.4 daN
Mu (per N costante) = -279471.0 daNcm, Med / Mu = 0.739 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 3-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-206484.7	3230.5	1589.4
2	21.3	-172710.8	3263.7	1589.4
3	42.5	-138936.8	3296.9	1589.4
4	63.8	-105162.8	3330.1	1589.4
5	85.0	-71388.9	3363.4	1589.4
6	106.3	-37614.9	3396.6	1589.4
7	127.5	-3840.9	3429.8	1589.4
8	148.8	29933.1	3463.0	1589.4
9	170.0	63707.0	3496.2	1589.4
10	191.3	97481.0	3529.4	1589.4
11	212.5	131255.0	3562.6	1589.4
12	233.8	165028.9	3595.8	1589.4
13	255.0	198802.9	3629.0	1589.4

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 3-4

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -206484.7 daNcm, Ned = 3230.5 daN, Ved = 1589.4 daN
Vrd = 11063.9 daN, Ved / Vrd = 0.144 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -206484.7 daNcm, Ned = 3230.5 daN
Mu (per N costante) = -265406.6 daNcm, Med / Mu = 0.778 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 1-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	187185.9	1420.6	-2123.7
2	21.4	141435.9	1420.6	-2157.0
3	42.8	94972.0	1420.6	-2190.4
4	64.1	47794.3	1420.6	-2223.8
5	85.5	-97.4	1420.6	-2257.2
6	106.9	-48702.9	1420.6	-2290.6
7	128.3	-98022.4	1420.6	-2324.0
8	149.6	-148055.7	1420.6	-2357.4
9	171.0	-198802.9	1420.6	-2390.8

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-4

Taglio: sez. 9, dist. = 171.0 cm, Med = -198802.9 daNcm, Ned = 1420.6 daN, Ved = -2390.8 daN
Vrd = 11063.9 daN, Ved / Vrd = 0.216 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 9, dist. = 171.0 cm, Med = -198802.9 daNcm, Ned = 1420.6 daN
Mu (per N costante) = -280913.9 daNcm, Med / Mu = 0.708 < 1 Ok

STRUTTURA S2

Sezioni in cls del telaio

Sezione	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8
25.0 x 25.0	2.5	2	16	15.0	8

CARICHI

In sommità della parete sono applicati i seguenti carichi distribuiti:

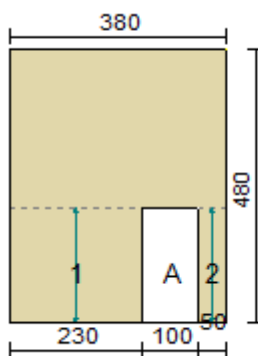
Carico permanente $G_k = 590.0$ daN/m

Carico variabile $Q_k = 250.0$ daN/m

Per la determinazione della tensione media verticale, verranno inoltre considerati i contributi dovuti al peso proprio di metà maschio murario e delle semifasce superiori gravanti sul maschio stesso.

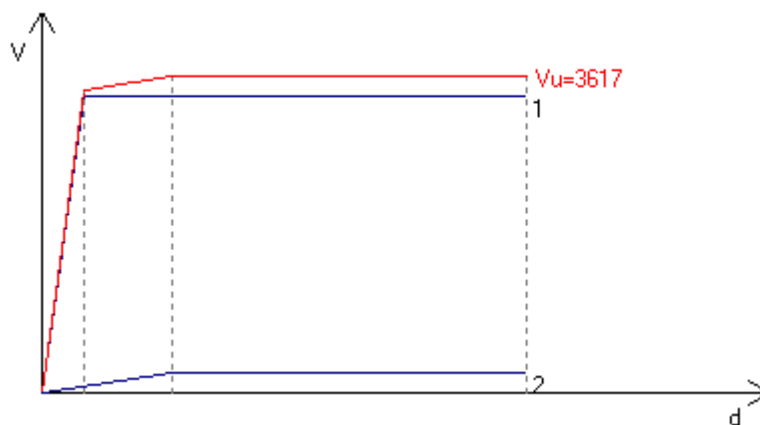
VERIFICHE

Ante-operam



Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_0	K_0	V_t	V_{pf}	V_u	δ_e	δ_u
1	230.0	25.0	200.0	1.00	1.203	32549.3	3687.4	3391.9	3391.9	0.104	1.200
2	50.0	25.0	200.0	1.50	1.860	693.4	642.2	224.6	224.6	0.324	1.200

Curva caratteristica ante-operam:

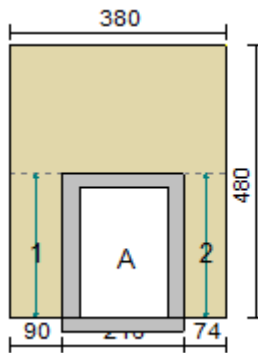


Rigidità complessiva della parete: $K_{sa} = 33242.7$ daN/cm

Taglio ultimo della parete: $V_{sa} = 3616.5$ daN

Spostamento ultimo: $\delta_{u sa} = 1.200$ cm

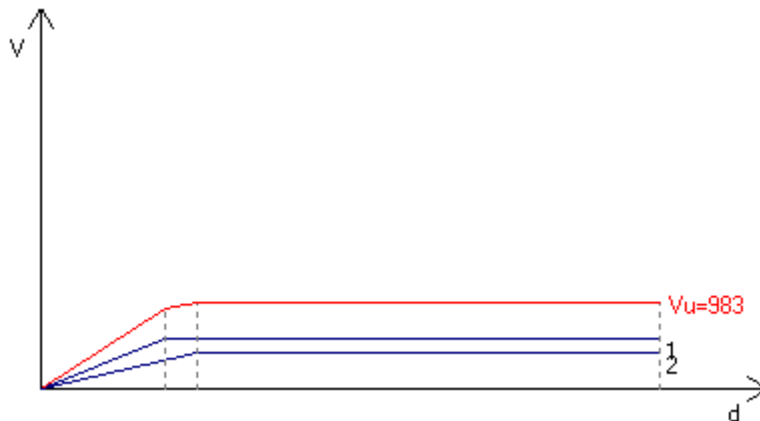
Post-operam



Apertura	Stato	Architravi	Travi inf.	Montanti
A	Cerchiata	Sez. c.a. 25x25 (C25/30)	Sez. c.a. 25x25 (C25/30)	Sez. c.a. 25x30+ 25x30 (C25/30)

Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	Ko	Vt	Vpf	Vu	δ_e	δ_u
1	90.0	25.0	255.0	1.50	1.860	1853.1	1155.9	570.6	570.6	0.308	1.530
2	74.0	25.0	255.0	1.50	2.052	1064.8	992.2	412.7	412.7	0.388	1.530

Curva caratteristica post-operam (solo murature):



Rigidezza complessiva della parete: $K_{pr} = 2918.0$ daN/cm

Taglio ultimo della parete: $V_{pr} = 983.4$ daN

Spostamento ultimo: $\delta_{u\ pr} = 1.530$ cm

VERIFICA

Rigidezza e resistenza della muratura:

$\Delta K_{mur} = K_{pr} - K_{sa} = 2918 - 33243 = -30325$ daN/cm (riduzione rigidezza = -91.2%)

$\Delta V_{mur} = V_{pr} - V_{sa} = 983 - 3617 = -2633$ daN (riduzione resistenza = -72.8%)

Rigidezza e resistenza del telaio:

Note:

$K = c E J / H_i^3$, con: $c = 3$ nel caso di telaio incernierato alla base, $c = 12$ nel caso di incastro

$F_u = M_u / H_i$ nel caso di telaio incernierato alla base, $F_u = 2 M_u / H_i$ nel caso di incastro,

M_u e F_u in tabella corrispondono alla somma dei contributi di tutti i montanti del telaio.

$F_o = F_u$.

Se $\delta_e > \delta_u$, F_o sarà calcolato in relazione allo spostamento ultimo di progetto. $F_o = K \delta_{u\ Pr}$

Telaio	c	H_i [cm]	K [daN/cm]	M_u [daN cm]	δ_e [cm]	F_u [daN]	F_o [daN]
A	12	255.0	25603.1	808158.3	0.25	6338.5	6338.5

$K_t = \Sigma K = 25603$ daN/cm

$V_t = \Sigma F_o = 6338$ daN

Variazione di rigidezza e resistenza dopo l'intervento:

$\Delta K_{tot} = K_{pr} + K_t - K_{sa} = -4722$ daN/cm

riduzione rigidezza = -14.2%; variazione percentuale di ΔK_{tot} compresa entro il 15.0% Ok

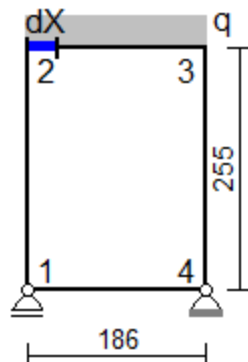
$\Delta V \text{ tot} = V_{pr} + V_t - V_{sa} = 3705 \text{ daN}$
 variazione di resistenza = 102.5%;

RIEPILOGO DATI

Stato	K (rig.) [daN/cm]	V (res.) [daN]	δu (def.) [cm]
Ante-operam	33242.68	3616.51	1.200
Post-operam	28521.05	7321.86	1.530
Variazione	-14.2%	102.5%	33.0%

Verifiche dei telai.

Telaio A



$dX = 0.248 \text{ cm}, \quad q = G_k + \psi_2 Q_k = 16.03 \text{ daN/cm} \quad [\psi_2 = 0.00] (*)$

(*) Nota: q è riferito al carico trasmesso e al p.p. della fascia di muratura, mentre il peso proprio del telaio è assunto direttamente dal solutore in relazione alla sezione e peso specifico di ogni elemento.

Sollecitazioni telaio A



Sollecitazione di compressione per $N > 0$

Verifica sezioni in cls del tratto 1-2

Sez.	Dist. [cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-168289.9	231.5	1210.5
2	21.3	-142566.5	191.7	1210.5
3	42.5	-116843.1	151.8	1210.5
4	63.8	-91119.7	112.0	1210.5
5	85.0	-65396.3	72.2	1210.5
6	106.3	-39672.9	32.3	1210.5
7	127.5	-13949.6	-7.5	1210.5
8	148.8	11773.8	-47.4	1210.5
9	170.0	37497.2	-87.2	1210.5
10	191.3	63220.6	-127.1	1210.5
11	212.5	88944.0	-166.9	1210.5
12	233.8	114667.4	-206.7	1210.5
13	255.0	140390.8	-246.6	1210.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-2

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -168289.9 daNcm, Ned = 231.5 daN, Ved = 1210.5 daN
Vrd = 13522.5 daN, Ved / Vrd = 0.090 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -168289.9 daNcm, Ned = 231.5 daN
Mu (per N costante) = -369155.1 daNcm, Med / Mu = 0.456 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 2-3

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	140390.8	1552.1	-246.6
2	20.7	131538.6	1552.1	-610.1
3	41.3	115174.6	1552.1	-973.5
4	62.0	91298.8	1552.1	-1337.0
5	82.7	59911.2	1552.1	-1700.5
6	103.3	21011.7	1552.1	-2064.0
7	124.0	-25399.5	1552.1	-2427.4
8	144.7	-79322.6	1552.1	-2790.9
9	165.3	-140757.5	1552.1	-3154.4
10	186.0	-209704.2	1552.1	-3517.9

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 2-3

Taglio: sez. 10, dist. = 186.0 cm, Med = -209704.2 daNcm, Ned = 1552.1 daN, Ved = -3517.9 daN
Vrd = 13276.6 daN, Ved / Vrd = 0.265 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 10, dist. = 186.0 cm, Med = -209704.2 daNcm, Ned = 1552.1 daN
Mu (per N costante) = -279789.7 daNcm, Med / Mu = 0.750 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 3-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-209704.2	3517.9	1552.1
2	21.3	-176722.2	3557.7	1552.1
3	42.5	-143740.1	3597.6	1552.1
4	63.8	-110758.0	3637.4	1552.1
5	85.0	-77776.0	3677.2	1552.1
6	106.3	-44793.9	3717.1	1552.1
7	127.5	-11811.8	3756.9	1552.1
8	148.8	21170.2	3796.8	1552.1
9	170.0	54152.3	3836.6	1552.1
10	191.3	87134.3	3876.5	1552.1
11	212.5	120116.4	3916.3	1552.1
12	233.8	153098.5	3956.2	1552.1
13	255.0	186080.5	3996.0	1552.1

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 3-4

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -209704.2 daNcm, Ned = 3517.9 daN, Ved = 1552.1 daN
Vrd = 13522.5 daN, Ved / Vrd = 0.115 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -209704.2 daNcm, Ned = 3517.9 daN
Mu (per N costante) = -332820.0 daNcm, Med / Mu = 0.630 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 1-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	168289.9	1210.5	-1759.9
2	20.7	131584.8	1210.5	-1792.2
3	41.3	94212.4	1210.5	-1824.5
4	62.0	56172.6	1210.5	-1856.8
5	82.7	17465.5	1210.5	-1889.1
6	103.3	-21909.0	1210.5	-1921.4
7	124.0	-61950.8	1210.5	-1953.7

8	144.7	-102660.0	1210.5	-1985.9
9	165.3	-144036.6	1210.5	-2018.2
10	186.0	-186080.5	1210.5	-2050.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	2	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-4

Taglio: sez. 10, dist. = 186.0 cm, Med = -186080.5 daNcm, Ned = 1210.5 daN, Ved = -2050.5 daN
Vrd = 13276.6 daN, Ved / Vrd = 0.154 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 10, dist. = 186.0 cm, Med = -186080.5 daNcm, Ned = 1210.5 daN
Mu (per N costante) = -282708.6 daNcm, Med / Mu = 0.658 < 1 Ok

STRUTTURA S3

Sezioni in cls del telaio

Sezione	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	3	16	18.0	8
25.0 x 30.0	2.5	3	16	15.0	8

CARICHI

In sommità della parete sono applicati i seguenti carichi distribuiti:

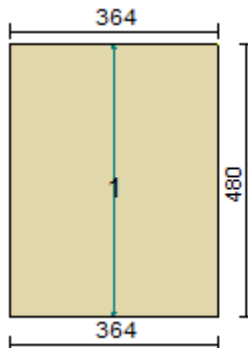
Carico permanente Gk = 530.0 daN/m

Carico variabile Qk = 220.0 daN/m

Per la determinazione della tensione media verticale, verranno inoltre considerati i contributi dovuti al peso proprio di metà maschio murario e delle semifasce superiori gravanti sul maschio stesso.

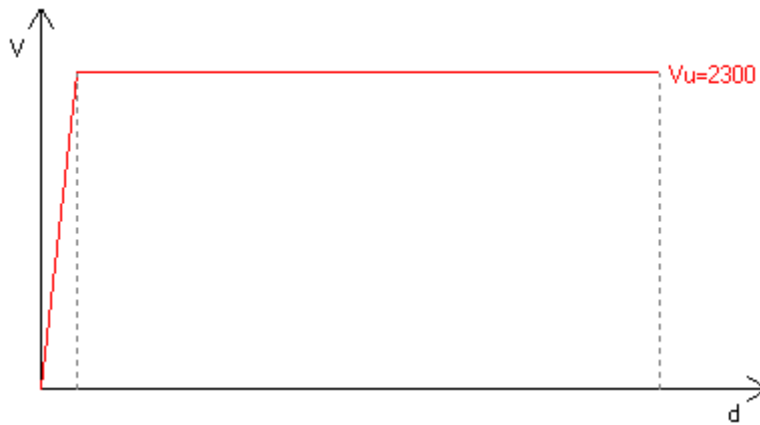
VERIFICHE

Ante-operam



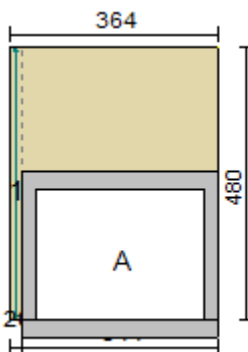
Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_0	Ko	Vt	Vpf	Vu	δ_e	δ_u
1	364.0	25.0	480.0	1.32	0.732	13470.2	3655.0	2299.8	2299.8	0.171	2.880

Curva caratteristica ante-operam:



Rigidezza complessiva della parete: $K_{sa} = 13470.2 \text{ daN/cm}$
 Taglio ultimo della parete: $V_{sa} = 2299.8 \text{ daN}$
 Spostamento ultimo: $\delta u_{sa} = 2.880 \text{ cm}$

Post-operam



Apertura	Stato	Architravi	Travi inf.	Montanti
A	Cerchiata	Sez. c.a. 25x30 (C25/30)	Sez. c.a. 25x30 (C25/30)	Sez. c.a. 25x25+ 25x25 (C25/30)

Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	K_o	Vt	Vpf	Vu	δ_e	δ_u
1 (*)	20.0	25.0	480.0	1.50	5.892	3.4	436.4	17.2	17.2	5.079	2.880

I maschi (*) hanno un valore $\delta_e > 0.006 H$, non verranno pertanto considerati resistenti ai fini delle verifiche

Rigidezza complessiva della parete: $K_{pr} = 0.0 \text{ daN/cm}$
 Taglio ultimo della parete: $V_{pr} = 0.0 \text{ daN}$

VERIFICA

Rigidezza e resistenza della muratura:

$\Delta K_{mur} = K_{pr} - K_{sa} = 0 - 13470 = -13470 \text{ daN/cm}$ (riduzione rigidezza = -100.0%)

$\Delta V_{mur} = V_{pr} - V_{sa} = 0 - 2300 = -2300 \text{ daN}$ (riduzione resistenza = -100.0%)

Rigidezza e resistenza del telaio:

Note:

$K = c E J / H_i^3$, con: $c = 3$ nel caso di telaio incernierato alla base, $c = 12$ nel caso di incastro

$F_u = M_u / H_i$ nel caso di telaio incernierato alla base, $F_u = 2 M_u / H_i$ nel caso di incastro,

M_u e F_u in tabella corrispondono alla somma dei contributi di tutti i montanti del telaio.

$F_o = F_u$.

Se $\delta_e > \delta_u$, F_o sarà calcolato in relazione allo spostamento ultimo di progetto. $F_o = K \delta_{uPr}$

Telaio	c	H_i [cm]	K [daN/cm]	M_u [daN cm]	δ_e [cm]	F_u [daN]	F_o [daN]
A	12	260.0	13978.1	964585.6	0.53	7419.9	7419.9

$K_t = \Sigma K = 13978 \text{ daN/cm}$

$V_t = 7420 \text{ daN}$

Variazione di rigidezza e resistenza dopo l'intervento:

$$\Delta K \text{ tot} = K_{pr} + K_t - K_{sa} = 508 \text{ daN/cm}$$

aumento rigidezza = 3.8%; variazione percentuale di $\Delta K \text{ tot}$ compresa entro il 15.0% Ok

$$\Delta V \text{ tot} = V_{pr} + V_t - V_{sa} = 5120 \text{ daN}$$

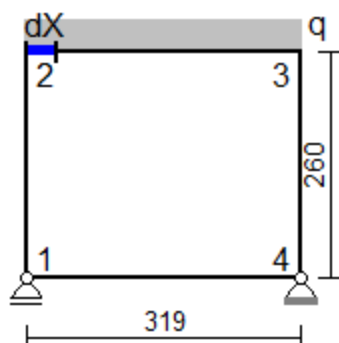
variazione di resistenza = 222.6%;

RIEPILOGO DATI

Stato	K (rig.) [daN/cm]	V (res.) [daN]	δu (def.) [cm]
Ante-operam	13470.23	2299.83	2.880
Post-operam	13978.13	7419.89	2.880
Variazione	3.8%	222.6%	0.0%

Verifiche dei telai.

Telaio A



$$dX = 0.531 \text{ cm}, \quad q = G_k + \psi_2 Q_k = 15.20 \text{ daN/cm} \quad [\psi_2 = 0.00] (*)$$

(*) Nota: q è riferito al carico trasmesso e al p.p. della fascia di muratura, mentre il peso proprio del telaio è assunto direttamente dal solutore in relazione alla sezione e peso specifico di ogni elemento.

Sollecitazioni telaio A



Sollecitazione di compressione per $N > 0$

Verifica sezioni in cls del tratto 1-2

Sez.	Dist. [cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-252293.2	1379.7	1731.3
2	26.0	-207279.0	1339.1	1731.3
3	52.0	-162264.7	1298.5	1731.3
4	78.0	-117250.5	1257.8	1731.3
5	104.0	-72236.3	1217.2	1731.3
6	130.0	-27222.0	1176.6	1731.3
7	156.0	17792.2	1136.0	1731.3
8	182.0	62806.5	1095.3	1731.3
9	208.0	107820.7	1054.7	1731.3
10	234.0	152835.0	1014.1	1731.3
11	260.0	197849.2	973.5	1731.3

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	3	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-2

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -252293.2 daNcm, Ned = 1379.7 daN, Ved = 1731.3 daN
Vrd = 11063.9 daN, Ved / Vrd = 0.156 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -252293.2 daNcm, Ned = 1379.7 daN
Mu (per N costante) = -413775.5 daNcm, Med / Mu = 0.610 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 2-3

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	197849.2	2570.0	973.5
2	26.6	217694.1	2570.0	519.6
3	53.2	225472.6	2570.0	65.7
4	79.8	221184.6	2570.0	-388.3
5	106.3	204830.2	2570.0	-842.2
6	132.9	176409.3	2570.0	-1296.1
7	159.5	135922.0	2570.0	-1750.0
8	186.1	83368.2	2570.0	-2203.9
9	212.7	18748.0	2570.0	-2657.8
10	239.3	-57938.7	2570.0	-3111.7
11	265.8	-146691.9	2570.0	-3565.6
12	292.4	-247511.4	2570.0	-4019.5
13	319.0	-360397.5	2570.0	-4473.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	3	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 2-3

Taglio: sez. 13, dist. = 319.0 cm, Med = -360397.5 daNcm, Ned = 2570.0 daN, Ved = -4473.5 daN
Vrd = 16227.0 daN, Ved / Vrd = 0.276 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 13, dist. = 319.0 cm, Med = -360397.5 daNcm, Ned = 2570.0 daN
Mu (per N costante) = -515380.4 daNcm, Med / Mu = 0.699 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 3-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-360397.5	4473.5	2570.0
2	26.0	-293577.6	4514.1	2570.0
3	52.0	-226757.6	4554.7	2570.0
4	78.0	-159937.7	4595.3	2570.0
5	104.0	-93117.8	4636.0	2570.0
6	130.0	-26297.8	4676.6	2570.0
7	156.0	40522.1	4717.2	2570.0
8	182.0	107342.0	4757.8	2570.0
9	208.0	174162.0	4798.5	2570.0
10	234.0	240981.9	4839.1	2570.0
11	260.0	307801.8	4879.7	2570.0

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 25.0	2.5	3	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 3-4

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -360397.5 daNcm, Ned = 4473.5 daN, Ved = 2570.0 daN
Vrd = 11063.9 daN, Ved / Vrd = 0.232 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -360397.5 daNcm, Ned = 4473.5 daN
Mu (per N costante) = -387755.2 daNcm, Med / Mu = 0.929 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 1-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	252293.2	1731.3	-1456.7
2	26.6	212906.2	1731.3	-1506.6
3	53.2	172194.2	1731.3	-1556.4
4	79.8	130157.1	1731.3	-1606.3

5	106.3	86795.1	1731.3	-1656.1
6	132.9	42108.0	1731.3	-1705.9
7	159.5	-3904.1	1731.3	-1755.8
8	186.1	-51241.2	1731.3	-1805.6
9	212.7	-99903.3	1731.3	-1855.5
10	239.3	-149890.4	1731.3	-1905.3
11	265.8	-201202.5	1731.3	-1955.2
12	292.4	-253839.6	1731.3	-2005.0
13	319.0	-307801.8	1731.3	-2054.8

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	3	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-4

Taglio: sez. 13, dist. = 319.0 cm, Med = -307801.8 daNcm, Ned = 1731.3 daN, Ved = -2054.8 daN
Vrd = 16227.0 daN, Ved / Vrd = 0.127 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 13, dist. = 319.0 cm, Med = -307801.8 daNcm, Ned = 1731.3 daN
Mu (per N costante) = -524515.9 daNcm, Med / Mu = 0.587 < 1 Ok

STRUTTURA S4

Sezioni in cls del telaio

Sezione	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8
25.0 x 30.0	2.5	2	16	15.0	8

CARICHI

In sommità della parete sono applicati i seguenti carichi distribuiti:

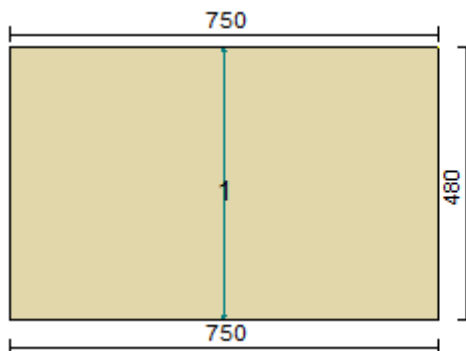
Carico permanente Gk = 680.0 daN/m

Carico variabile Qk = 280.0 daN/m

Per la determinazione della tensione media verticale, verranno inoltre considerati i contributi dovuti al peso proprio di metà maschio murario e delle semifasce superiori gravanti sul maschio stesso.

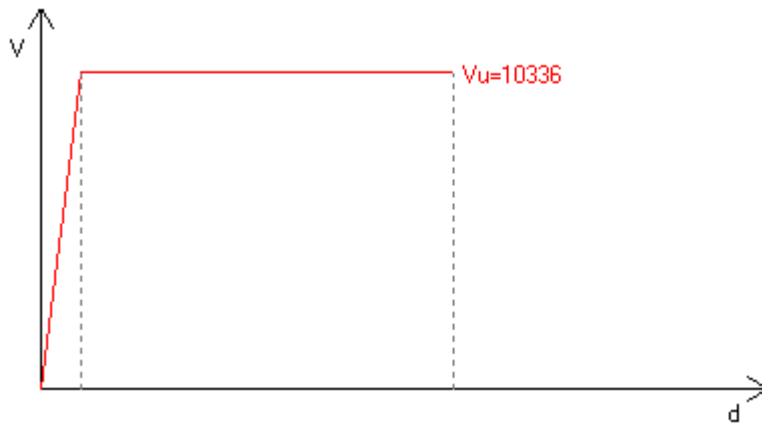
VERIFICHE

Ante-operam



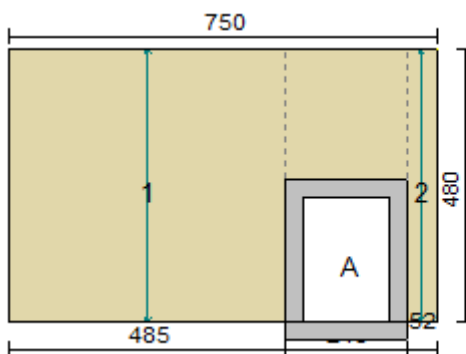
Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	Ko	Vt	Vpf	Vu	δ_e	δ_u
1	750.0	25.0	480.0	1.00	0.816	55927.1	10335.6	10761.5	10335.6	0.185	1.920

Curva caratteristica ante-operam:



Rigidezza complessiva della parete: $K_{sa} = 55927.1 \text{ daN/cm}$
 Taglio ultimo della parete: $V_{sa} = 10335.6 \text{ daN}$
 Spostamento ultimo: $\delta u_{sa} = 1.920 \text{ cm}$

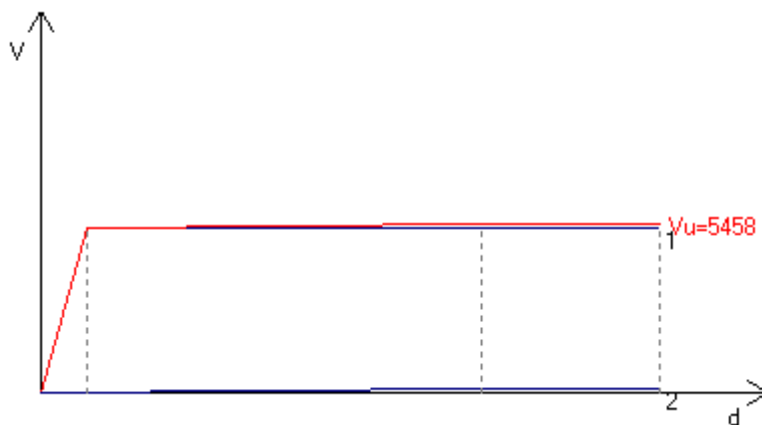
Post-operam



Apertura	Stato	Architravi	Travi inf.	Montanti
A	Cerchiata	Sez. c.a. 25x30 (C25/30)	Sez. c.a. 25x30 (C25/30)	Sez. c.a. 25x30+ 25x30 (C25/30)

Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	σ_o	K_o	V_t	V_{pf}	V_u	δe	δu
1	485.0	25.0	480.0	1.00	0.991	25200.1	7199.2	5336.6	5336.6	0.212	2.880
2	52.0	25.0	480.0	1.50	2.450	59.0	754.5	120.9	120.9	2.050	2.880

Curva caratteristica post-operam (solo murature):



Rigidezza complessiva della parete: $K_{pr} = 25259.1 \text{ daN/cm}$
 Taglio ultimo della parete: $V_{pr} = 5457.5 \text{ daN}$
 Spostamento ultimo: $\delta u_{pr} = 2.880 \text{ cm}$

VERIFICA

Rigidezza e resistenza della muratura:

$$\Delta K_{\text{mur}} = K_{\text{pr}} - K_{\text{sa}} = 25259 - 55927 = -30668 \text{ daN/cm} \quad (\text{riduzione rigidezza} = -54.8\%)$$

$$\Delta V_{\text{mur}} = V_{\text{pr}} - V_{\text{sa}} = 5458 - 10336 = -4878 \text{ daN} \quad (\text{riduzione resistenza} = -47.2\%)$$

Rigidezza e resistenza del telaio:

Note:

$K = c E J / H_i^3$, con: $c = 3$ nel caso di telaio incernierato alla base, $c = 12$ nel caso di incastro

$F_u = M_u / H_i$ nel caso di telaio incernierato alla base, $F_u = 2 M_u / H_i$ nel caso di incastro,

M_u e F_u in tabella corrispondono alla somma dei contributi di tutti i montanti del telaio.

$F_o = F_u$.

Se $\delta_e > \delta_u$, F_o sarà calcolato in relazione allo spostamento ultimo di progetto. $F_o = K \delta_{u,Pr}$

Telaio	c	H _i [cm]	K [daN/cm]	M _u [daN cm]	δ _e [cm]	F _u [daN]	F _o [daN]
A	12	250.0	27170.2	808158.3	0.24	6465.3	6465.3

$$K_t = \Sigma K = 27170 \text{ daN/cm}$$

$$V_t = \Sigma F_o = 6465 \text{ daN}$$

Variazione di rigidezza e resistenza dopo l'intervento:

$$\Delta K_{\text{tot}} = K_{\text{pr}} + K_t - K_{\text{sa}} = -3498 \text{ daN/cm}$$

riduzione rigidezza = -6.3%; variazione percentuale di ΔK_{tot} compresa entro il 15.0% Ok

$$\Delta V_{\text{tot}} = V_{\text{pr}} + V_t - V_{\text{sa}} = 1587 \text{ daN}$$

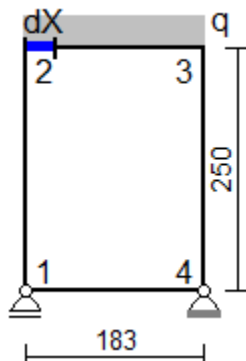
variazione di resistenza = 15.4%;

RIEPILOGO DATI

Stato	K (rig.) [daN/cm]	V (res.) [daN]	δ _u (def.) [cm]
Ante-operam	55927.14	10335.62	1.920
Post-operam	52429.28	11922.78	2.880
Variazione	-6.3%	15.4%	96.0%

Verifiche dei telai.

Telaio A

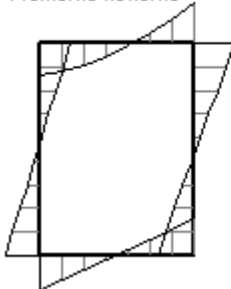


$$dX = 0.238 \text{ cm}, \quad q = G_k + \psi_2 Q_k = 17.15 \text{ daN/cm} \quad [\psi_2 = 0.00] (*)$$

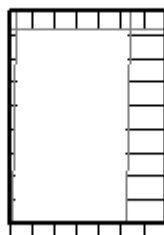
(*) Nota: q è riferito al carico trasmesso e al p.p. della fascia di muratura, mentre il peso proprio del telaio è assunto direttamente dal solutore in relazione alla sezione e peso specifico di ogni elemento.

Sollecitazioni telaio A

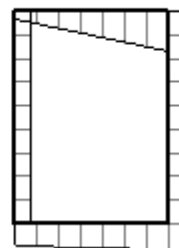
Momento flettente



Sforzo normale



Taglio



Sollecitazione di compressione per $N > 0$

Verifica sezioni in cls del tratto 1-2

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-220212.1	-269.2	1667.7
2	27.8	-173886.5	-321.3	1667.7
3	55.6	-127561.0	-373.4	1667.7
4	83.3	-81235.5	-425.4	1667.7
5	111.1	-34909.9	-477.5	1667.7
6	138.9	11415.6	-529.6	1667.7
7	166.7	57741.2	-581.7	1667.7
8	194.4	104066.7	-633.8	1667.7
9	222.2	150392.3	-685.9	1667.7
10	250.0	196717.8	-737.9	1667.7

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-2

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -220212.1 daNcm, Ned = -269.2 daN, Ved = 1667.7 daN
Vrd = 13522.5 daN, Ved / Vrd = 0.123 < 1 Ok

Tenso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -220212.1 daNcm, Ned = -269.2 daN
Mu (per N costante) = -374666.9 daNcm, Med / Mu = 0.588 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 2-3

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	196717.8	1987.3	-737.9
2	26.1	170924.5	1987.3	-1235.3
3	52.3	132128.5	1987.3	-1732.7
4	78.4	80329.9	1987.3	-2230.1
5	104.6	15528.7	1987.3	-2727.4
6	130.7	-62275.1	1987.3	-3224.8
7	156.9	-153081.6	1987.3	-3722.2
8	183.0	-256890.6	1987.3	-4219.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 2-3

Taglio: sez. 8, dist. = 183.0 cm, Med = -256890.6 daNcm, Ned = 1987.3 daN, Ved = -4219.5 daN
Vrd = 16227.0 daN, Ved / Vrd = 0.260 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 8, dist. = 183.0 cm, Med = -256890.6 daNcm, Ned = 1987.3 daN
Mu (per N costante) = -349774.6 daNcm, Med / Mu = 0.734 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 3-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	-256890.6	4219.5	1987.3
2	27.8	-201688.4	4271.6	1987.3
3	55.6	-146486.2	4323.7	1987.3
4	83.3	-91284.0	4375.8	1987.3
5	111.1	-36081.8	4427.9	1987.3
6	138.9	19120.5	4479.9	1987.3
7	166.7	74322.7	4532.0	1987.3
8	194.4	129524.9	4584.1	1987.3
9	222.2	184727.1	4636.2	1987.3
10	250.0	239929.3	4688.3	1987.3

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	18.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 3-4

Taglio: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -256890.6 daNcm, Ned = 4219.5 daN, Ved = 1987.3 daN
Vrd = 13522.5 daN, Ved / Vrd = 0.147 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 1, dist. = 0.0 cm, Med = -256890.6 daNcm, Ned = 4219.5 daN
Mu (per N costante) = -325031.9 daNcm, Med / Mu = 0.790 < 1 Ok

Verifica sezioni in cls del tratto 1-4

Sez.	Dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1	0.0	220212.1	1667.7	-2342.9
2	26.1	158322.0	1667.7	-2391.9
3	52.3	95150.5	1667.7	-2440.9
4	78.4	30697.4	1667.7	-2489.9
5	104.6	-35037.1	1667.7	-2538.9
6	130.7	-102053.0	1667.7	-2588.0
7	156.9	-170350.5	1667.7	-2637.0
8	183.0	-239929.3	1667.7	-2686.0

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	Passo st. [cm]	Diam. st. [mm]
25.0 x 30.0	2.5	2	16	15.0	8

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-4

Taglio: sez. 8, dist. = 183.0 cm, Med = -239929.3 daNcm, Ned = 1667.7 daN, Ved = -2686.0 daN
Vrd = 16227.0 daN, Ved / Vrd = 0.166 < 1 Ok

Presso-flessione: sez. 8, dist. = 183.0 cm, Med = -239929.3 daNcm, Ned = 1667.7 daN
Mu (per N costante) = -353308.0 daNcm, Med / Mu = 0.679 < 1 Ok

PIANO DI MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE

Il piano di manutenzione delle strutture è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Il piano di manutenzione delle strutture, coordinato con quello generale della costruzione, costituisce parte essenziale della progettazione strutturale.

Il suddetto piano si suddivide in:

- 1) MANUALE D'USO
- 2) MANUALE DI MANUTENZIONE e PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il presente documento redatto nella fase della progettazione esecutiva sarà sottoposto a cura del Direttore dei Lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.

MANUALE D'USO

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti dell'opera, con particolare riferimento alle parti che possono generare rischi per un uso scorretto. Il manuale d'uso contiene informazioni sulla collocazione delle parti interessate nell'intervento, la loro rappresentazione grafica, descrizione e modalità di uso corretto.

Struttura n. 1 - Travi fondazione

Descrizione:

Strutture di fondazione.

Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Modalità d'uso corretto:

Trasferimento delle sollecitazioni statiche e sismiche della struttura al terreno.

Struttura n. 2 - Pilastri in c.a.

Descrizione:

Strutture verticali portanti.

Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Modalità d'uso corretto:

Trasferire le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura al piano di fondazione.

Struttura n. 3 - Travi in c.a.

Descrizione:

Strutture orizzontali o inclinate che trasferiscono i carichi dei solai a pilastri o pareti

Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Modalità d'uso corretto:

Trasferire le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura al piano di fondazione.

Struttura n.4 – Profili in acciaio

Descrizione:

Strutture realizzate in profilo metallico.

Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Modalità d'uso corretto:

Trasferire le sollecitazioni alle strutture verticali.

MANUALE DI MANUTENZIONE e PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'intervento. Esso contiene il livello minimo accettabile delle prestazioni, le anomalie riscontrabili, le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle che non lo sono. Il programma di manutenzione fissa delle manutenzioni e dei controlli da eseguire in seguito a scadenze preventivamente fissate.

Struttura n. 1 – Travi di fondazione

Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con materiali con caratteristiche definite dalle prescrizioni di progetto.

Anomalie riscontrabili:

Cedimenti, lesioni alla sovrastruttura, causati da mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc.

Tipo di controllo:

Controllo a vista.

Periodicità dei controlli e operatore:

Ogni anno, effettuato dall'utente.

Tipo di intervento:

Opere di consolidamento del terreno o della struttura da decidersi dopo indagini specifiche.

Periodicità degli interventi e operatore:

Quando necessario, effettuato da personale specializzato.

Struttura n. 2 - Pilastrini in c.a.**Collocazione:**

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con materiali con caratteristiche definite dalle prescrizioni di progetto.

Anomalie riscontrabili:

Lesioni superficiali da urti, disgregazione dello strato esterno di calcestruzzo con esposizione dell'armatura.

Tipo di controllo:

Controllo a vista

Periodicità dei controlli e operatore:

Ogni anno, effettuato dall'utente.

Tipo di intervento:

Trattamento delle armature e ripristino della superficie con malte per riparazione a ritiro controllato.

Periodicità degli interventi e operatore:

Quando necessario, effettuato da personale specializzato.

Struttura n. 3 - Travi in c.a.**Collocazione:**

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi

Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con materiali con caratteristiche definite dalle prescrizioni di progetto.

Anomalie riscontrabili:

Lesioni, disgregazione dello strato esterno di calcestruzzo con esposizione dell'armatura.

Tipo di controllo:

Controllo a vista.

Periodicità dei controlli e operatore:

Ogni anno, effettuato dall'utente.

Tipo di intervento:

Trattamento delle armature e ripristino della superficie con malte per riparazione a ritiro controllato.

Periodicità degli interventi e operatore:

Quando necessario, effettuato da personale specializzato.

Struttura n. 4 - Profili in acciaio**Collocazione:**

Vedi tavole disegni esecutivi.

Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi.

Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con acciaio conforme dalle prescrizioni di progetto.

Anomalie riscontrabili:

Bolle o screpolature dello strato protettivo con pericolo di corrosione.

Tipo di controllo:

Controllo a vista.

Periodicità dei controlli e operatore:

Ogni anno, effettuato dall'utente.

Tipo di intervento:

Applicazione di prodotti antiruggine e ripristino dello strato protettivo.

Periodicità degli interventi e operatore:

Quando necessario, effettuato da personale specializzato.

Data 02-03-2023

Impianto elettrico

Sommario

Premessa	3
0 Obbligo di progettazione	3
1 Descrizione attività.....	3
1.2 Generalità.....	3
1.3. Struttura ed estensione dell'attività:.....	3
1.4. Dati caratteristici:.....	4
2 Oggetto dei lavori.....	4
3 Impianto di terra.....	5
3.1. Generalità.....	5
3.2 Conduttori terra.....	5
4 Ambienti ed applicazioni particolari	5
4.1 <i>Pericolo d'incendio</i>	5
5 Soluzioni impiantistiche e criteri.....	5
6 Criteri di scelta progettuali	5
6.1 Elementi protettivi delle linee	5
6.1.1 <i>Regola generale</i>	5
6.2 Generalità.....	5
6.3 Componenti.....	6
Cavi - Comportamento e classificazione nei confronti dell'incendio.....	7
6.5 Regolamento n. 305/2011 del Parlamento Europeo del 9 marzo 2011, Regolamento CPR: condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.....	7
6.5.1 Classi di reazione al fuoco	8
6.5.2 Norme di installazione	8
6.5.3 Tipi di condutture.....	9
6.5.4 <i>Condutture mobili</i>	10
6.5.5 <i>Protezioni da adottare contro il pericolo d'innesco dell'incendio</i>	11
6.5.6 <i>Riduzione delle temperature di servizio</i>	11
6.5.10 <i>Impianto elettrico</i>	12
6.5.10.1 <i>Luce e forza motrice</i>	12
6.5.10.2 <i>Illuminazione di sicurezza (solo predisposizione senza apparecchi)</i>	12
7 OGGETTO DI LAVORI.....	13
8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI	14
9 IMPIANTO DI TERRA	14
9.1.1 <i>Dispensore</i>	14
9.1.2 <i>Conduttori di protezione</i>	15
9.1.3 <i>Conduttore di terra</i>	15
9.1.4 <i>Dispensori</i>	15
10 AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI	16
10.1 <i>Soluzioni impiantistiche</i>	16
11 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	16
12 DISPOSIZIONE DELLE APPARECCHIATURE PER L'ELIMINAZIONE DELLA BARRIERE ARCHITETTONICHE.....	17
13 CRITERI DI SCELTA PROGETTUALI.....	18
13.1.1 <i>Regola generale</i>	18
13.1.2 <i>Condutture</i>	18
13.1.3 <i>Cassette di derivazione</i>	19
13.2 <i>Scatole porta frutti</i>	19
13.3 <i>Gradi di protezione</i>	19
13.4.1 <i>Prese civili</i>	19
13.4.2 <i>Prese industriali</i>	20
13.5.1 <i>Illuminazione delle zone interne</i>	20
13.5.2 <i>Illuminazione di emergenza</i>	20
13.6.1 <i>Linee di alimentazione</i>	20
13.6.2 <i>Sezione dei conduttori</i>	20
13.6.3 <i>Connessione dei Conduttori</i>	21
14 PROTEZIONI E SCELTE PER LA SICUREZZA	21
14.1.1 <i>Sistemi a tensione diversa:</i>	21

14.1.2	<i> Criteri di protezione contro i contatti diretti:</i>	21
14.1.3	<i> Criteri di protezione contro i contatti indiretti:</i>	22
15	CRITERI DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	23
15.A	IMPIANTI SPECIALI (solo predisposizione)	23
16	RIFERIMENTI NORMATIVI	24
16.1	<i>Norme di carattere generale</i>	24
16.2	<i>Norme CEI per gli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione:</i>	24
16.3	<i>Leggi e decreti</i>	24
16.4	<i>Norme generali</i>	25
16.5	<i>NORME IMPIANTI RIVELAZIONE AUTOMATICA DI FUMI ED INCENDIO</i>	25
17	MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI	34
	<i> Controlli periodici</i>	35
	<i> Pianificazione dei controlli</i>	35
	<i> Il registro dei controlli periodici</i>	36
	<i> Verifiche periodiche (DPR 462/2001)</i>	36
	<i> Aspetti operativi</i>	36
	<i> Considerazione finali</i>	37

Premessa

La presente relazione fa parte della documentazione relativa alla progettazione dell' impianto elettrico per i lavori di adeguamento impiantistico, a seguito ristrutturazione, di una porzione dell'ex macello di Padova.

Gli impianti oggetto della presente relazione sono quelli per la distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica, audio, suono, allarmi, all'interno del fabbricato.

Le caratteristiche degli impianti elettrici e le norme fondamentali ad essi applicabili, richiamate successivamente, sono stabilite in relazione alle seguenti principali suddivisioni degli ambienti:

- a. locali ed ambienti normali, corridoi, disimpegno, servizi, ecc.;

Con riferimento alla DM 37/08, negli ambienti oggetto dell'intervento sono previste le seguenti tipologie di impianti,

- *Impianti di cui all'art. 1 lett. a) :*
Impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche,
- *Impianti di cui all'art. 1 lett. b) :*
impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;

0 Obbligo di progettazione

Con riferimento al DM 37/08

- art. 5 - comma 1 - lett. c):
 - *impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kw o qualora la superficie superi i 200 mq;*
- art. 5 - comma 1 - lett. e):
 - *impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), relativi agli impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione;*

1 Descrizione attività

1.1. Introduzione

Il presente documento, è parte integrante del progetto quale relazione tecnica di base per una corretta interpretazione degli elaborati grafici, degli schemi unifilari e dei calcoli progettuali.

La Relazione Tecnica, illustra il complesso delle valutazioni relative alla tipologia e consistenza dell'impianto, le scelte progettuali, i criteri di base che sono stati adottati nella progettazione.

1.2 Generalità.

L' attività è inquadrata nell'ambito della Norma CEI-64/8, in particolare a livello normativo generale per la bassa tensione, (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua).

1.3. Struttura ed estensione dell'attività:

La ristrutturazione del fabbricato a un solo piano, prevede la realizzazione di tre sale polifunzionali, tali da poter soddisfare molteplici usi a cui oggi una siffatta struttura può essere demandata.

A partire dalla capienza,

- 30 posti
- 12 posti
- 20 posti

pur non essendo eccessiva, si presta ad un uso che si può ipotizzare essere:

- congressi e/o assemblee di associazioni
- presentazioni teatrali scolastiche
- presentazioni di libri

ovviamente tale elenco, del tutto indicativo, non è esaustivo e quindi limitato.

Trattasi quindi di un impianto elettrico che sarà alimentato da utenza dedicata, derivata da fornitura esistente, ubicata all'interno del complesso, che nel suo insieme, costituisce l'intera attività suddivisa in più edifici. La parte oggetto della presente relazione, comprende un fabbricato isolato, posto nella parte ovest, in cui si prevedono le seguenti destinazioni d'uso

- Un locale Servizi,
- Due locali tecnici
- Un atrio
- Tre sale conferenze

come meglio evidenziato negli elaborati grafici.

1.4. Dati caratteristici:

Il sistema di alimentazione principale, come già indicato sopra sarà derivato da misura ENEL in bassa tensione a 400V.

La consistenza degli impianti, oltre ai principali elementi che li costituiscono, sono evidenziati negli elaborati allegati, in particolare negli elaborati delle disposizioni funzionali.

I limiti ed i confini degli stessi sono individuati secondo quanto specificato dal DM 37/08 art.2 comma 1 a)

- *il punto in cui l'azienda fornitrice o distributrice rende disponibile all'utente l'energia elettrica, il gas naturale o diverso, l'acqua, ovvero il punto di immissione del combustibile nel deposito collocato, anche mediante comodato, presso l'utente;*

Principali dati tecnici:

- ✓ alimentazione: da misure ENEL
- ✓ sistema di categoria I: $50 V < U < 1000 V$ in c.a.;
- ✓ corrente di guasto 10kA
- ✓ tensione nominale: 400V-50 Hz
- ✓ sistema distribuzione impianti: TT
- ✓ potenza di alimentazione max. di calcolo: 50kW
- ✓ temperatura interna massima: 30°C
- ✓ caduta di tensione max ammessa: 4 %

2 Oggetto dei lavori

2.1 Scelta del tipo d'intervento

Il progetto nel suo insieme, consiste nella realizzazione degli impianti elettrici relativi ai locali dell'attività, tali impianti sono intesi come nuovi impianti.

2.2 Consistenza sommaria dei lavori

I lavori da eseguire consisteranno nella realizzazione degli impianti di seguito esposti ed indicati negli elaborati grafici.

In particolare:

- Quadro BT generale
- Impianto di illuminazione ordinaria (predisposizione senza corpi illuminanti)
- Impianto di illuminazione di sicurezza (predisposizione senza corpi illuminanti)
- Impianto di terra
- Impianto prese
- Impianto speciali: dati e telefonia (predisposizione)
- Impianto rivelazione incendi (predisposizione di solo pulsanti di allarme incendio e relativa centrale)
- impianto di videoproiezione (predisposizione)

- impianto antintrusione (predisposizione)

Per maggiori dettagli ed informazioni tecniche si rimanda a quanto indicato negli elaborati grafici.

3 Impianto di terra

3.1. Generalità

L'impianto di dispersione di terra, nel complesso, dovrebbe essere già esistente, per la ristrutturazione sarà realizzato un nuovo impianto, che se possibile, sarà collegato a quello generale sarà quindi realizzato il collegamento al quadro generale.

3.2 Conduttori terra

Montante generale formato da corda di rame rivestita da 25mmq.

I conduttori di protezione delle altre masse di bassa tensione, posati insieme ai conduttori di fase, di sezione uguale alla metà dei rispettivi conduttori di fase con minimo di 25mmq.

4 Ambienti ed applicazioni particolari

4.1 Pericolo d'incendio

L'attività esercitata nel complesso non risulta soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco, inoltre questi luoghi non sono ritenuti luoghi con pericolo d'esplosione secondo la direttiva ATEX in quanto privi di composti che da soli o in combinazione con l'ossigeno possono dare miscele esplosive per cui in entrambi i casi non è necessario applicare le relative norme.

5 Soluzioni impiantistiche e criteri

Le soluzioni impiantistiche sono già riportate negli elaborati grafici a corredo, di seguito si danno le indicazioni di massima:

Per gli impianti interni, la distribuzione sarà formata da tubazioni di PVC e Polipropilene flessibili, con posa incassata.

Ulteriori dettagli sono contenuti negli elaborati grafici del presente progetto.

6 Criteri di scelta progettuali

6.1 Elementi protettivi delle linee

6.1.1. Regola generale

Tutte le condutture, le cassette di derivazione, ecc e tutti gli elementi protettivi e non che costituiscano l'ossatura dell'impianto rispetteranno le seguenti condizioni

1. essere tali da non causare innesco e/o la propagazione di incendi.
2. possedere il marchio di qualità IMQ o altro marchio egualmente riconosciuto.
3. essere poste in opera seguendo le istruzioni del costruttore.
4. avere grado di protezione idoneo alla zona d'installazione
5. la posa non dovrà far decadere le caratteristiche tecniche iniziali.
6. essere omogenee per tipo d'ambiente.
7. essere adattabili a tutti gli elementi che si presentano
8. le altezze di posa previste.
9. la struttura portante generale non dovrà presentare incroci inutili.

6.2 Generalità.

L'attività, a cui è destinato l'impianto elettrico, non è ancora stata definita del punto di vista ambientale, quindi per poter procedere con la progettazione si è supposto che tali ambienti possono essere definiti **ordinari, definizione che dovrà essere confermata o meno dal committente.**

chiameremo di tipo 02, 03, 04 (ex A, B, C). La nuova norma in appendice indica le 97 attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco. Salvo diverse considerazioni tali attività sono

normalmente da ritenersi luoghi a maggior rischio in caso d'incendio. Gli altri luoghi dovranno essere valutati caso per caso. Nel caso in oggetto si individua l'ambiente come:

6.3 Componenti

Negli saranno installati solo i componenti elettrici strettamente necessari, ad eccezione delle condutture che potranno anche transitare nell'ambiente; Tutti i componenti elettrici non dovranno assumere temperature superiori a quelle indicate nella seguente tabella sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione:

<i>Parti accessibili</i>	<i>Materiale delle parti accessibili</i>	<i>Temperatura massima (°C)</i>
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario ma che non necessitano di essere impugate	Metallico	70
	non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	metallico	80
	non metallico	90

Tab. 1

Inoltre tutti i componenti utilizzati, in funzionamento sia ordinario sia durante un guasto dell'impianto, dovranno aver superato le prove di comportamento relativamente al pericolo d'innesco e propagazione degli incendi, previste dalle specifiche norme CEI ; in mancanza di norme specifiche per i componenti elettrici costruiti con materiali isolanti, i criteri da seguire sono quelli della tabella seguente:

<i>Componenti elettrici (scatole, cassette, quadretti, placche e coperchi nelle diverse condizioni d'installazione)</i>	<i>Resistenza al riscaldamento in funzionamento ordinario e nelle fasi d'installazione</i>		<i>Attitudine a non innescare incendi in caso di riscaldamento eccessivo dovuto a guasti</i>
	<i>Prova in stufa per 60 min. (°C)</i>	<i>Termopressione con biglia (°C)</i>	<i>Prova al filo incandescente (°C)</i>
Componenti da incasso sotto intonaco (pareti in muratura tradizionale e prefabbricate)	60	---	550
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo, tramezze di legno, ecc.)	70	---	850
Componenti applicati a parete	70	---	550
Passerelle e canali esterni (non incassati)	60	---	650
Torrette sporgenti dal pavimento o scatole affioranti, anche per uso telefonico	60	---	650
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative al conduttore di protezione)	100	125	850

Tab. 2

Dovranno essere ridotte al minimo le superfici riscaldanti oppure dovranno essere tenute a debita distanza dagli oggetti illuminati se costruiti con materiale combustibile. In particolare le lampade ad alogeni o simili (attualmente in via di dismissione dal mercato) dovranno essere dotate di schermo

di sicurezza onde evitare, in caso di rottura delle lampade, la proiezione di materiale incandescente che potrebbe innescare l'incendio, inoltre saranno rispettate per il montaggio le istruzioni del costruttore.

Cavi - Comportamento e classificazione nei confronti dell'incendio

Nei cavi utilizzati in bassa tensione a causa del cedimento dell'isolante, dovuto a cause meccaniche, chimiche e termiche, si possono stabilire deboli correnti di dispersione tra fase-fase o fase-terra. Questo, evolvendosi nel tempo, può aumentare d'intensità innescando un arco, probabile causa d'innescò d'incendio. L'invecchiamento dell'isolante è strettamente legato ai valori di sovraccarico ai quali è sottoposto e quindi alla temperatura che il cavo assume durante la sua vita (ad esempio nei cavi in PVC una corrente pari a 10 volte la portata del cavo provoca la perdita di un millesimo di vita del cavo se permane per un tempo compreso tra tre e cinquanta secondi). Nel dimensionamento dei conduttori che alimentano motori con correnti di spunto elevate e con un elevato numero di avviamenti sarà previsto un sovradimensionamento dei conduttori.

In relazione al loro comportamento nei confronti del fuoco i cavi possono essere distinti in :

- ☛ **Cavi non propaganti la fiamma verticale** - (EN60332-1-2)) Sono cavi per i quali è stata eseguita una prova di accettabilità su un singolo cavo verticale e quindi non offrono alcuna garanzia contro la propagazione dell'incendio
- ☛ **Cavi non propaganti l'incendio** - Hanno superato prove più restrittive in fasci verticali in cunicoli a tiraggio naturale e in quantitativi ben definiti (il fascio non deve essere superiore a quello di prova altrimenti la non propagazione dell'incendio non è più assicurata - CEI 20-22). I cavi che portano il contrassegno CEI 20-22 cat. II hanno superato una prova a maggior severità che simula un incendio allo stadio generalizzato mentre i cavi che riportano la sigla CEI 20-22 cat. III hanno superato una prova che simula un incendio alle fasi iniziali. Un impianto che impiega questo tipo di cavi assicura la non propagazione dell'incendio ma non è affidabile in condizioni d'emergenza;
- ☛ **Cavi resistenti all'incendio (al fuoco)** - Sono conformi alle Norme CEI 20-45 e sono stati provati per assicurare il funzionamento per un certo tempo durante e dopo l'incendio. Questi cavi sono adatti per i circuiti d'emergenza, di segnale, comando e di informazioni (impianto antincendio, luci di sicurezza, ventilazione artificiale, controllo esplosività ecc..) sono ad esempio indispensabili per consentire al pubblico di evacuare con sicurezza da un edificio interessato da un incendio;
- ☛ **Cavi a bassa emissione di fumo e di gas** - Rispondono alle Norme CEI 20-38 non propagano l'incendio e sono a limitato sviluppo di fumi opachi, di gas tossici e gas corrosivi (non sono obbligatori, è una scelta che effettua il progettista seguendo criteri analoghi a quelli stabiliti per le altre sostanze combustibili dalle autorità competenti per lo specifico caso. Negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, infatti, la principale causa di decessi è proprio la presenza di fumi o gas. In considerazione dei dati piuttosto contrastanti sui materiali che producono gas tossici la norma consiglia generalmente di impiegare cavi conformi alle norme 20-38.

6.5 Regolamento n. 305/2011 del Parlamento Europeo del 9 marzo 2011, Regolamento CPR: condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

L'allegato IV del decreto individua le aree di prodotto interessate e, tra queste, al n. 31, i "cavi elettrici, di controllo e di comunicazione" per i quali sono richiesti precisi requisiti di resistenza e di reazione al fuoco, nonché limiti per quanto riguarda il rilascio delle sostanze nocive. Per loro natura e per il loro utilizzo all'interno degli edifici, essi possono infatti rappresentare una causa di innescò e di propagazione di un incendio, con la possibilità di emettere fumi tossici e gas acidi. Il Regolamento CPR è quindi lo strumento messo in atto per la sicurezza dei cittadini: una specifica contro l'insorgere o la limitazione dell'incendio.

☛ **I prodotti coinvolti**

Dal Regolamento CPR sono stati coinvolti tutti i cavi elettrici per energia e per comunicazione di qualsiasi tensione e tipo di conduttore installati permanentemente nelle costruzioni soggetti ai requisiti di reazione e resistenza al fuoco.

Il Regolamento CPR fissa per tutti i prodotti da costruzione le seguenti 7 caratteristiche:

1. Resistenza meccanica e stabilità
2. Sicurezza in caso di incendio
3. Igiene, salute e ambiente
4. Sicurezza e accessibilità all'uso
5. Protezione contro il rumore
6. Risparmio energetico e ritenzione del calore
7. Uso sostenibile delle risorse naturali.

I cavi sono coinvolti per le caratteristiche indicate ai punti 2 e 3.

Le opere da costruzione devono essere realizzate in modo tale che:

1. la generazione e la propagazione del fuoco e del fumo al loro interno siano limitate;
2. la propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine sia limitata;
3. gli occupanti delle stesse possano uscirne senza pericoli;
4. le squadre di soccorso operino in sicurezza.

Il Regolamento CPR impone al costruttore l'obbligo di apporre la marcatura CE, di predisporre la cosiddetta "dichiarazione di prestazione" del prodotto e di rispettare il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione (AVCP) adeguato alla classe di reazione al fuoco del cavo in esame.

6.5.1 Classi di reazione al fuoco

Si tratta delle caratteristiche del Regolamento CPR: la classe di reazione al fuoco indica come si comporterà un cavo durante l'incendio, sia in termini di propagazione dello stesso, sia in termini di produzione di fumi e acidità. La classe principale è indicata da lettere (da A a F) in ordine decrescente di prestazione.

A queste sigle il fabbricante può aggiungerne altre relativamente ad altri parametri addizionali che permettano di capire la prestazione del cavo nei confronti dello sviluppo di sostanze acide, dei fumi (maggiore o minore opacità), gocciolamento di particelle incandescenti del materiale isolante soggetto a incendio. Nella tabella a fianco sono riportate in dettaglio le sigle identificative. Il documento normativo CEI che specifica le classi di reazione al fuoco normalizzate con le relative prove è la Tabella CEI UNEL 35016 "Classe di reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento UE Prodotti da Costruzione".











Le classi di reazione al fuoco.

Le 7 classi di reazione al fuoco previste sono, in ordine decrescente di prestazione: _{ca} = cable	
A _{ca}	Prestazione elevata
B1 _{ca}	
B2 _{ca}	
C _{ca}	
D _{ca}	
E _{ca}	
F _{ca}	Prestazione bassa
Sono previste sigle aggiuntive per i seguenti parametri addizionali, sempre in ordine decrescente di prestazione	
Opacità dei fumi	s1a - s1b - s2 - s3
Gocciolamento di particelle incandescenti	d0 - d1 - d2
Acidità	a1 - a2 - a3

6.5.2 Norme di installazione

Per quanto concerne gli impianti elettrici, alla Variante 4 alla Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione", che ha modificato gli articoli della Sezione 527 "Scelta e messa in opera delle condutture avente lo scopo di ridurre al minimo la propagazione dell'incendio"

Da quanto esposto la nuova classificazione dei cavi da usare nelle parti interne diventa:

LIVELLO DI RISCHIO	LUOGHI DI IMPIEGO	DESIGNAZIONE CAVI NON CPR	DESIGNAZIONE CAVI CPR
ALTO	 Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee.  Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m.	FG100M2 - 0,6/1 kV FG100M1 - 0,6/1 kV	FG180M18 - 0,6/1 kV Afumex[®] GOLD FG180M16 - 0,6/1 kV Afumex[®] GOLD
MEDIO	  Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio.  Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato.  Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.  Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti.  Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m.	FG70M1 - 0,6/1 kV Afumex[®] 1000 N07G9-K 450/750 V Afumex[®] 90 H07Z1-K type 2/FM9 450/750 V Afumex[®] 750	 FG160M16 - 0,6/1 kV Afumex[®] PLUS 1000 FG17 - 450/750 V Afumex[®] PLUS 90 H07Z1-K type 2 450/750 V Afumex[®] PLUS 750
BASSO (posa a fascio)	 Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	FG70R - 0,6/1 kV G7SETTE[®] PM N07V-K SPEEDY FLAM[®]	FG160R16 - 0,6/1 kV G16TOP FS17 - 450/750 V SPEEDY FLAM[®] TOP
BASSO (posa singola)	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose.	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX

Tab. 3 – Nuove destinazione di impiego dei cavi CPR

Nel caso in oggetto, per la scelta dei cavi, essendo i locali di tipo ordinario, con livello di rischio basso, sarebbe stato sufficiente l'utilizzo del cavo di tipo **FS17**, ma non sapendo l'utilizzo futuro, si è cautelativamente scelto di impiegare conduttori di tipo **FG17**, confacenti a un rischio medio

6.5.3 Tipi di condutture

In relazione al tipo di conduttura adottata (Conduttura - insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica. Le cassette di derivazione sono parte integrante di una conduttura) e alle caratteristiche presentate da ciascuna di esse la Norma stabilisce opportuni provvedimenti per cui, a seconda della loro pericolosità all'innesco e alla propagazione dell'incendio, le condutture, comprese quelle che transitano, sono descritte di seguito :

- condutture incassate o interrate; per costruzione non possono innescare né propagare l'incendio. Essendo isolate dall'ambiente esterno non può esserci l'apporto di ossigeno necessario alla propagazione della fiamma. Sono considerate tali ad esempio condutture incassate in strutture non combustibili, cavi ad isolamento minerale con guaina esterna

metallica continua, condutture in tubi con grado di protezione almeno IP4X ecc.. (vedi tabella 3 e fig. 1). Per questo tipo di condutture non sono richiesti particolari requisiti di protezione ;

Gruppo a			
Condutture che non costituiscono causa d'innescio e propagazione dell'incendio			
CONDUTTURA	Posa : interrata o incassata in strutture incombustibili (calcestruzzo, intonaco, ecc.)	Posa : in vista a parete o su mensola	Posa : in vista a parete, su mensola o passerella
	Protezione : tubi protettivi o canali in materiale metallico o isolante	Protezione : tubi protettivi o canali in materiale metallico con grado di protezione non inferiore a IP4X	Protezione :
	Tipo di cavi : unipolari o multipolari (con o senza PE)	Tipo di cavi : unipolari o multipolari (con o senza PE)	Tipo di cavi : con isolamento minerale e guaina esterna metallica continua senza saldature
CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)	Il PE non è richiesto ai fini della protezione contro l'innescio dell'incendio ; lo è in genere per la protezione contro i contatti indiretti. Può essere un conduttore unipolare o un conduttore di cavo unipolare	La funzione di conduttore PE può essere svolta dalla canalina o dal tubo se idonei allo scopo, altrimenti il PE può essere inserito all'interno della canalizzazione come cavo singolo o come conduttore di cavo multipolare	La funzione di PE è svolta dalla guaina metallica
REQUISITI PARTICOLARI RICHIESTI	Nessuno	Nessuno	Il cavo deve essere sprovvisto di guaina isolante esterna

Tab. 3

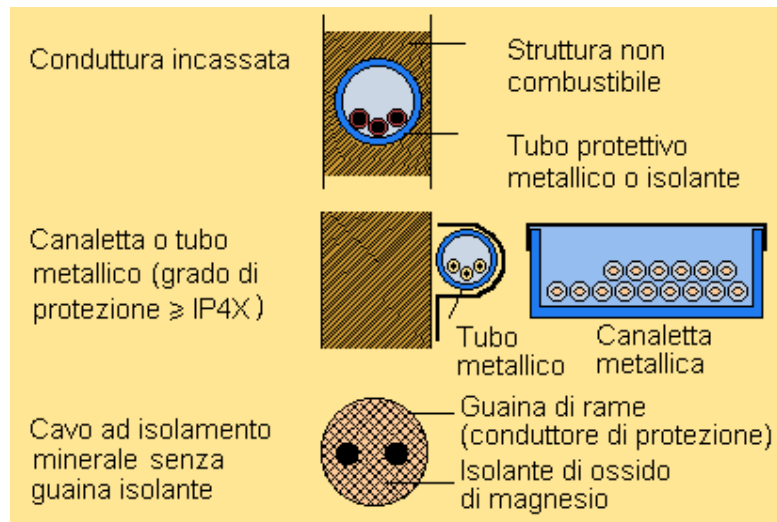


Fig. 1 - Esempi di condutture

6.5.4 Condutture mobili

Le condutture che devono essere mosse durante l'uso e che come tali possono essere sottoposte a severe sollecitazioni meccaniche con conseguente danneggiamento potrebbero dare luogo a guasti con conseguente pericolo d'innescio d'incendio. Per questo motivo saranno impiegati cavi idonei come ad esempio quelli utilizzati nei cantieri edili (tipo H07RN-F).

6.5.5 Protezioni da adottare contro il pericolo d'innescò dell'incendio

I provvedimenti che sono stati adottati per il tipo di condutture sono finalizzati ad ottenere una protezione meccanica contro il danneggiamento dei cavi, alla limitazione dell'apporto di comburente e ad evitare che si depositino particelle infiammabili sui cavi (utilizzo del grado di protezione IP4X) e ad assicurare un elevato valore delle correnti di corto circuito anche nel caso di guasto a terra nei sistemi TN-S (configurazione PE). Se si adottano tali misure si possono realizzare le protezioni contro le sovracorrenti secondo i criteri generali indicati dalle norme CEI 64/8.

La norma 64/8 per i luoghi ordinari prevede l'installazione del dispositivo di protezione dalle sovracorrenti in un qualsiasi punto della linea se non ci sono derivazioni né prese a spina; il dispositivo interviene in ogni caso correttamente anche se si deve accettare il rischio di non intervento per un guasto non franco a monte del dispositivo. Questa possibilità non è stata adottata nel presente lavoro, i dispositivi di protezione dalle sovracorrenti sono stati previsti all'inizio delle linee.

La protezione delle condutture dalle sovracorrenti assume in questo caso un ruolo fondamentale. La conduttura, protetta secondo la Norma CEI 64-8, può essere percorsa da una corrente di valore appena inferiore a 1,45 I_z raggiungendo temperature inferiori a 114 C° per il PVC (riferito ad una temperatura iniziale di cortocircuito pari a quella massima di servizio 70 C°) e a 145 C° per l'EPR (riferito ad una temperatura iniziale di cortocircuito pari a quella massima di servizio 85 C°).

Queste temperature, anche se riducono la vita convenzionale del cavo, non sono in genere causa di innescò d'incendio. In ogni caso, per ottenere un margine di sicurezza maggiore, la protezione da sovraccarico può essere ottenuta stabilendo come condizione ed imponendo in tal modo che il cavo non sia mai percorso da una corrente superiore alla sua portata, essendo **I_f** la corrente convenzionale di intervento del dispositivo di protezione.

Rimane naturalmente valido quanto indicato dalla CEI64/8 che sconsiglia l'installazione di protezioni contro i sovraccarichi nei casi in cui un'improvvisa interruzione può causare pericolo, ad esempio sull'illuminazione di sicurezza, e che indica i casi in cui si può omettere la protezione contro il corto circuito.

6.5.6 Riduzione delle temperature di servizio

Per i cavi in PVC privi di guaina la Norma prescrive una riduzione della temperatura di servizio. Nel caso di conduttori in rame la temperatura di esercizio dovrà essere ridotta a 55 C° e, in caso di corto circuito, dai 160 C° in condizioni ambientali normali ai 140 C°. In pratica si rende necessario ridurre il valore K del cavo. Ad esempio, in caso di corto circuito in un cavo in rame isolato in PVC, dovrà essere:

$$K^2 = C(T_{cc} - T_a)$$

dove:

C = costante del conduttore rappresentante il rapporto fra il calore specifico del materiale (riferito al volume) costituente il conduttore e la resistività;

T_{cc} = temperatura massima ammissibile in condizioni di corto circuito in ambiente normale;

T_a = temperatura ambiente.

In ambiente a maggior rischio in caso d'incendio il nuovo valore K^I sarà:

$$(K^I)^2 = C(T_{cc(ridotta)} - T_a)$$

da cui:

$$(K^I)^2 = \frac{K^2}{(T_{cc} - T_a)} \times (T_{cc(ridotta)} - T_a)$$

nel nostro caso (per un cavo in rame isolato in PVC, K=115) il nuovo valore di K sarà:

$$K^I = \sqrt{\frac{115^2}{(160 - 30)} \times (140 - 30)} = 106$$

Per finire occorre ricordare che anche per i cavi isolati in gomma G7 e privi di guaina la Norma prescrive una riduzione della temperatura di servizio a 70 C°

6.5.10 Impianto elettrico

La distribuzione principale dell'energia elettrica avverrà in B.T. con sviluppo radiale

Tutti i circuiti saranno identificati mediante fascette e codice identificativo nei diversi punti di derivazione e connessione; per le condutture quanto sopra vale anche in presenza di sviluppi longitudinali o trasversali notevoli. E' altresì necessario che i codici di identificazione siano riportati anche sulla documentazione finale relativa all'impianto come costruito (as-built).

Il quadro generale sarà suddiviso in sezioni indipendenti, ciascuna relativa alle alimentazioni:

- ordinaria
- di sicurezza

Le condutture saranno dimensionate, principalmente, in funzione della portata e della caduta di tensione massima ammessa.

I conduttori dei circuiti ordinari vanno protetti dai sovraccarichi e dai cortocircuiti secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8. Si consiglia di garantire una selettività di intervento delle protezioni in modo da limitare le zone interessate dal disservizio.

6.5.10.1 Luce e forza motrice

Per quanto concerne l'illuminazione ordinaria, i livelli di illuminamento da prevedere, la temperatura colore delle sorgenti, nonché i criteri di contenimento delle luminanze sono desumibili dalla Norma UNI 112464-1 e successiva variante.

L'impianto di illuminazione sarà suddiviso in più circuiti (art. 752.3.6 della Norma CEI 64-8), in modo da facilitare l'esercizio e limitare il disservizio causato da interventi per guasto o per manutenzione. I circuiti di illuminazione verranno così suddivisi:

- illuminazione delle sale polivalenti: due circuiti.
- illuminazione dei corridoi, delle scale, dell'atrio, wc e locali tecnici: un circuito

Relativamente alla scelta e posa in opera delle condutture, negli ambienti si utilizzano, per la posa fissa, condutture del tipo sotto traccia.

6.5.10.2 Illuminazione di sicurezza (solo predisposizione senza apparecchi)

Scopo principale dell'illuminazione di sicurezza è quello di evitare il panico e di favorire l'esodo.

Gli apparecchi di illuminazione impiegati dovranno essere saranno di tipo permanente (porte di uscita) ossia sempre accesi (appartengono a questa categoria le lampade per la segnaletica di sicurezza) oppure non permanente ed in tal caso l'accensione avverrà solo in emergenza.

L'impianto sarà misto:

- con apparecchi autonomi dedicati con pittogrammi, muniti di batteria;
- utilizzo dei corpi illuminanti per l'illuminazione normale con doppia funzione, dotati di batteria per l'emergenza

funzionamento in emergenza di almeno 1h.

I dispositivi di protezione e la suddivisione dei circuiti saranno tali da prevenire l'insorgere di panico in caso di mancanza di illuminazione (art. 752.3.7 della Norma CEI 64-8)

L'illuminazione di sicurezza sarà conforme alla Norma UNI EN 1838.

L'illuminazione di sicurezza garantirà i prescritti livelli di illuminamento (tabella 2) sia negli ambienti sia lungo le vie di esodo.

Tabella 4 - Livelli minimi dell'illuminazione di sicurezza su un piano orizzontale (UNI EN 1838)

Ambiente	Illuminamento
Vie di esodo (fino a 2m)	1lux(pavimento) lungo linea centrale 0,5lux fascia centrale
Aree antipanico	0,5lux(pavimento)

7 OGGETTO DI LAVORI

7.1 Qualità del tipo d'intervento

Il progetto nel suo insieme, consiste nella realizzazione degli impianti elettrici relativi al fabbricato in oggetto, tali impianti sono intesi come nuovi impianti.

7.2 Consistenza sommaria dei lavori

I lavori da predisporre consistono nella realizzazione degli impianti di seguito esposti ed indicati negli elaborati grafici.

In particolare:

Per gli impianti interni, la consistenza è data dall'alimentazione delle apparecchiature in campo, alla formazione di: punti luce e relativi comandi, punti presa, predisposizioni di impianti speciali e quadri elettrici:

In via generale

- Alimentazione apparecchiature in campo
- Impianto di illuminazione ordinaria (senza apparecchi solo predisposizione)
- Impianto di illuminazione di emergenza (senza apparecchi solo predisposizione)
- Impianto di terra ed equipotenziale generale.
- Impianto FM
- Impianto allarme incendio (solo predisposizione)
- Impianto antintrusione (solo predisposizione)
- Impianto dati (solo predisposizione)
- Impianto per videoproiezione (solo predisposizione)

Per maggiori dettagli ed informazioni tecniche si rimanda a quanto indicato negli elaborati grafici.

7.3 POTENZA DI ALIMENTAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

- potenza di alimentazione: prevista come massima dell'impianto max 50kW
- compatibilità dei componenti elettrici con riferimento a:
 - sovratensioni transitorie
 - direttiva EMC (D.Lgs 12/11(96 n°615)
 - direttiva macchine (D.P.R. 24/07/96 n°459)
- condizioni di manutenzione: normale
- il sistema di distribuzione: TT
- la natura della corrente: ca
- frequenza: 50Hz
- tensione (o le tensioni) nominale: 380V trifase+N
- corrente di cortocircuito presente nel punto di consegna: presunta 10kA

Tabella 4 *Dati relativi ai tipi degli apparecchi di illuminazione e ai valori di illuminamento con riferimento ad ogni zona, locale o gruppo di locali*

<p>Illuminazione ordinaria</p> <ul style="list-style-type: none">• Illuminazione a led• Dati illuminotecnici (illuminamento verticale, orizzontale, uniformità, indice d'abbagliamento, indice di resa cromatica, temperatura di colore, rif. Norme UNI 12464-1)• Tipologia apparecchi di illuminazione• Altro <p>Illuminazione di sicurezza</p> <ul style="list-style-type: none">• Illuminazione a led• Valori di illuminamento• Tipologia degli apparecchi di illuminazione (autonomi o ad alimentazione centralizzata: Norma UNI EN 1838)• Altro <p>Segnaletica di sicurezza</p> <ul style="list-style-type: none">• Distanza di visibilità (UNI EN 1838)• Tipologia (retroilluminata o illuminata esternamente)• Altro
--

8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

Valgono le prescrizioni contenute nel capitolo 41 della Norma CEI 64-8. In particolare la protezione contro i contatti indiretti sarà attuata con l'adozione di sistemi di protezione di tipo attivo (messa a terra + protezione differenziale) o di tipo passivo (bassissima tensione, doppio isolamento, luoghi non conduttori, locali isolanti, separazione elettrica), mentre la protezione contro i contatti diretti sarà realizzata con l'isolamento delle parti attive e/o l'adozione di involucri e barriere.

9 IMPIANTO DI TERRA

9.1 Generalità

Sarà realizzato un impianto di terra a servizio del fabbricato e allo stesso saranno collegate tutte le parti metalliche conduttrici e accessibili dell'impianto elettrico (collegamento o messa a terra di protezione).

La messa a terra di protezione, sarà coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, quale ad esempio il relè differenziale, realizzando così il metodo di "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione" che è il metodo correntemente utilizzato contro i contatti indiretti.

Scopo dell'impianto di terra, negli impianti utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria, è di convogliare verso terra la corrente di guasto, provocando l'intervento del dispositivo di protezione che provvede all'automatizzata interruzione della corrente di guasto, evitando il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

Gli elementi costitutivi l'impianto di terra sono:

9.1.1 *Dispersore*

Corpo conduttore o gruppi di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra.

Il dispersore può essere:

- intenzionale, quando è installato unicamente per scopi inerenti alla messa a terra di impianti elettrici;
- di fatto, quando è installato per scopi non inerenti alla messa a terra di impianti (armature di fondazioni, ecc.).

I dispersori saranno costituiti dai seguenti componenti metallici:

- tondi, profilati, tubi;
- conduttori facenti parte dello scavo di fondazione;

- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;
- tubazioni metalliche dell'acqua, afferenti all'impianto interno;
- altre strutture metalliche per liquidi o gas infiammabili.

Le dimensioni minime ed i materiali dei dispersori intenzionali, sono riportate nella **Tab.5**

Tabella 5 - Dispersori intenzionali: tipologia, materiali e dimensioni minime raccomandate

	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato a caldo (Norma CEI 7-6) ⁽¹⁾	Rame
	Piastra	Spessore (mm)	3	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm ²)	3 100	3 50
Per posa nel terreno	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm ²)	50	35
	Conduttore cordato	Ø ciascun filo (mm) Sezione corda (mm ²)	1,8 50	1,8 35
	Picchetto a tubo	Ø esterno (mm) Spessore (mm)	40 2	30 3
Per infissione nel terreno	Picchetto massiccio ⁽²⁾	Ø (mm)	20	15
	Picchetto in profilato	Spessore (mm) Dimensione trasversale (mm)	5 50	5 50

(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm²).

(2) In questo caso è consentito anche l'impiego di acciaio rivestito di rame, purché il rivestimento abbia seguenti spessori minimi:

- per deposito elettrolitico: 100µm
- per trafilatura: 500µm.

9.1.2 Conduttori di protezione

Conduttore prescritto come misura di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti:

- masse;
- masse estranee;

Per il conduttore di protezione del quadro generale QG sarà utilizzata la stessa barra di rame da 50x5mm che soddisfa la sezione minima

I conduttori di protezione delle altre masse di bassa tensione, posati insieme ai conduttori di fase, avranno sezione uguale alla metà dei rispettivi conduttori di fase con minimo di 25mmq.

9.1.3 Conduttore di terra

Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro.

Su di esso sarà previsto, in posizione accessibile, un dispositivo di interruzione, meccanicamente robusto, apribile solo a mezzo di un attrezzo ed elettricamente sicuro nel tempo, in modo da permettere la misura della resistenza di terra.

Il conduttori di terra avrà una sezione di 35mmq in quanto sarà utilizzato corda nuda di rame che collega il conduttore di terra al dispersore.

9.1.4 Dispersori

Il dispersore intenzionale sarà costituito da picchetti in FeZn

I conduttori di protezione in partenza dai quadri saranno collegati al medesimo collettore di terra generale summenzionato.

A dispersore di terra costruito, si dovrà procedere alla misura della sua resistenza di terra per riscontrare la rispondenza con il coordinamento delle protezioni

10 AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI

10.1 Soluzioni impiantistiche

Le soluzioni impiantistiche sono già riportate negli elaborati grafici a corredo, di seguito si danno le indicazioni di massima:

Per gli impianti interni, la distribuzione principale sarà realizzata in tubazioni e canali in PVC e/o metallici con protezione minima >IP4X posati a vista, e tubazioni sottotraccia.

Per quanto riguarda la distribuzione esterna, essa sarà realizzata tramite posa di condotti interrati a doppia parete, con interposizione di opportuni pozzetti di derivazione e rompitratta, tali condotti sono sommariamente suddivisi per i circuiti di potenza e per i circuiti di segnale,.

Le parti di impianto terminale cioè in prossimità dei carichi da alimentare, saranno realizzate con tubazioni rigide e/o guaine metalliche e/o in PVC, canali in PVC, il cambio di posa avverrà alla condizione più favorevole.

Una limitazione sulla posa degli elementi facenti parte dell'impianto elettrico è prevista nelle pareti in cui non è prevista una rifodera, tali pareti essendo "storiche" non possono essere intaccate. Per dotare nella sala 3, degli elementi di supporto al punto in cui è previsto sia collocato l'eventuale relatore, si è prevista una colonna attrezzata e un punto di prelievo a pavimento tramite torretta incassata, in cui saranno collocati i comandi e le derivazioni FM.

Nella sala 2, per gli stessi motivi di cui sopra, è prevista una dotazione a pavimento .

Ulteriori dettagli sono contenuti negli elaborati grafici del presente progetto.

11 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE¹

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere conformi alle relative norme di sicurezza (Norme CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-22); in particolare resistenti alla fiamma e all'accensione (Norma CEI EN 60598-1 e art. 13-3). Se sospesi i cavi di alimentazione non dovranno essere danneggiati da eventuali movimenti o dalla eccessiva massa dell'apparecchio stesso. In presenza di sollecitazioni meccaniche che potrebbero danneggiare le lampade o altre parti dell'apparecchio di illuminazione, allo scopo saranno predisposte misure di protezione specifiche, approntate caso per caso (si consideri anche l'eventualità della resistenza a movimenti tellurici).

Gli apparecchi di illuminazione utilizzati saranno del tipo :

- ✓ da parete (o soffitto);
- ✓ da incasso e/o plafone;
- ✓ a sospensione;
- ✓ da binario;

In tutti i casi gli apparecchi non saranno posizionati in prossimità di materiali combustibili. Per i faretti ed i proiettori, se non diversamente indicato dal produttore dell'apparecchio, la distanza minima dai materiali combustibili è quella indicata in **Tab.6**

Potenza lampada [W]	Distanza [m]
$P \leq 100$	0,50
$100 < P \leq 300$	0,80
$300 < P \leq 500$	1,00
> 500	Proporzionalmente aumentate

Tabella 6 - Distanza degli apparecchi illuminanti da corpi o sostanze combustibili in funzione della potenza delle lampade

La protezione contro le ustioni si realizza impedendo che le parti accessibili a portata di mano degli apparecchi illuminanti raggiungano le temperature indicate della **Tab 7**.

¹ Nel presente lavoro non sono compresi: solo predisposizione

Parti accessibili	Materie delle parti accessibili	Temperatura massima (°C)
Organi di comando da impugnare	metallico	55
	non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugunate	metallico	70
	non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	metallico	80
	non metallico	90

Tabella 7- Temperature massime delle parti accessibili

Qualora le temperature indicate nella precedente tabella vengano superate è necessario allontanare l'apparecchio di illuminazione (ossia renderlo inaccessibile) o evitare il contatto accidentale approntando barriere o involucri che assicurino un grado di protezione non inferiore a IPXXB.

12 DISPOSIZIONE DELLE APPARECCHIATURE PER L'ELIMINAZIONE DELLA BARRIERE ARCHITETTONICHE

La legge n°13 del 9 gennaio 1989 "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati" prevede che i componenti elettrici (quadri generali, interruttori, prese, campanelli, pulsanti, citofoni, ecc.) necessari alla libera fruizione degli spazi e delle attrezzature in essi contenute, devono essere accessibili anche a persona su sedia a rotelle.

Nella **Tab.7** sono indicate le fasce di altezza, in centimetri entro le quali installare le apparecchiature elettriche.

Apparecchiature	Fascia consentita (altezza in cm)	Fascia consigliata (altezza in cm)
Interruttori	60÷140	75÷140
Campanello e pulsante di comando	40÷140	60÷140
Bottoniera ascensori	110÷140	120
Presse luce	45÷115	60÷110
Citofono	110÷130	120
Telefono pubblico (parte superiore)	100÷140	120

Tabella 1 - Quote installative delle apparecchiature per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche

12.1 Apparecchi di comando e prese

Le apparecchiature di comando devono essere installate a un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento ed avere un tasto di manovra di altezza minima di 45 mm, mentre le prese vanno posizionate ad un'altezza compresa tra 0,45 e 0,15 m dal pavimento.

Gli organi di comando devono essere facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla, impiegando tasti fluorescenti o luminosi oppure indicatori fluorescenti posti sulle placche di finitura; tali organi devono essere azionabili con leggera pressione ed essere sufficientemente robusti per resistere ad azionamenti non completamente corretti.

12.2 Apparecchi di segnalazione

Tutti gli apparecchi di segnalazione saranno contemporaneamente acustici e luminosi; i segnalatori devono essere posti, nei vari locali, in posizione tale da consentire l'immediata percezione.

E' inoltre necessario lo sdoppiamento del segnalatore nei casi in cui la percezione dell'allarme sia possibile solo in alcuni locali

L'intensità minima della segnalazione acustica, ad una distanza di 3 metri dall'attuatore, deve essere di 70 dB; per i circuiti di sicurezza e di allarme tale intensità è elevata a 80 dB.

12.3 Apparecchi per bagni e docce

Nei locali bagno, in prossimità del WC, deve essere situato un pulsante azionato da un cordone isolante, facilmente raggiungibile.

Tale pulsante deve attivare un segnalatore ottico-acustico posto in un luogo atto ad essere percepito dalle persone addette all'assistenza.

E' inoltre necessario lo sdoppiamento del segnalatore nei casi in cui la percezione dell'allarme sia possibile solo in alcuni locali.

L'intensità minima della segnalazione acustica, ad una distanza di 3 metri dall'attuatore, deve essere di 70 dB; per i circuiti di sicurezza e di allarme tale intensità è elevata a 80 dB.

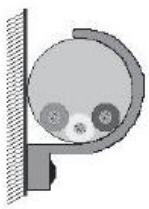
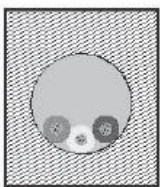
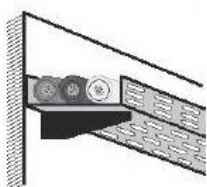
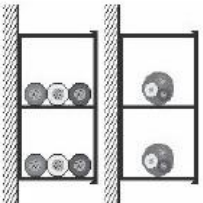
13 CRITERI DI SCELTA PROGETTUALI

13.1 Elementi protettivi delle linee

13.1.1 Regola generale

Tutte le condutture, le cassette di derivazione, ecc e tutti gli elementi protettivi e non che costituiscano l'ossatura dell'impianto rispetteranno le seguenti condizioni

1. essere tali da non causare innesco e/o la propagazione di incendi.
2. possedere il marchio di qualità IMQ o altro marchio egualmente riconosciuto.
3. essere poste in opera seguendo le istruzioni del costruttore.
4. avere grado di protezione idoneo alla zona d'installazione
5. la posa non dovrà far decadere le caratteristiche tecniche iniziali.
6. essere omogenee per tipo d'ambiente.
7. essere adattabili a tutti gli elementi che si presentano
8. le altezze di posa previste.
9. la struttura portante generale non dovrà presentare incroci inutili.

	Posa su tubazione a vista		Posa sotto traccia
	Posa in canale		Posa in canaletta

13.1.2 Conduitture

Le condutture dovranno rispettare le regole generali elencate nelle rispettive norme. Per l'attività in oggetto sono stati scelti tipi di posa seguenti:

- Canalizzazioni in PVC
- Tubazione in PVC e polipropilene
- Corrugati a doppia parete per cavidotti interrati

- Corrugati pesanti
- Guaine protettive In PVC interrate e a vista

Alcuni tipi di posa permettono di utilizzare in alcuni casi cavi con guaina come evidenziate nella norma e in altri cavi multipolari a doppio isolamento CEI 64-8 cap. 5.21 tab. 52.

Le condutture saranno scelte in modo da assicurare un'adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che potranno prodursi sia durante la posa sia durante l'esercizio.

I cavi, posti nelle tubazioni, non dovranno occupare una sezione superiore al 70% della sezione utile della tubazione e 50% nelle canalizzazioni.

Per i cambi di direzione si utilizzeranno curve a innesto sulla tubazione di tipo rigido o flessibile oppure si potranno utilizzare brevi tratte in guaine anellate flessibili, per facilitare la posa.

I raccordi tra tubazioni e: tubazioni, scatole, cassette, quadri ecc, saranno realizzati utilizzando i giunti previsti correttamente installati e senza far decadere le caratteristiche tecniche e i gradi di protezione degli involucri.

13.1.3 Casette di derivazione

Le cassette di derivazioni, saranno ispezionabili mediante rimozione o apertura di coperchio con viti di serraggio, destinate a contenere gli elementi di giunzione delle linee oppure come semplice rompitratta, il grado di protezione dovrà tenere conto del luogo e gruppo di installazione delle medesime.

I cavi e le giunzioni, posti all'interno delle cassette di derivazione non dovranno occupare più del 50% del volume della cassetta stessa, sarà buona norma identificare le linee in derivazione ed in transito all'interno della cassetta tramite appositi cartellini alfa numerici tali accorgimenti consentono di riconoscere facilmente le linee in transito in caso di modifiche all'impianto o in caso di guasti e riparazioni future.

Le cassette di derivazione, saranno saldamente fissate alla struttura portante, qualora la superficie di appoggio della cassetta o di altre apparecchiature superi l'area d' appoggio della struttura (travi, colonne...) si dovrà provvedere al fissaggio tramite staffe, piastre od altro ancorate saldamente alla struttura di appoggio disponibile, in modo tale da non creare spigoli o sporgenze pericolose in caso di urti e tali da non creare leve che compromettano l' ancoraggio delle parti a vista, qualora ciò non sia possibile, si dovrà ricorrere ad altro tipo di posa.

13.2 Scatole porta frutti

Le scatole porta frutti, destinate a contenere le apparecchiature di serie civili, saranno adatte al luogo di installazione.

All'interno dei contenitori, non si potranno effettuare giunzioni e/o derivazioni, i collegamenti dovranno essere effettuati esclusivamente sui morsetti (le viti di serraggio) delle apparecchiature montate, avendo cura di effettuare eventuali ponticelli nel rispetto della norma.

13.3 Gradi di protezione

I componenti dell'impianto elettrico saranno muniti del marchio di qualità IMQ o di un' altro marchio equivalente, di conformità alle norme di altri Paesi della Comunità Europea. In assenza di marchio o di attestato, di relazione di conformità rilasciati da un organismo autorizzato ai sensi dell' art 7 della legge 791/77, i componenti dovranno essere dichiarati conformi alle rispettive norme, direttamente dal costruttore, per questo sarà sufficiente che l' installatore della apparecchiatura, allegghi alla propria dichiarazione di conformità, la dichiarazione di conformità del costruttore alla relativa norma di riferimento, riportata nei cataloghi della apparecchiatura, e che sia apposta la marcatura CE sul componente direttamente da costruttore.

I componenti saranno idonei all' ambiente di installazione e saranno conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme, scelti e messi in opera secondo le caratteristiche dell' ambiente, i gradi di protezione saranno così realizzati: (regola generale tutte le apparecchiature Interne, con grado di protezione minimo IP.4X; le apparecchiature esterne IP55; le apparecchiature a immersione IP.68.

13.4 Prese a spina e FM

13.4.1 Prese civili

Saranno utilizzate in tutti i locali, per alimentazione di piccole apparecchiature presenti.

Le prese a spina ad installazione fissa rispetteranno la condizione che l'asse geometrico di inserzione passante per i tre alveoli di prelievo sia verticale rispetto al piano di calpestio; il centro dei tre alveoli dovrà essere distanziato da tale piano di almeno:

- 175 mm se a parete (con montaggio incassato o sporgente).
- 70 mm se su canalina o zoccolo.
- 40 mm se su torretta o calotta.
- Non si potranno raggruppare più di N° 5 gruppi prese sotto la stessa protezione.

13.4.2 Prese industriali

Le prese a spina industriali saranno di tipo IEC. Saranno utilizzate per l'eventuale alimentazione di utilizzatori fissi o portatili in tutta l'area dell'impianto, saranno di tipo interbloccate con protezione singola da fusibile e/o con adeguata protezione nel quadro di riferimento.

13.5 Corpi illuminanti per Illuminazione ordinaria ²

13.5.1 Illuminazione delle zone interne

Per l'illuminazione delle zone Interne normali, saranno installate corpi illuminanti a led munite di schermi e corpo in polycarbonato autoestinguente e/o In metallo, tali plafoniere saranno munite di reattori elettronici e/o dimmerabili.

Saranno in grado un garantire di illuminamento sufficiente senza recare effetti fastidiosi di abbagliamento, inoltre il livello di illuminamento sarà quello prescritto dalle norme per ogni ambiente e tipo di lavoro svolto; nel nostro caso, data l'attività, da 150 a 300 lx, Ra minimo 80, UGRL da 0,4-0,6

Non sono previste all'interno del fabbricato lampade a scarica a catodo freddo ad alta tensione (non si applica pertanto la sezione 753)

13.5.2 Illuminazione di emergenza

L'illuminazione di emergenza deve entrare in funzione quando illuminazione ordinaria viene a mancare, è destinata a garantire la sicurezza delle persone in caso di mancanza di quella ordinaria.

Per tale scopo potranno essere utilizzate parte delle plafoniere per l'illuminazione ordinaria, o apparecchi autonomi, tutte dotati di batteria a bordo

Per le uscite di sicurezza saranno adottate apposite plafoniere sempre accese, munite di batteria interna con autonomia minima di 1 ora.

13.6 Conduttori dell'impianto

13.6.1 Linee di alimentazione

Tutte le linee d'alimentazione saranno realizzate tramite conduttori in rame isolato di colore come da prescrizioni contenute nelle tabelle CEI-UNEL e nelle Norme CEI 64-8 e in particolare:

- Giallo-Verde per il conduttore di protezione, di terra e di equipotenzialità
- Blu Chiaro sarà destinato esclusivamente al Neutro
- Marrone, Nero, Grigio per i conduttori di fase.

(Norme CEI 64-8 e tabelle UNEL 00722-87).

La scelta del tipo di cavo da usare sarà determinata in base alle condizioni di Impiego e ai tipo di posa, saranno comunque rispettate le raccomandazioni contenute nelle Norme del Comitato Tecnico 20 del CEI.

13.6.2 Sezione dei conduttori

La sezione dei conduttori è stata scelta in modo da evitare che gli stessi possano assumere delle temperature superiori a quelle previste

La sezione minima dei conduttori unipolari per la posa in tubi è di:

- ✓ 1,5mmq per i circuiti di potenza ad installazione fissa.
- ✓ 0,5mmq per i circuiti di comando e di segnalazione ad installazione fissa

² Si danno le caratteristiche tecniche ma la fornitura è esclusa

per il dimensionamento si è tenuto conto della corrente di impiego e dei coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione delle varie utenze

13.6.3 Connessione dei Conduttori

Le giunzioni dei conduttori saranno effettuate mediante appositi morsetti con vite, contenute entro cassette di derivazione. Morsetti e giunzioni non sono ammesse all'interno dei tubi o nei condotti.

I dispositivi di connessione (giunzioni o derivazioni) dovranno rispettare le Norme CE123-20. Le connessioni dovranno essere accessibili ed ispezionabili per manutenzione e prove; sono vietate nelle scatole porta frutti quelle giunzioni realizzate tramite morsetti, mentre sono ammesse le giunzioni realizzate sulle apparecchiature montate nella scatola o in altre apparecchiature, purché queste siano funzionali (entra-esci, dalle prese o dagli apparecchi di illuminazione) e che siano provviste di doppi morsetti e/o che siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare

13.7 Torrette a scomparsa

Nelle sale in cui risultano precluse le dotazioni elettriche da collocare nelle pareti, si sono previste delle dotazioni tecniche a scomparsa nel pavimento. Detta soluzione realizzata tramite torrette incassate a pavimento "a scomparsa" saranno collegate tramite tubazioni per ogni servizio a cui saranno destinate

13.8 Colonne attrezzate

Per i motivi sopra esposti, nella sala 3, sarà prevista la collocazione di una colonna monofacciale atterzata per distribuire i comandi delle luci e rendere disponibile il prelievo dell'energia oltre ai impianti speciali. Le colonne attrezzate portapparecchi potranno realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera, inserendo i moduli di supporto già predisposti dal costruttore.

14 PROTEZIONI E SCELTE PER LA SICUREZZA

14.1 Caratteristiche elettriche dell'impianto

14.1.1 Sistemi a tensione diversa:

Per i circuiti a bassissima tensione di sicurezza si utilizzeranno cavi e condutture distinti dagli altri circuiti o utilizzando le stesse conduttori ma isolando gli stessi per la massima tensione presente; le linee di alimentazione dei circuiti SELV anche se da o per trasformatori di sicurezza, dovranno essere muniti del conduttore di protezione, comunque le masse dei circuiti SELV non saranno collegate all'impianto di terra

14.1.2 Criteri di protezione contro i contatti diretti:

Nel presente progetto è stata considerata la protezione contro i contatti diretti che consiste nella misura intesa a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive; si intendono "parti attive" quelle in tensione nel servizio ordinario (compreso il conduttore neutro dell'impianto).

Protezione mediante Isolamento.

La protezione contro i contatti diretti sarà totale, le parti attive saranno completamente protette con un isolamento che può essere rimosso soltanto mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica dovrà soddisfare le relative Norme. Per gli altri componenti elettrici la protezione dovrà essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

Protezione mediante involucri.

Le parti attive saranno poste entro involucri tali da assicurare un grado di protezione uguale e non inferiore a quanto descritto nei punti precedenti. Le barriere e gli involucri dovranno essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibile, tenuto conto delle condizioni ambientali

Protezione addizionale mediante interruttore differenziale.

Come protezione addizionale è prevista l'installazione di interruttori differenziali (questa protezione è addizionale, e non è sostitutiva delle altre misure di sicurezza contro i contatti diretti).

14.1.3 Criteri di protezione contro i contatti indiretti:

Per la protezione delle persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento si sono presi i seguenti provvedimenti.

Protezione mediante componenti elettrici di Classe II, trasformatori di sicurezza.

La protezione è assicurata con l'uso di componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (Classe II). Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non sono collegate ad un conduttore di protezione

Protezione mediante interruzione automatica del circuito

Viene attuato mediante il coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi elettrici di protezione differenziale atti ad interrompere l'alimentazione in caso di guasto, in modo di evitare il persistere di una tensione di contatto superiore a quella della tab. C1 per un determinato tempo.

L'impianto ha un impianto di terra unico, al quale sono collegati tutte le masse metalliche (tubazioni, etc.) e tutte le masse estranee. Le protezioni saranno coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assumesse valori pericolosi, per cui verrà rispettata la seguente condizione:

$$Z_s \leq U_0 / I_a$$

Dove

- **Z_s** = Impedenza del circuito (anello) di guasto, che comprende la sorgente (generalmente il trasformatore), il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente [W]
- **I_a** = corrente che provoca l'intervento dell'interruttore automatico entro un tempo definito, che dipende dal tipo di circuito (di distribuzione o terminale) e dalla tensione nominale del sistema verso terra [A].

Nel caso dei circuiti di distribuzione la **I_a** è la corrente che provoca l'intervento dell'interruttore in un tempo di 5 s.

Nel caso di circuiti terminali la **I_a** è la corrente che provoca l'intervento dell'interruttore nei tempi riportati nella seguente tabella C1:

Tensione di fase del sistema U₀ (V)	Tempo d'intervento massimo dell'interruttore (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Nel caso in cui l'interruttore di protezione sia di tipo differenziale, la **I_a** è la sua corrente differenziale nominale [A].

- **U₀** = tensione nominale del sistema verso terra (tensione fra fase e terra) [V]

Nel caso di interruttore magnetotermico senza differenziale perché la protezione dai contatti indiretti sia garantita occorre che la corrente per guasto a massa **I_g** sia superiore alla soglia d'intervento **I_m** dello sganciatore magnetico dell'interruttore:

$$I_g \geq I_m$$

In questo modo la corrente di guasto viene ad assumere le caratteristiche di una corrente di corto circuito fra conduttore di fase e conduttore di protezione e l'interruttore interviene in tempi inferiori a quelli riportati nella precedente tabella (intervento istantaneo dovuto allo sganciatore magnetico).

15 CRITERI DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

15.1 Calcoli illuminotecnici per l'illuminazione normale

Il calcolo dell'illuminamento ha lo scopo di fornire una adeguata quantità di luce ai locali, rapportata al tipo di utilizzo degli stessi per ottenere una armonia dell'ambiente che determina il benessere e la sicurezza delle persone presenti.

I metodi per il calcolo del flusso luminoso, si basano sul calcolo dell'intensità luminosa (lux) che bisogna ottenere sul piano di lavoro, i valori da attribuire per ogni tipo di attività sono normati e sono fissati dalla norma UNI EN12464-1 e dalle Raccomandazioni degli organismi sportivi

Per un impianto razionale, efficace e con il massimo rendimento, il Numero (N) e la potenza delle lampade occorrenti dipendono da vari fattori:

- dalla superficie del locale,
- dall'illuminamento medio desiderato sul piano di lavoro
- dal tipo di apparecchio illuminante adottato
- dalla larghezza e lunghezza del locale in rapporto all'altezza
- dalle sorgenti luminose
- dal potere riflettente delle pareti e del soffitto
- dal grado di manutenzione dell'impianto previsto

La scelta e la collocazione delle sorgenti luminose e dei relativi apparecchi illuminanti, sono strettamente legate alla struttura architettonica dei locali da illuminare, con il colore e le proprietà riflettenti delle pareti e del pavimento.

Il metodo del fattore di utilizzazione o del flusso totale, utilizzato in questa procedura di calcolo, è basato sulla conoscenza di una serie di fattori, quando si conoscono almeno approssimativamente i fattori di riflessione delle pareti e del soffitto

15.2 Calcoli illuminotecnici per l'illuminazione di sicurezza:

Si procede come al punto precedente, considerando che il livello di illuminamento medio calcolato in esercizio, è raccomandato dalla norma UNI e varia in funzione del tipo di locale e dell'attività svolta, nonché di vari altri parametri visivi e non e quando vi siano esigenze di maggiore o minore accuratezza.

L'illuminamento normale è stato calcolato su un piano visivo posto ipoteticamente ad un'altezza di 0.8 m dal pavimento. Per tutte le zone asservite, si sono utilizzate lampade fluorescenti per la loro efficienza luminosa e per la maggiore uniformità di illuminamento.

Per l'illuminazione di sicurezza il calcolo è riferito ad un'altezza di 1m dal piano di calpestio o direttamente a terra

15.A IMPIANTI SPECIALI (solo predisposizione)

All'interno del fabbricato si sono predisposti (solo tubazioni e cassette portafrutti) i seguenti impianti:

15.A1 Videoproiezione sala conferenze

- Punto alimentazione a soffitto e punto segnale video proveniente da PC
- Punto schermo motorizzato e relativo punto comando

15.A2 Impianto di allarme manuale incendio

- Punto pulsante manuale
- Punto cassonetto ottico-acustico
- Punto sirena d'allarme
- Punto centrale di gestione

15.A3 Impianto di antintrusione

- Punto rilevatore
- Punto chiave esterna

- Punto tastiera interna
- Punto Sirena interna ed esterna
- Punto centrale di gestione

15.A4 Impianto dati

- Punto prese
- Punto attestazione per quadro (distribuzione ricompresa nel quadro QDSA solo predisposto)

16 RIFERIMENTI NORMATIVI

16.1 Norme di carattere generale

- Legge 1 marzo 1968 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici • Legge 18 ottobre 1977 n.791 Attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (CEE), n.72/73, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione • Decreto 22 gennaio 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 degli impianti all'interno degli edifici

16.2 Norme CEI per gli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione:

- CEI 0-2 0 126 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-10 0 115 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
- CEI 0-11 0 78 Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
- CEI 0-14 DPR 22 ottobre 2001, n.462 Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativo alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
- CEI 64-50 Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici - Criteri generali
- CEI 64-54 Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici – Criteri particolari per locali di pubblico spettacolo
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua” (Nota: la Norma CEI 64-8 è una norma armonizzata, cioè condivisa dagli altri paesi della Comunità Europea);
- CEI EN 62305-1/2/3/4 Protezione contro i fulmini
- CEI EN 60079-14 Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
- CEI 31-35 Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)
- CEI EN 60079-10-1 Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
- CEI 31-35/A Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione
- CEI EN 60079-10-2 Atmosfere esplosive. Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili
- CEI 31-108 Atmosfere esplosive. Guida alla progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici in applicazione della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33):2015-04
- CEI 64-12 64 68 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

16.3 Leggi e decreti

- Legge n° 13 del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236 Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati
- D.P.R. n° 503 del 24/7/96 Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

16.4 Norme generali

- DPR 1/8/11, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122" pubblicato sulla G.U. n. 221 del 22/9/11.
- D.M. del 26/8/92 Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica 2.6 NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE
- CIE Raccomandazioni CIE
- Norma CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove • Norma UNI 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni
- Norma UNI 10530 Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione
- Norma UNI 12665 Luce e illuminazione. Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
- Norma CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norma UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica. illuminazione di emergenza
- Norma CEI EN 50171 Sistemi di alimentazione centralizzati
- Norma CEI EN 50272-2 Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione. Parte 2: Batterie stazionarie
- Norma UNI 10840 Luce e illuminazione. Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale
- Legge Regione Veneto in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico 2.7 NORME IMPIANTI TELEFONICI E CABLAGGIO STRUTTURATO
- Norma CEI 103-1 Impianti telefonici interni
- Norma CEI 46-136 Guida alle norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione
- ANSI/TIA/EIA-568-B.1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 1 : General Requirements of May 2001 (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 2 : Balanced Twisted-Pair Cabling Components of May 2001 (and all Addendum) , and TIA/EIA-568-B.2-1 for CAT6
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3 Optical Fiber Cabling Components Standard (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-606-A Administration Standard for Commercial Telecommunications Infrastructure of May 2002
- ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications of August 1994
- Norme EN50173-1 Information Technology Generic Cabling Systems
- Norme EN 50174-1 Information Technology – Cabling installation
- Norme EN 50174-2 Information Technology – Cabling installation
- prEN 50174-3 Information Technology – Cabling installation
- Norme ISO/IEC 11801 2nd Edition Information Technology – Generic cabling for customer premises
- ANSI/EIA/TIA 570-A Residential Telecommunications Cabling Standard

16.5 NORME IMPIANTI RIVELAZIONE AUTOMATICA DI FUMI ED INCENDIO

- Norma UNI 9795 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio
- Norma UNI 11224 Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
- Norme EN 54 Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio
- Norma UNI EN 54-1 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – introduzione
- Norma UNI EN 54-2 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – centrale di controllo

- Norma UNI EN 54-3 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – dispositivi sonori di allarme incendio • Norma UNI EN 54-4 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – apparecchiatura di alimentazione
- Norma UNI EN 54-5 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di calore – rivelatori puntiformi
- Norma UNI EN 54-7 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fumo – rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
- Norma UNI EN 54-10 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fiamma – rivelatori puntiformi
- Norma UNI EN 54-12 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fumo. Parte 12: rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso
- Norma UNI EN 54-16 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale
- Norma UNI EN 54-17 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 17: Isolatori di corto circuito • Norma UNI EN 54-20 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 20: Rivelatori di fumo ad aspirazione
- Norma UNI EN 54-21 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 21: Apparecchiature di trasmissione allarme e di segnalazione remota di guasto e avvertimento
- Norma UNI EN 54-23 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 23: Dispositivi visuali di allarme incendio • Norma UNI EN 54-24 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – altoparlanti
- Norma UNI EN 12845 Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler. Progettazione, installazione e manutenzione
- Norma UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
- Norma UNI ISO 7240-19 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Parte 19: progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza
- Norma CEI 20-45 Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LS0H) con tensione nominale di 0,6/1kV
- Norma CEI 20-105 Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni (LS0H) con tensione nominale di 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio

Prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco
 Prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica
 Prescrizioni e indicazioni della Telecom Italia
 Prescrizioni e raccomandazioni delle ASL
 Norme e tabelle di unificazione UNEL ed UNI
 Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali

17 RELAZIONE SUL METODO DI CALCOLO DELLA RETE BT

17.1 Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria)

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza P_n invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle (P_d a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (Q_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

17.2 Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la condotta in modo da verificare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_r \leq 1.45 I_z \quad (2)$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente I_b , pertanto, si determina la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Nella determinazione dei cavi si devono rispettare anche le seguenti condizioni:

- condutture che sono derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- condotta che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della condotta principale.

La corrente ammissibile I_z è funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, tenuto conto anche dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k è il declassamento del cavo che tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore
- tipo di Isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (ridotta del coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \min}$.

Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione (2) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla Norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A.

Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione (2) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

17.3 Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione del materiale conduttore e al materiale isolante.

17.4 Cadute di tensione

Il calcolo delle cadute di tensione avviene vettorialmente. Per ogni utenza è stata calcolata la caduta di tensione vettoriale per ogni fase e per il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportato in percentuale rispetto alla tensione nominale.

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt} = 1,73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono automaticamente ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente (I_b) calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

17.5 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia come minimo almeno uguale a 16mm² se il conduttore è in rame, e a 25 mm² con conduttore in alluminio

Nei circuiti monofasi o polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mmq se di rame e 25mmq se di alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla:

Sez. conduttore di fase S (mmq)	Sez. minima conduttore di protezione Sp (mmq)
Sf<16	Sn = Sf
16≤Sf≤35	Sn=16
Sf>35	Sn=Sf/2

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, per determinare la sezione in base alla portata. Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

17.6 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

17.7 Rifasamento

Il rifasamento si basa sulla espressione:

$$Q_{rif} = P_n (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

nella quale $\tan \varphi'$ 'angolo corrispondente al fattore di potenza a cui si vuole rifasare il cui valore oscilla tra 0.8 e 0.9 a seconda del tipo di contratto di fornitura.

Il rifasamento può essere eseguito in due modalità:

- distribuito;
- centralizzato.

Il primo consiste nell'inserimento delle batterie di condensatori localmente in parallelo ad un carico terminale, il secondo nell'inserire delle batterie di condensatori tramite sistema automatico all'inizio dell'impinato o di un nodo.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata tramite la:

$$I_{nc} = \frac{Q_{rif}}{k_{ca} \cdot V_n}$$

nella quale Q_{rif} , viene espressa in kVAR.

Le correnti nominali e di taratura delle protezioni, devono tenere conto (CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche; inoltre deve essere ammessa una tolleranza del +15% sul valore reale della capacità dei condensatori. Pertanto la corrente nominale dell'interruttore sarà almeno $I=1,53 I_{nc}$

Infine la taratura della protezione magnetica non sarà inferiore a $I=10 I_{nc}$

17.8 Calcolo dei guasti

Nel calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

Le correnti a valle della protezione sono individuate dalle correnti di guasto a fondo linea della utenza a monte. I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

17.9 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene condotto nelle seguenti condizioni:

- a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione 1;
- b) impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza a 80 °C, data dalle tabelle UNEL 35023-70, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0.004)} \right)$$

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000}$$

si sommano queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0:barraNeutro} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro} \\ X_{0:barraNeutro} &= 3 \cdot X_{dsbarra} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione si utilizza il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0:barraPE} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE} \\ X_{0:barraPE} &= 2 \cdot X_{anello_guasto} \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ

$$\begin{aligned}
R_d &= R_{dcavo} + R_{dmonte} \\
X_d &= X_{dcavo} + X_{dmonte} \\
R_{0Neutro} &= R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro} \\
X_{0Neutro} &= X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro} \\
R_{0PE} &= R_{0cavoPE} + R_{0montePE} \\
X_{0PE} &= X_{0cavoPE} + X_{0montePE}
\end{aligned}$$

Ai valori totali si sommano anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se neutro distribuito)

$$Z_{k1Neutr \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si sono ricavate le correnti di corto circuito $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1Neutr \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA.

$$\begin{aligned}
I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\
I_{k1Neutr \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr \min}} \\
I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}} \\
I_{k2 \max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}
\end{aligned}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1Neutro} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutro \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

17.10 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11.25 par 9.3 per quanto riguarda:

- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. i della norma CEI 11-25);

Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Essa viene indicata dalla norma CEI 64- 8/4 par 434.3 nella quale sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo.

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si calcolano le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} , e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1Neutro \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

17.11 Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni è stata effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero poli, impostato;
- tipo di protezione, impostata;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dalla utenza 1km max.
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

17.12 Verifica di selettività

La verifica della selettività tra protezioni viene effettuata mediante la sovrapposizione delle curve di intervento di tipo magnetotermico. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza dei massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64.8: 5 sec (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente riferita a un tempo determinato dalla tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto: alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata. Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

17.14 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni: -

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

a) Le intersezioni sono due:

$$I_{ccmin} \geq I_a$$

$$I_{ccmax} \leq I_b$$

b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:

$$I_{ccmin} \geq I_a$$

c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

$$I_{ccmax} \leq I_b$$

17.15 Massima lunghezza protetta

Il calcolo della massima lunghezza protetta viene eseguito mediante il criterio proposto dalla norma CEI 64-8 al paragrafo 533.3, secondo cui la corrente di cortocircuito presunta è calcolata come:

$$I_{ccto} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot \frac{L_{max\ prot}}{S_f}}$$

partendo da essa e nota la taratura magnetica della protezione è possibile calcolare la massima lunghezza del cavo protetta in base ad essa. Pertanto:

$$L_{max\ prot} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot \frac{I_{ccto}}{S_f}}$$

Dove:

- U: è la tensione concatenata per i neutro non distribuito e di fase per neutro distribuito;
- Ll: è la resistività a 20°C del conduttore;
- m: rapporto tra sezione del conduttore di fase e di neutro (se composti dello stesso materiale);
- Imag: taratura della magnetica.

Viene tenuto conto, inoltre, dei fattori di riduzione (per la reattanza):

Per ulteriori dettagli vedi norma CEI 64-8 par.533.3 sezione commenti.

17 MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

Chi esercisce l' impianto dovrà essere edotto sul funzionamento dello stesso e sarà responsabile della sua perfetta efficienza nel tempo.

Si consiglia di controllare gli impianti elettrici regolarmente ad Intervallo prestabilito, come di seguito specificato. I risultati delle relative verifiche dovranno essere trascritte su un apposito registro a cura dei responsabili dell'attività, specialmente se l'attività sarà regolata dalla legislazione che disciplina i procedimenti relativi alla prevenzione incendi

E' buona norma fare verificare gli impianti elettrici periodicamente da professionista abilitato onde accertare il buono stato di conservazione e funzionamento degli stessi al fine di prevenire possibili danni e/o infortuni. I risultati delle verifiche, firmate dal professionista incaricato, dovranno anch'esse essere annotate sul registro sopra menzionato

Il controllo periodico degli impianti elettrici è un obbligo che fa capo al datore di lavoro, nel contesto delle attività che deve mettere in atto per mantenere in efficienza tutte le misure di sicurezza per le persone.

L'impianto deve essere sottoposto a:

- controlli periodici da parte di personale idoneo, al fine di mantenere l'impianto in efficienza (D.Lgs 81/2008 art.80), con riferimento alle specifiche normative tecniche

- Verifiche periodiche da parte di Organismi Abilitati come previsto dal DPR 462/01.

Controlli periodici

I controlli periodici sugli impianti elettrici variano in funzione di fattori quali la dimensione della struttura, l'accessibilità da parte di pubblico, la tipologia di attività medica svolta nei singoli locali, ecc.

Bisogna infatti tener conto che gli impianti elettrici sono, da una parte fonte di rischio (folgorazione, microshock, innesco e/o propagazione di incendio, ecc.); ma dall'altra possono contribuire a ridurre o contenere rischi di altra natura (es. illuminazione di sicurezza, alimentazione di riserva, ecc.).

Nel valutare quali controlli devono essere effettuati all'interno di una struttura sanitaria è necessaria una analisi completa, che può comprendere ad esempio i seguenti punti:

- determinare, in relazione alla conformazione generale degli impianti (es. impianti dotati di cabina di trasformazione), i controlli di carattere generale, prescritti per tutti gli impianti elettrici, dal Cap. 61 – App. E della Norma CEI 64-8;
- valutare, in funzione di elementi quali la dimensione complessiva della struttura, l'affollamento, la conformazione delle vie di esodo, ecc. i controlli da effettuare, con particolare riferimento agli impianti di illuminazione di sicurezza o alle misure di protezione contro l'incendio (controlli tipicamente prescritti per ambienti a maggior rischio in caso di incendio quali edifici scolastici, luoghi di pubblico spettacolo, ecc.);

Il risultato di questa analisi porta alla definizione di un programma che, oltre a individuare e fissare le tipologie di verifiche ne determina la relativa periodicità.

E' opportuno che questo programma sia sottoposto all'approvazione da parte di diverse figure all'interno della struttura (es. Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, Ufficio Tecnico, Responsabili di reparto).

Pianificazione dei controlli

a) Controlli mensili

- Controllo di funzionamento degli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza, utilizzando sistemi di autodiagnosi o manuali (questa verifica può essere effettuata, ad esempio semestralmente, per piccole strutture);

b) Controlli annuali

- Esame a vista generale;
- Controllo dello stato delle principali connessioni dell'impianto di terra;
- Verifica dello stato dei quadri elettrici;
- Controllo, mediante esame a vista, delle tarature dei dispositivi di protezione regolabili;
- Prova di funzionamento degli interruttori differenziali, con prova strumentale;
- Prova di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali (su un campione di almeno il 20 % dei collegamenti);

Ulteriori controlli periodici possono essere richiesti in relazione alle tipologie di impianti esistenti all'interno della struttura (es. impianti di rivelazione fumo, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, cabine di trasformazione, ecc.).

L'esecuzione di questi controlli, e l'aggiornamento del relativo registro costituisce, da parte del Servizio di Prevenzione e Protezione, il rispetto dell'art. 80 del D.Lgs. 81/08 relativamente al rischio elettrico:

- art. 80 comma 1 *"Il Datore di Lavoro provvede affinché i materiali – le apparecchiature – gli impianti elettrici messi a disposizione dei lavoratori siano progettati – costruiti – installati – utilizzati – mantenuti in modo da salvaguardare i lavoratori da tutti i rischi elettrici.*
- art. 80 comma 3 *"... Il Datore di Lavoro:Predispone le procedure di uso e manutenzione"*
- art. 80 comma 3 bis. *Il datore di lavoro prende, altresì, le misure necessarie affinché le procedure di uso e manutenzione di cui al comma 3 siano predisposte ed attuate tenendo conto delle disposizioni legislative vigenti, delle indicazioni contenute nei manuali d'uso e*

manutenzione delle apparecchiature ricadenti nelle direttive specifiche di prodotto e di quelle indicate nelle pertinenti norme tecniche.

Il registro dei controlli periodici

Le attività sono tenute ad annotare, su apposito registro, i controlli periodici relativi all'efficienza degli impianti elettrici, degli impianti di illuminazione di sicurezza, dei presidi antincendio, dei dispositivi di sicurezza e di controllo, ecc.

Il registro, tenuto costantemente aggiornato, dovrà essere messo a disposizione delle autorità competenti.

La legge non fornisce indicazioni circa la conformazione del registro e lascia, al Datore di Lavoro responsabile, la scelta sulle sue caratteristiche (registro, raccolta di schede, ecc.).

L'importante, relativamente ai controlli sugli impianti elettrici, è che siano riportate le seguenti informazioni:

- L'effettuazione di una specifica verifica
- Data di esecuzione della verifica
- Esecutore della verifica
- Esito della verifica.

Verifiche periodiche (DPR 462/2001)

Con l'entrata in vigore del DPR 462/2001, sono state introdotte alcune modifiche sostanziali alla regolamentazione preesistente, riassumibili nei seguenti punti:

- Sono stati abrogati i modelli di denuncia previsti dal D.M. 12/09/59, utilizzati per la denuncia degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche (modello A), gli impianti di terra (modello B) e gli impianti in luoghi pericolosi (modello C). Il nuovo disposto di legge prevede che la denuncia degli impianti deve essere effettuata trasmettendo copia della dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico ai competenti uffici dell'ISPEL e dell'ARPA/ASL.
- e' fatto obbligo al datore di lavoro di sottoporre l'impianto, ogni due anni, a verifica da parte di un Organismo abilitato dal Ministero delle Attività produttive.
- Il controllo periodico biennale era già previsto dall'art. 328 del DPR 547/55 ma non sussisteva alcun obbligo a carico del datore di lavoro, era l'organo di vigilanza a dover effettuare tale controllo.
- L'art. 4 del DPR 462/01 ribadisce l'obbligo, da parte del datore di lavoro, di sottoporre l'impianto elettrico ai controlli periodici ed alle attività di manutenzione, previste dalle vigenti normative.

Risulta quindi evidente che con il trasferimento dell'obbligo di sottoporre l'impianto ad ispezione a carico del datore di lavoro e con l'abilitazione di organismi privati, viene meno quella specifica circostanza che, a causa del ridotto organico degli organismi di vigilanza (ARPA, ASL), ha fatto sì che la maggior parte degli impianti non sia stata mai ispezionata.

Diventa quindi di estrema importanza, ancor prima di sottoporre l'impianto elettrico ad ispezione, di mettere in atto tutte le attività di controllo interno e verifica periodica, onde evitare che l'intervento delle autorità possa far emergere anomalie dell'impianto verbalizzabili e sanzionabili secondo l'attuale legislazione.

Aspetti operativi

È importante rammentare che **le verifiche periodiche di cui al DPR 462/01 non sono ne sostituiscono i controlli periodici per il mantenimento in efficienza dell'impianto.**

Le verifiche di cui al **DPR 462 sono relative unicamente alle verifiche dell'impianto di messa a terra nel suo complesso e del coordinamento dello stesso con le protezioni.**

Quindi restano unicamente responsabilità della struttura sanitaria il controllo del trasformatore di isolamento, della corrente di dispersione degli elettromedicali, della funzionalità degli impianti di sicurezza etc.

Considerazione finali

Nel punti precedenti, si è voluto evidenziare l'aspetto normativo e di sicurezza del progetto, considerando talvolta parametri massimi e talvolta parametri minimi, inerenti sia alla sicurezza delle persone e delle cose sia ad una logica del maggior vantaggio al minor costo.

Ciò premesso ed essendo evidente che la sicurezza totale può per sua natura essere solamente teorica, risulta chiaro che nessun tipo di impianto per quanto ben studiato e realizzato sia sicuro

La realizzazione di questo progetto è quindi una condizione necessaria e sufficiente per eseguire l'impianto a regola d'arte e quindi in conformità alle varie norme CEI; ma è anche condizione necessaria e non sufficiente per ottenere un grado di sicurezza superiore a quello stabilito in sede di normativa.

Una parte importante della affidabilità dell'impianto elettrico è affidata all'impresa installatrice ed infatti il DM 37/08, hanno introdotto alcuni obblighi relativi alla sicurezza degli impianti.

Il committente deve affidare i lavori elettrici ad imprese abilitate, ai sensi dell'art. 8 del succitato DM, salvo i lavori di manutenzione ordinaria.

L'impresa installatrice deve rilasciare al termine dei lavori una dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte con gli allegati obbligatori, tra cui il progetto quando richiesto, art. 7

Negli ambienti soggetti come nel nostro caso al DPR 462/01, l'impianto di terra, i dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche e gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione l'impianto elettrico sono sottoposti alla generica sorveglianza degli organi ispettivi con cadenza biennale.

li febbraio 2023

Impianti meccanici

1 SOMMARIO

1	SOMMARIO	2
2	OGGETTO	3
3	PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
4	DATI DI PROGETTO.....	6
4.1	Fonti di energia	6
4.2	Parametri climatici della località.....	6
4.3	Condizioni interne di progetto.....	7
5	DESCRIZIONE PROGETTO	8
5.1	Descrizione dei locali.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.2	Impianto idrico sanitario	8
5.3	Scarichi.....	8
5.4	Impianto di climatizzazione ambiente	9
5.5	Impianto di estrazione aria	10
5.6	Apparecchi idrici sanitari e rubinetterie.....	10
6	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI.....	12

2 OGGETTO

L'intervento prevede la realizzazione degli impianti termoidraulici presso il fabbricato dei "servizi accessori" dell' Ex Macello di via Cornaro a Padova.

La struttura sarà essenzialmente divisa in tre parti:

- l'atrio di ingresso;
- le tre sale polivalenti;
- i servizi igienici.

Il fabbricato sarà oggetto di ristrutturazione edilizia con la realizzazione di rifodere interne (pareti e soffitto) in cartongesso per la posa di coibente e degli impianti. Verrà inoltre rifatta tutta la pavimentazione contro terra con la posa di coibente e saranno sostituiti i serramenti esistenti con dei nuovi ad alta efficienza.

Ubicazione nuovo edificio: Fabbricato dei "servizi accessori"
Ex Macello di via Cornaro
via Alvise Cornaro, 1 - 35128 Padova

Committente: Comune di Padova
Palazzo Moroni
Via del Municipio 1
35122 Padova

Il progetto prevede la formazione di:

- rete scarichi;
- impianto idrico sanitario;
- impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti;
- impianto di ventilazione meccanica.

Gli impianti vengono qui descritti in modo sintetico senza le caratteristiche tecniche e dimensionali delle apparecchiature che saranno rilevabili negli altri elaborati di progetto.

Oltre a seguire la buona tecnica la progettazione si è tenuto conto degli obblighi in capo al progettista derivanti dalle norme in materia di salute e sicurezza dei lavoratori ed in particolare D.Lgs. n.81 9/04/ 2008: i progettisti dei luoghi o posti di lavoro e degli impianti rispettano i principi di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche

3 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento sono quelle riguardanti la salute e la sicurezza dei lavoratori, il risparmio energetico nonché quelle relative alla qualità dell'opera. Le principali norme sono le seguenti:

- Legge n. 46 del 5/3/90 Norme per la sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n. 447 del 6/12/91 Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti.
- Legge n. 10 del 9/1/91 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- D.P.R. n. 412 del 26/8/93 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento del consumo di energia.
- D.M. 10/03/98 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 31/03/03 Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione.
- D.Lgs. n. 192 19/08/2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. n. 311 29/12/2006 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19/08/2005 n. 192 recante attuazione alla direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico n. 37 del 22 Gennaio 2008.
- D.Lgs. n.81 9/04/ 2008 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro
- D.P.R. 2 aprile 2009, n.59 Regolamento di attuazione del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Dgr n. 509 del 02/03/2010 Disposizioni generali in materia di eliminazione delle barriere architettoniche
- D.P.R. 1 agosto 2011, n.151 Nuovo regolamento di prevenzione incendi.
- D.M. 20/12/12 Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
- D.P.R. n. 74 del 16/04/2013 Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

L.R. N°13 1997 Criteri generali di valutazione dei nuovi insediamento produttivi e del terziario.

ALLEGATOB alla Dgr n. 1428 del 06 settembre 2011

Aggiornamento delle Prescrizioni Tecniche atte a garantire la fruizione degli edifici residenziali privati, degli edifici residenziali pubblici e degli edifici e spazi privati aperti al pubblico, redatte ai sensi dell'art. 6, comma 1, della LR 12/07/2007 n. 16 approvate con DGR n. 509 del 02/03/2010

UNI 7357 Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.

UNI 8065 Trattamento dell'acqua negli impianti ad uso civile.

UNI 9182 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo

UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura

UNI 10344 Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia.

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI 10351 Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al calore.

UNI 10355 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

UNI 10376 Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e di raffrescamento degli edifici.

UNI EN 12056-2 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.

UNI EN ISO 13790 Prestazioni energetiche degli edifici.

Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI EN 12828 Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua

UNI EN 378-1:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione

UNI EN 14511-1:2013 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazione

4 DATI DI PROGETTO

4.1 Fonti di energia

Sono disponibili le seguenti fonti di energia con le seguenti caratteristiche:
-energia elettrica di rete 230-400 V – 50 Hz;
-acquedotto da contatore consortile.

4.2 Parametri climatici della località

Caratteristiche geografiche

Località	Padova		
Provincia	Padova		
Altitudine s.l.m.			12 m
Latitudine nord	45° 24'	Longitudine est	11° 52'
Gradi giorno DPR 412/93			2383
Zona climatica			E

Località di riferimento

per dati invernali	Padova
per dati estivi	Padova

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	Campagna Lupia - Valle Averso
per l'irradiazione	Campagna Lupia - Valle Averso
per il vento	Campagna Lupia - Valle Averso

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	A	
Direzione prevalente	Nord-Est	
Distanza dal mare		< 40 km
Velocità media del vento		3,9 m/s
Velocità massima del vento		7,8 m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto		-5,0 °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal 15 ottobre al 15 aprile	

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto		32,5 °C
Temperatura esterna bulbo umido		24,0 °C
Umidità relativa		50,0 %

Escursione termica giornaliera

13 °C

4.3 Condizioni interne di progetto

Sala polivalenti

Temperatura interna invernale 20°C ± 2

Temperatura interna estiva 26°C ± 2

Bagni

Temperatura interna invernale 20°C ± 2

Portata aria di estrazione servizi 10 vol/h

5 DESCRIZIONE PROGETTO

5.1 Generalità

L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti del tipo elettrico in pompa di calore.

Saranno realizzati dei bagni comprensivi di ausili per disabili. I nuovi servizi verranno provvisti di un nuovo impianto idrico, nuovi scarichi e nuovi apparecchi sanitari.

5.2 Impianto idrico sanitario

Il progetto degli impianti prevede la realizzazione completa dell'impianto idrico sanitario per la formazione del nuovo gruppo bagni a servizio del fabbricato.

L'impianto idrico è previsto in derivazione dalla rete acquedotto e l'acqua calda verrà prodotta mediante uno scaldacqua in pompa di calore con capacità di 80 litri.

La distribuzione sarà costituita da

- tubi in polietilene per i tratti interrati;
- tubazione secondarie, fino ai sanitari, in polietilene multistrato collegate a collettore di distribuzione in scatola da incasso. Tutte le tubazioni di acqua fredda e calda dovranno essere opportunamente coibentate.

Non saranno ammesse giunzioni sotto traccia a pavimento. Se vi fosse la necessità di unire due tronchi di tubo, l'opera si realizzerà unicamente formando la giunzione a parete entro scatola in pvc ispezionabile

5.3 Scarichi

Sarà necessario adeguare la rete scarichi esistente per la formazione dei nuovi bagni.

Il recapito delle acque usate dovrà essere realizzato in conformità al regolamento d'igiene del Comune in cui è situato l'edificio.

In particolare, per scambi con presenza di olii o di grassi, dovrà essere previsto un separatore prima del recapito. In prossimità del recapito, lo scarico dovrà essere dotato, nel verso del flusso di scarico, di ispezione, sifone ventilato con tubazione comunicante con l'esterno, e derivazione.

Gli scarichi saranno dimensionati per garantire una perfetta evacuazione delle acque nere e saponate e per evitare qualsiasi problema di odori in ambiente.

La rete di scarico sarà realizzata in tubazione di polietilene ad alta densità e comprende:

- le diramazioni di scarico, costituite da parti di impianto a sviluppo orizzontale di connessione fra i raccordi dei singoli apparecchi e i collettori di scarico;
- i collettori di scarico, tubazioni che raccolgono le acque usate;
- le colonne di ventilazione primaria e secondaria, costituite da parte del sistema di scarico avente la funzione di reintegrare l'aria trascinata dal deflusso dell'acqua nelle colonne e nei collettori e di consentire una efficace aerazione.

I collegamenti tra tubo e tubo per la formazione delle colonne verticali di scarico saranno eseguiti a mezzo di apposite giunzioni; e comunque almeno ogni 6 metri lineari verrà posto in opera un apposito manicotto di dilatazione.

Le colonne di scarico avranno un diametro non inferiore a De 110 mm.

Alla base di ogni colonna di scarico verrà posizionata un'ispezione, l'innesto alla rete sub-orizzontale verrà effettuato con derivazione a 45 gradi.

Per attenuare il rumore prodotto e dovuto principalmente:

- nell'attraversamento delle colonne verticali;
 - nei cambiamenti di direzione;
 - nell'attraversamento dei tratti di tubazione orizzontale,
- i condotti saranno dotati di guaina di polietilene espanso resistente e flessibile.

La rete di scarico comprende delle tubazioni secondarie ben distinte per lo scarico condensa degli apparecchi destinati al condizionamento ambiente. Tali tubi saranno dotati di rivestimento polimerico anticondensa.

5.4 Impianto di climatizzazione ambiente

Verrà realizzato un impianto del tipo split system ad azionamento elettrico destinato al riscaldamento ed al raffrescamento ambienti. Il sistema sarà essenzialmente costituito da:

- unità motocondensante esterna;
- unità evaporanti interne del tipo a pavimento o a cassette a 4 vie;
- circuiti idraulici di collegamento;
- quadretto elettrico remoto di regolazione.

Il sistema utilizzerà un gas refrigerante ecologico definito con la sigla R410.

I circuiti di collegamento dovranno essere realizzati con tubazioni di rame crudo complete di rivestimento coibente. Le connessioni dovranno essere realizzate con attacchi rapidi di tipo Rotalock o similari; dovranno essere precaricate e complete di valvole a spillo.

Nelle sale polivalenti si è optato per installare unità del tipo a ventilconvettore a pavimento al fine di garantire maggior confort ambiente nel periodo invernale

evitando la stratificazione del calore. Per l'atrio invece si è deciso di installare una unità interna di tipo a cassette a 4 vie.

L'impianto di progetto sarà ad inverter auto adattante al carico ambiente con modulazione di potenza; completamente elettrico e permette di controllare ciascuna unità interna con proprio cronotermostato di zona, ciò significa che verranno riscaldati o raffreddati solo gli ambienti occupati, negli altri ambienti il sistema può essere completamente spento garantendo un elevato risparmio energetico globale. L'impianto consente di mettere a regime i locali in tempi molto più brevi rispetto a sistemi tradizionali con conseguenti risparmi in termini di energia e mantenere pressoché costante la temperatura ambiente senza pendolazioni in modo tale da non avere mai ambienti surriscaldati o sottoraffreddati il tutto a vantaggio del confort ambiente.

5.5 Impianto di estrazione aria

I locali ad uso servizi, non ventilabili direttamente mediante finestre apribili verso l'esterno, saranno dotati di sistema meccanico per l'estrazione aria viziata. Il sistema permetterà il ricambio igienico dell'aria in modo da garantire le ottimali condizioni di vivibilità degli ambienti.

Le portate di ricambio dell'aria non saranno inferiori a quelle prescritte dalla norma UNI 10339 (Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura)

Le tubazioni per il convogliamento dell'aria saranno in pvc e poste a controsoffitto dei vari ambienti.

L'espulsione sarà compiuta mediante un estrattore di tipo temporizzato a bassa emissione acustica, mentre l'immissione sarà garantita in modo naturale per via della depressione creatasi nel locale da ventilare.

5.6 Apparecchi idrici sanitari e rubinetterie

I sanitari sono previsti di tipo sospeso per facilitare le operazioni di pulizia degli ambienti e migliorare quindi le condizioni igieniche generali.

Tutti i sanitari saranno in vitreous-china anche per disabili, dotati di rubinetteria con sistemi di comando adeguati alle specifiche esigenze igienico-sanitarie, e conformi alla normativa in materia.

In particolare il lavabo per disabili sarà di tipo fisso e sarà dotato di leva clinica e sifone dedicato da 1"1/4 di tipo rigido in polipropilene bianco mentre il vaso-bidet sarà dotato di comando di risciacquo a parete e doccetta per igiene intima con miscelatore da polipropilene bianco esterno.

Il vaso sarà dotato di un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento su parete e un maniglione di tipo ribaltabile per consentire l'appoggio e/o l'accostamento carrozzina.

Il complesso doccia sarà completo di miscelatore monocomando ad incasso, asta soffione e canna flessibile, piletta in polietilene sifonata da 1"1/4 con griglia cromata per.

I sanitari saranno essenzialmente collocati su pareti leggere in cartongesso e quindi saranno dotati dei necessari accessori per garantire il loro fissaggio e la stabilità meccanica della posa in opera dell'apparecchio sanitario. Lo staffaggio sarà del tipo con appoggio a pavimento dall'elevata resistenza meccanica.

Le tubazioni sia dell'acqua fredda che calda, nonché le tubazioni di scarico e ventilazione nell'ambito dei servizi igienici saranno poste in traccia. In ingresso di ogni condotta di collegamento con gli apparecchi di uno stesso ambiente sarà previsto un rubinetto di intercettazione a cappuccio che permetta di isolare idraulicamente tutti gli apparecchi ivi contenuti.

Tutte le rubinetterie sanitarie in genere e gli accessori per gli apparecchi sanitari dovranno essere costruiti in ottone pesante fortemente cromate. Le rubinetterie dovranno avere le sedi intercambiabili.

Le congiunzioni fra le rubinetterie cromate e le tubazioni dovranno essere fatte mediante appositi raccordi e premistoppa in ottone cromato.

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere completo di:

- sifone di ispezione del diametro minimo di 1"1/4;
- tubo di collegamento con le condutture di adduzione munito di rosone a muro;
- tubo di collegamento con le condutture di scarico munito di rosone a Muro.

6 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni dovranno essere installate tenendo conto dell'affidabilità richiesta all'impianto anche in caso di manutenzione.

Le tubazioni fuori terra dovranno essere ancorate in modo sicuro a mezzo di adeguati sostegni di supporto.

Tutte le tubazioni dovranno poter essere svuotabili senza dover smontare componenti significativi dell'impianto; a tal fine si potrà prevedere l'installazione di tappi di drenaggio nei punti più bassi dell'impianto.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici, in particolare per il passaggio di automezzi, carrelli elevatori e simili.

Nei luoghi con pericolo di gelo, le tubazioni dovranno sempre essere installate in ambienti riscaldati o comunque tali che la temperatura non scenda mai al di sotto di 4 °C. Qualora tratti di tubazione dovessero necessariamente attraversare zone a rischio di gelo, dovranno essere previste e adottate le necessarie protezioni, tenendo conto delle particolari condizioni climatiche, in linea di principio adottando sistemi elettrici di tracciamento autoregolanti.

Nelle zone definite sismiche secondo la legislazione vigente in materia (e quindi praticamente sull'intero territorio italiano), la rete di tubazioni dovrà essere realizzata in modo da evitare rotture per effetto dei movimenti tellurici. Si dovranno prevenire eccessivi spostamenti od oscillazioni dei tubi mediante l'adozione di appositi sostegni ed ancoraggi, i movimenti inevitabili dovranno essere consentiti senza pregiudizio della integrità e funzionalità dell'impianto. Negli attraversamenti di fondazioni, pareti, solai, ecc. dovranno essere lasciati, attorno ai tubi, giochi adeguati tramite l'utilizzo di controtubazioni, giochi che dovranno essere successivamente sigillati con lana minerale od altro materiale idoneo, opportunamente trattenuto.

Le tubazioni fuori terra dovranno essere installate a vista o in spazi nascosti, purché accessibili per eventuali interventi di manutenzione, e non dovranno attraversare locali e/o aree, che presentano significativo rischio di incendio, non protette dalla rete di idranti; nel caso di attraversamento di detti locali la rete deve essere adeguatamente protetta.

Viene consentita l'installazione incassata delle sole diramazioni destinate ad alimentare un numero limitato di apparecchi (fino ad un massimo di 2).

Nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali, quali pareti e solai, dovranno essere prese le necessarie precauzioni per evitare la deformazione delle tubazioni o il danneggiamento degli elementi costruttivi derivanti da dilatazioni o da cedimenti strutturali. Negli attraversamenti di compartimentazioni dovrà essere mantenuta la caratteristica di resistenza al fuoco del compartimento attraversato. Le tubazioni interrate dovranno essere installate tenendo conto della necessità di protezione dal gelo e da possibili danni meccanici; in generale la profondità di posa non dovrà risultare minore di 0,8 m

dalla generatrice superiore della tubazione. Ove ciò non fosse possibile, occorrerà adottare protezioni meccaniche e dal gelo appositamente studiate. In ogni caso, dovrà essere prestata particolare attenzione nella corretta posa di tubazioni di materiale non ferroso, adottando le indicazioni di posa espressamente specificate dall'Istituto Italiano dei plastici per il tipo adottato.

Particolare cura deve essere posta nei riguardi della protezione delle tubazioni metalliche contro la corrosione di origine elettrochimica.