



## PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL

Repartizion 11 - Frabiches y Servisc tecnich  
Ufize 11.1 - Ufize Frabiches ost

Projekt	Kodex/Codice 22.01.008.220.01	Progetto
Neubau eines Landhauses für die Abteilung Personal in der Rittner Straße n. 5/7 in Bozen		Costruzione di un edificio provinciale per la Ripartizione del Personale in via Renon n. 5/7 a Bolzano

## AUSFÜHRUNGSPLANUNG | PROGETTO ESECUTIVO

## ARCHITEKTONISCHES PROJEKT | PROGETTO ARCHITETTONICO

Planinhalt   Contenuto	Plan Nr.   Elaborato n.
RELAZIONE TECNICO ACUSTICA - AKUSTISCHER BERICHT	<b>AC-REL</b>

Geschäftsführende Abteilungsdirektorin   Direttore di ripartizione reggente	Planer   Progettista
Arch. Marina Albertoni Abt 11 - Hochbau und technischer Dienst Rip. 11 - Edilizia e servizio tecnico  39100 BOZEN / BOLZANO Silvius-Magnago-Platz 10 / Piazza Silvius Magnago 10 tel. 0471/412330-31 / fax 0471/412329	Architettonico: <b>studioarchitettura associati</b> Architetto Davide Scagliarini Via Frà Paolo Sarpi, 9 - 35138 Padova tel. +39 049 8174314 e-mail: info@studioarchitettura.org Consulente per l'acustica: Architetto Eleonora Strada Via Guido Reni, 63 - 35134 Padova tel. +39 049 8647545 e-mail: studioarch.strada@gmail.com sito:www.architetturacustica.eu  Strutturale: <b>Venice Plan Ingegneria S.r.l.</b> D.T. Ingegnere Franco Forcellini Via Rampa Cavalcavia, 26/a - 30172 Mestre (VE) tel. +39 041 5314590 e-mail: info@veniceplan.com
RUP: Dott. Arch. Andrea Sega  Techn. Unterstütz.   Supporto Tecnico: Dott. Arch. Enrico Guglielmon	Impiantistico: <b>Energytech Ingegneria S.r.l.</b> D.T. Ingegnere Norbert Klammsteiner Via Negrelli, 13/b - 39100 Bolzano tel. +39 0471 054040 e-mail: info@energytech.it  Collaboratori: Ing. M. Fischnaller, Ing. M. Gross, Ing. M. Öttl
Disegno eseguito con: Archicad 21 - Licenza c.c. 00058684	Datum   Data: 28/02/2018 Datei Name   Nome File:



## Genehmigungen | Approvazioni

--	--	--

La presente Relazione Tecnico-Acustica (AC-REL) è parte integrante dei documenti del Progetto Esecutivo e del Capitolato Speciale d'Appalto (CSA-2).

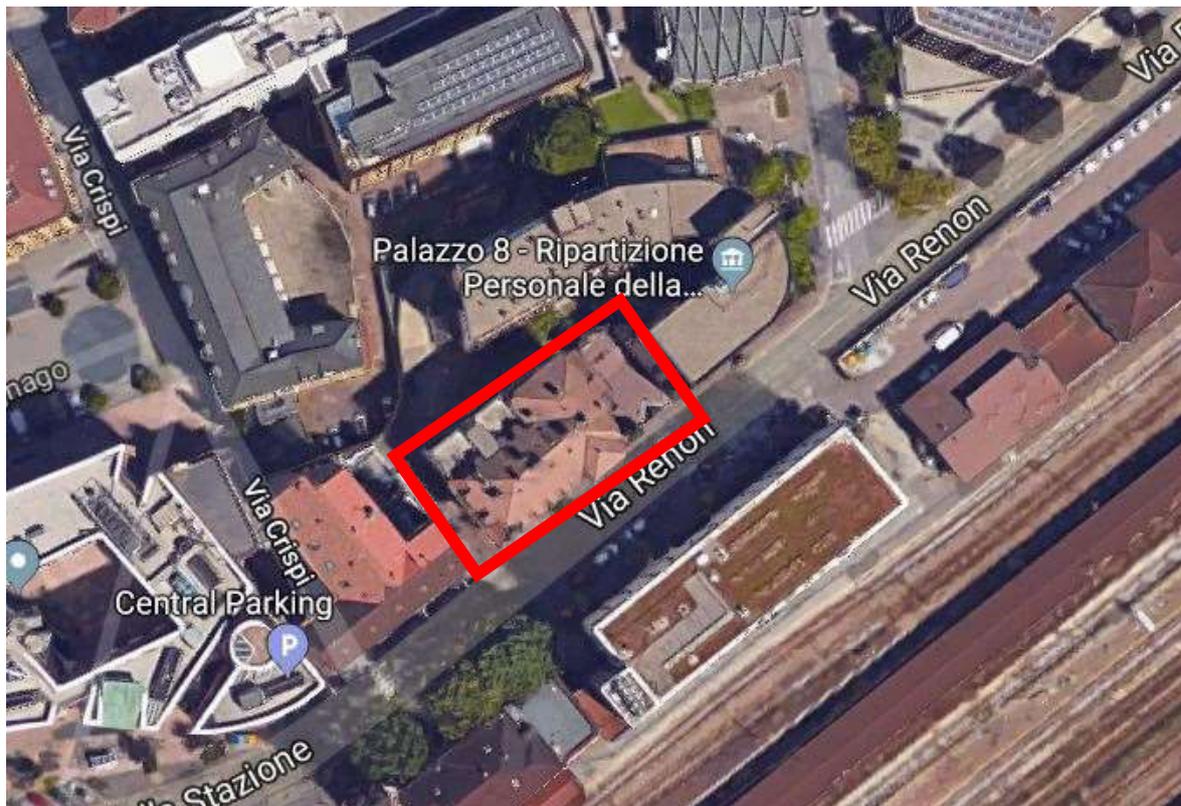
Le prestazioni indicate e le metodologie di calcolo sono riportate nel presente documento.

Le soluzioni progettuali di cui alla presente Relazione Tecnico/Acustica sono inoltre riportate negli elaborati architettonici esecutivi di cui il Doc.AC -REL è parte integrante.

#### 1.0 PREMESSA

La sottoscritta Eleonora Strada, iscritta all'ordine degli architetti di Padova con il numero 1171, TECNICO COMPETENTE N°366 ai sensi della L.ge n°447 del 26/10/95, ha proceduto alla valutazione del potere fonoisolante delle strutture di progetto dell'edificio di nuova costruzione in via Renon n°5/7 a Bolzano, al fine del rispetto delle prescrizioni relative al potere fonoisolante definite nel D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

Nella fase preliminare dei calcoli si sono individuate le coibentazioni da inserire al fine dell'ottenimento dei parametri di comfort indicati dalla sovramentionata normativa quando possibile in funzione dei limiti dimensionali.



 Area di intervento

## 2.0     NORMATIVA VIGENTE

In attuazione alla “Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico” [L. 447/95, Art. 3, comma 1, lettera e)], i requisiti acustici passivi minimi degli edifici sono indicati nel D.P.C.M. 05.12.97.

### **D.P.C.M. 5/12/1997 - “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”**

Il D.P.C.M. 5/12/97 “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*” stabilisce i requisiti tecnici a cui riferirsi nella realizzazione degli edifici. In particolare classifica gli ambienti abitativi in sette categorie e stabilisce per ognuna di esse i parametri acustici minimi di fonoisolamento inclusi i livelli massimi di rumore per gli impianti tecnologici.

Ai fini dell'applicazione del decreto, gli ambienti abitativi sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A allegata al decreto.

Sono componenti degli edifici le partizioni orizzontali e verticali. Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria. Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

### **RUMORE PRODOTTO DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI**

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) **35 dB(A)  $L_{Amax}$**  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) **35 dB(A)  $L_{Aeq}$**  per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

<b>TABELLA A</b> <b>CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI</b>
Categoria <b>A</b> : edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria <b>B</b> : edifici adibiti ad uffici o assimilabili
Categoria <b>C</b> : edifici adibiti ad alberghi, pensioni, ed attività assimilabili
Categoria <b>D</b> : edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Categoria <b>E</b> : edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Categoria <b>F</b> : edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
Categoria <b>G</b> : edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

(\*) Valori di  $R'_w$  riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Secondo il DPCM 5/12/97 "Determinazione dei Requisiti acustici passivi degli edifici" l'edificio in questione è di tipo direzionale, gli edifici in categoria B debbono garantire valori di potere fonoisolante  $R'_w = 50$  dB per le partizioni di separazione interne;  $D'_{2m,nT,w} = 42$  dB per le partizioni di facciata,  $L'_{n,w} = 55$  dB per i solai.

TABELLA A

Categoria F	$R'_w$ (*)	$D'_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
Elementi di separazione fra ambienti	50				
Isolamento acustico standardizzato di facciata		42			
Calpestio di solai normalizzato			55		
Impiantistica				35	35

(\*) Valori di  $R'_w$  riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

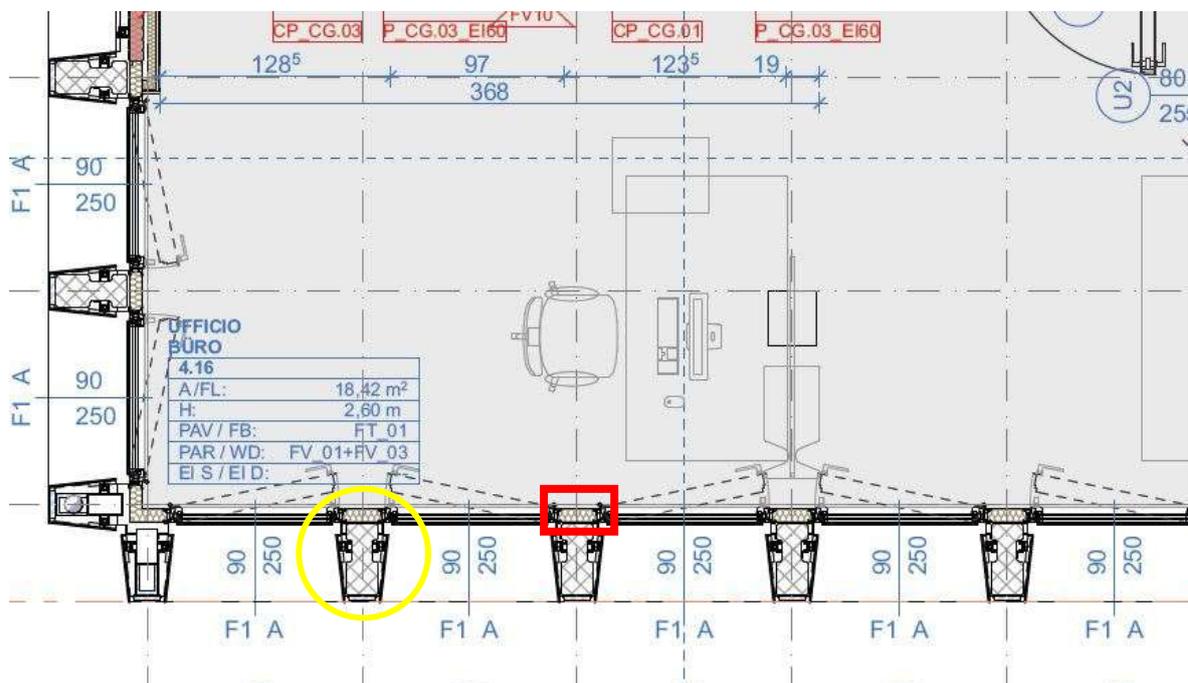
**Nel caso specifico i calcoli sono stati effettuati sulle strutture di perimetrazione esterna dell'edificio, sul livello di calpestio dei solai interni di ambienti confinati tra loro e sulle immissioni sonore prodotte dagli impianti verso l'interno dell'edificio. Essendo questo un'unica unità immobiliare non sono stati effettuati i calcoli sulle partizioni verticali interne.**

### 3. CALCOLO ANALITICO DEL POTERE FONOISOLANTE DELLE STRUTTURE

#### Facciate sud/est, sud/ovest e nord/ovest

Il sistema facciata è stato pensato dai progettisti dell'impianto architettonico come una pelle trasparente e semitrasparente (in prossimità dei solai) che si propone alla vista come retrostante alla fitta maglia di pilastri verticali che connotano i prospetti dell'edificio. La pelle trasparente ed in parte opaca è composta da un triplo vetro a due camere e da porzioni opache successivamente descritte.

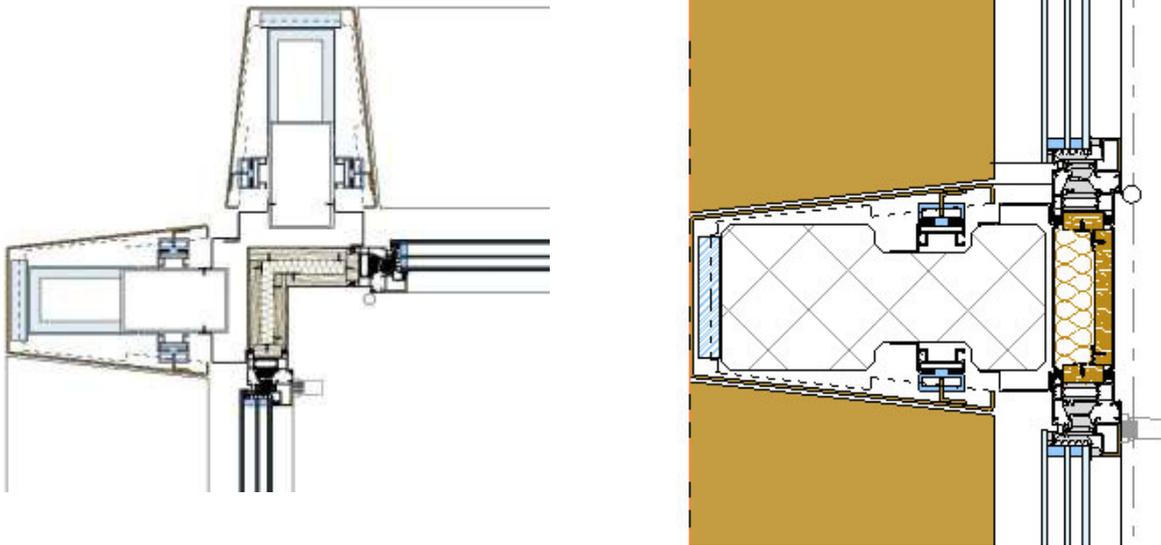
Per la particolare tipologia costruttiva l'isolamento di facciata sarà definito dalla prestazione del telaio del serramento, dalla performance acustica del vetraggio e dai nodi costruttivi di ancoraggio della facciata alla struttura dell'edificio.



Stralcio della facciata in pianta

Le parti opache della facciata  in pilastri di acciaio rivestiti in cls e successivamente rivestiti con lamiera di grosso spessore sono completate nel punto di incontro con il serramento da una partizione costituita da un pannello sandwich  così formato:

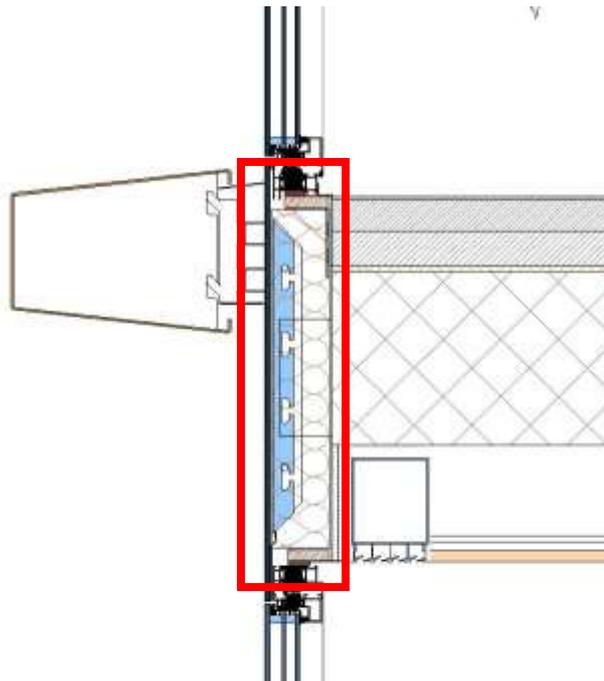
- 22 mm pannello OSB;
- pannello di lana di roccia sp 30 mm densità 70 Kg/m<sup>3</sup>;
- 22 mm pannello OSB.



Sezioni orizzontali su facciata: dettagli porzioni opaca tra telai dei serramenti parte piana e parte d'angolo

Altro elemento "opaco" è la porzione di facciata  a livello dei solai interpiano costituita da una stratificazione di materiali così composta:

- 8 mm di vetro;
- pannello di lana di roccia sp 100 mm densità 80 Kg/m<sup>3</sup>;
- 25 mm di lastre di silicati.



Sezione verticale su facciata: dettaglio porzione opaca su solaio

Di tutti gli elementi analizzati e costituenti l'"insieme facciata" la parte vetrata è quella che offre la performance acustica minore

Facciate parte vetrata con serramento				f (Hz)															
Largh. finestre (m)	2,4			100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Altezza (m)	2,6			29	33,3	30	31,6	35,7	37,1	38,8	40,8	41,2	40,5	38,3	42,1	45	46	46,3	48,6
Superficie	6,24			794,3	2138	1000	1445	3715	5129	7586	12023	13183	11220	6761	16218	31623	39811	42658	72444
Numero porte	1			42,24															
Superficie totale (mq)	6,24	Y		0,008	0,003	0,006	0,004	0,002	0,001	8E-04	5E-04	5E-04	6E-04	9E-04	4E-04	2E-04	2E-04	1E-04	9E-05
Parte "opaca"				f (Hz)															
Descrizione	Spessore (cm)	Densità (kg/m3)	Peso (kg/m2)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Pannello di osb	2,2	850	18,7																
Lana di roccia	3	80	2,4																
Pannello di osb	2,2	850	18,7																
			39,8	22,4	24,14	26,07	27,82	29,56	31,37	33,23	34,98	36,79	38,65	40,4	42,14	44,07	45,82	47,56	49,37
			42,0																
Lungh parete (m)	0,3																		
Altezza media (m)	2,6																		
Superficie parete (mq)	0,78	X		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				27,55	30,74	29,34	30,98	34,41	35,94	37,7	39,62	40,42	40,25	38,49	42,1	44,89	45,98	46,42	48,68
				42,1															

Considerata la parete, per la sola parte opaca così come sovrariportata, otteniamo i seguenti valori di  $R_w$  in funzione della frequenza per terzi d'ottava:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R_w$ (dB)	22,4	24,1	26,1	27,8	29,6	31,4	33,2	35	36,8	38,7	40,4	42,1	44,1	45,8	47,6	49,4

I valori dei poteri fonoisolanti dei serramenti per banda di terzi d'ottava sono stati riportati nella seguente tabella:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$R_w$ (dB)	29	33,3	30	31,6	35,7	37,1	38,8	40,8	41,2	40,5	38,3	42,1	45	46	46,3	48,6

Utilizzando la seguente formula:

$$R_w = -10 \log \left[ \frac{1}{S} * \sum S_i * 10^{\frac{-R_i}{10}} \right]$$

dove:

S: superficie totale della parete [m<sup>2</sup>]

R<sub>i</sub>: potere fonoisolante dei singoli componenti [dB]

S<sub>i</sub>: area dei singoli componenti la parete [m<sup>2</sup>]

si sono calcolati i valori del potere fonoisolante della parete sopra descritta, in funzione delle frequenze in terzi d'ottava, che sono stati riportati nella tabella seguente:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
D <sub>2m,nT</sub> (dB)	27,5	30,7	29,3	31	34,4	35,9	37,7	39,6	40,4	40,3	38,5	42,1	44,9	46	46,4	48,7

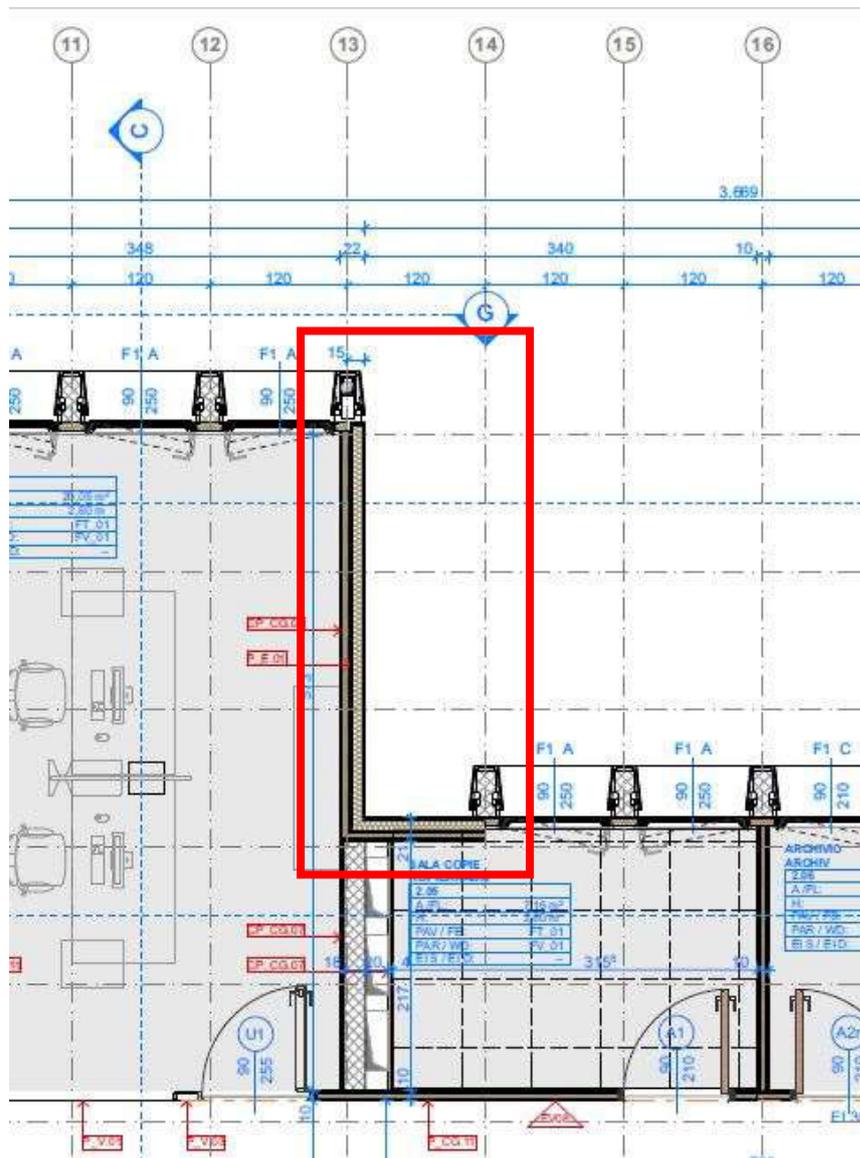
Si ottiene pertanto un **D<sub>2m,nT</sub> analitico medio pari a 42,1 dB > 42 dB** (valore minimo per il D.P.C.M. 5/12/1997)

### Facciata nord/est

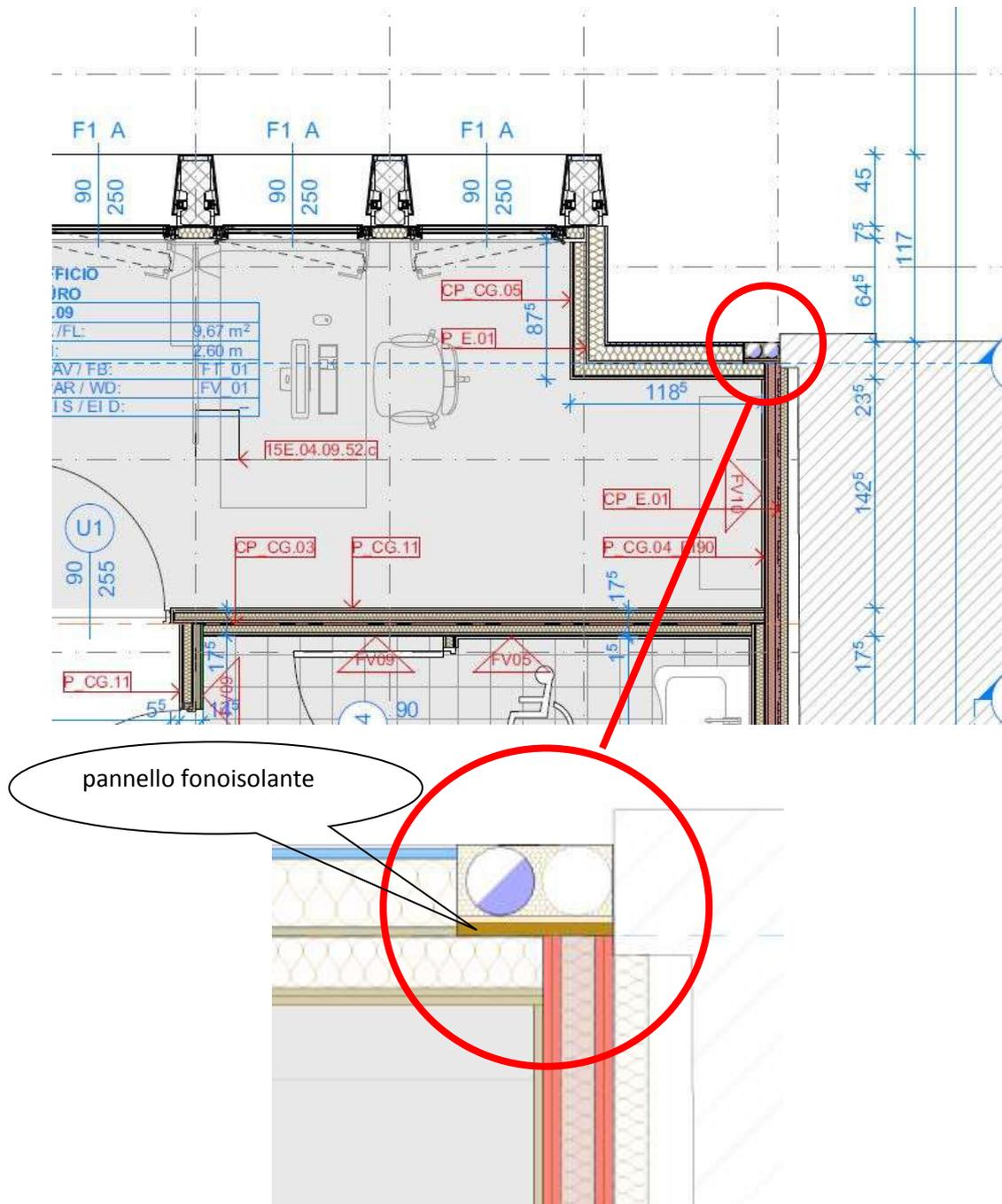
La porzione di facciata nord/ovest in prossimità dell'asse n°13 ed una piccola porzione della facciata nord/est corrispondono alla parete perimetrale esterna opaca del complesso edilizio.

Le porzioni di facciata  sono costituite da una stratificazione di materiali così composta:

- 12,5 mm lastra di cartongesso da esterno;
- pannello di lana di roccia sp 100 mm densità 80 Kg/m<sup>3</sup>;
- 12,5 mm di lastra di cartongesso;
- pannello di lana di roccia sp 50 mm densità 40 Kg/m<sup>3</sup>;
- 25 mm due lastre di cartongesso verso l'interno dell'edificio.



Unico elemento “debole” della partizione perimetrale è la porzione di partizione perimetrale esterna nella quale è inserito il pluviale. Il ponte acustico è eliminato per mezzo dell'inserimento di un pannello di OSB da 22 mm di spessore a ripristino degli elementi massivi che partecipano all'aumento del potere fonoisolante della stratigrafia; la camera d'aria del cavedio sarà inoltre completamente riempita con feltro di lana di roccia da 50 Kg/m<sup>3</sup>.



Facciata nord/ovest				f (Hz)																
Descrizione	Spessore (cm)	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Lastre di cartongesso	1,25	800	10																	
lana di roccia	10	80	8																	
lastre in cartongesso	1,25	800	10																	
lana di roccia	5	40	2																	
lastra in cartongesso	2,5	800	20																	
	20		60	24,1815	25,9	27,9	29,6	31,3	33,2	35	36,8	38,6	40,4	42,2	43,9	45,9	47,6	49,3	51,2	
				43,8																
Miglioramento R <sub>wi</sub> per inserimento lana di roccia (Vedi diagramma Assorb Lana roccia)	5-80			0,15	0,22	0,31	0,5	0,65	0,75	0,82	0,92	0,91	0,9	0,9	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	
				32,6	32,7	33,5	33,5	34,6	36,1	38,2	40,2	42,9	45,8	48,5	51,5	54,8	57,7	60,7	63,6	
				54,6																

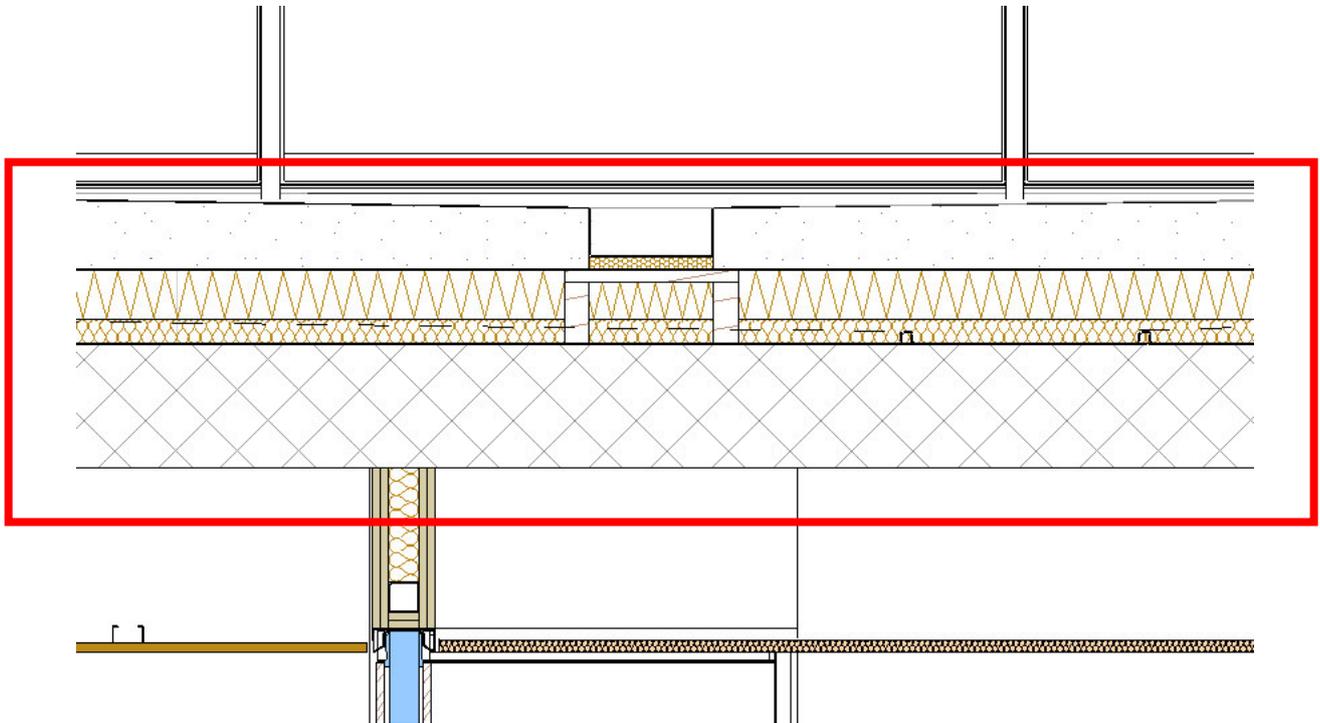
Considerata la parete, per la sola parte opaca così come sovrariportata, otteniamo i seguenti valori di  $D_{2m,NT}$  in funzione della frequenza per terzi d'ottava:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
$D_{2m,NT}$ (dB)	22,4	24,1	26,1	27,8	29,6	31,4	33,2	35	36,8	38,7	40,4	42,1	44,1	45,8	47,6	49,4

Si ottiene pertanto un  $D_{2m,NT}$  analitico medio pari a **54,6 dB > 42 dB** (valore minimo per il D.P.C.M. 5/12/1997)

### Copertura dell'edificio.

La copertura dell'edificio è in calcestruzzo spessore 20 cm con sovrapposto materassino di lana di roccia spessore 4 cm da 80 Kg/m<sup>3</sup> sul quale a sua volta è posto un pannello di polistirene espansodi spessore 8 cm e massetto a creazione delle pendenze di spessore minimo 8 cm.



Solaio copertura																				
Descrizione	Spess. (cm)	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Massetto	8	2000	160																	
polistirene	8	35	2,8																	
lana di roccia	4	80	3,2																	
cls	20	2400	480																	
Totale solaio	40		648																	
				Dnwi solaio copertura																
				52,6	54,3	56,3	58,0	59,7	61,6	63,4	65,2	67,0	68,8	70,6	72,3	74,3	76,0	77,7	79,6	
				72,2																

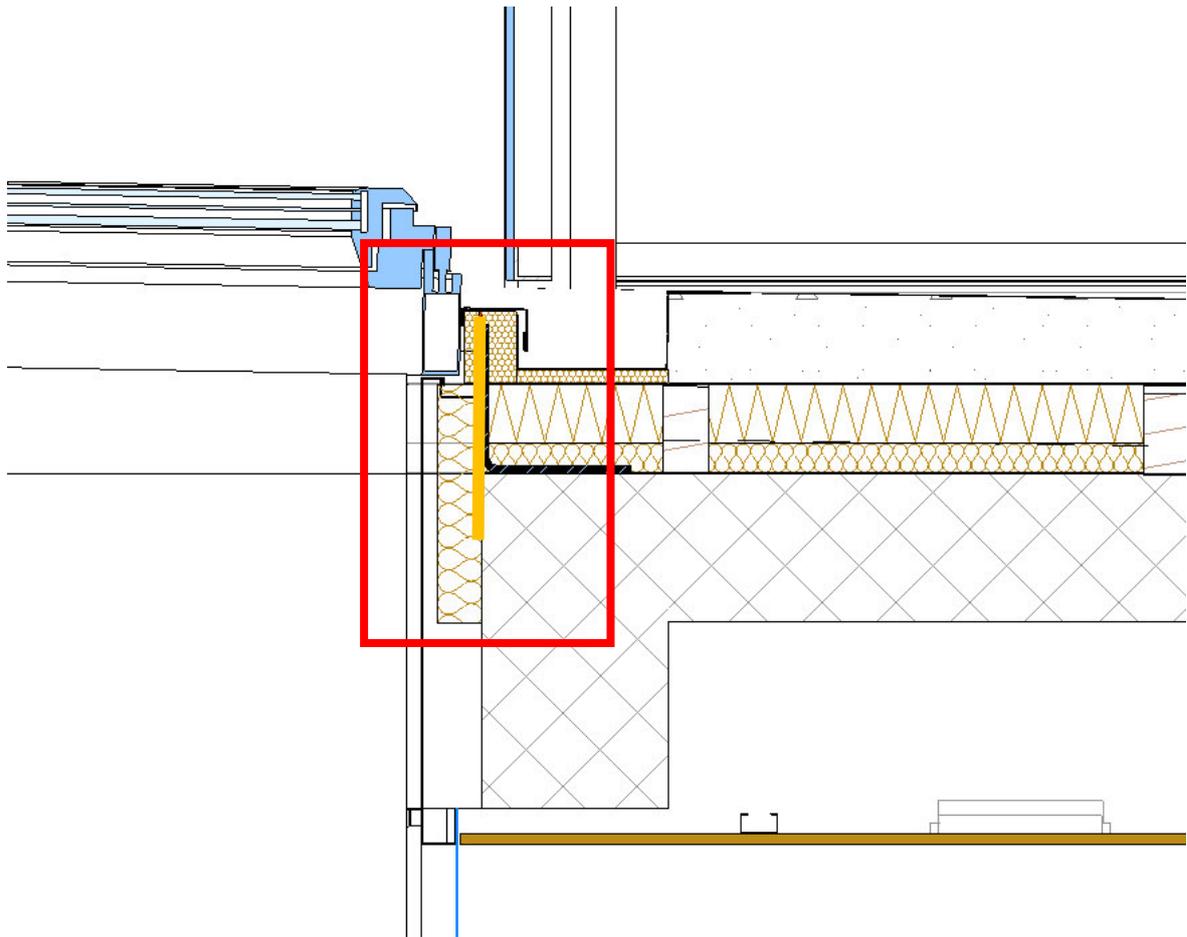
I valori dei poteri fonoisolanti del solaio di copertura per banda di terzi d'ottava sono stati riportati nella seguente tabella:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Rw (dB)	52,6	54,3	56,3	58,0	59,7	61,6	63,4	65,2	67,0	68,8	70,6	72,3	74,3	76,0	77,7	79,6

Si ottiene pertanto un **D<sub>2m,NT</sub> analitico medio pari a 72,2 dB > 42 dB** (valore minimo per il D.P.C.M. 5/12/1997).

Sulla copertura sono state collocate le UTA a servizio dei piani fuori terra dell'edificio e sempre sulla copertura vi sono alcuni lucernai che potrebbero essere causa di immissione del rumore prodotto dagli impianti verso il grande volume connettivo dell'edificio.

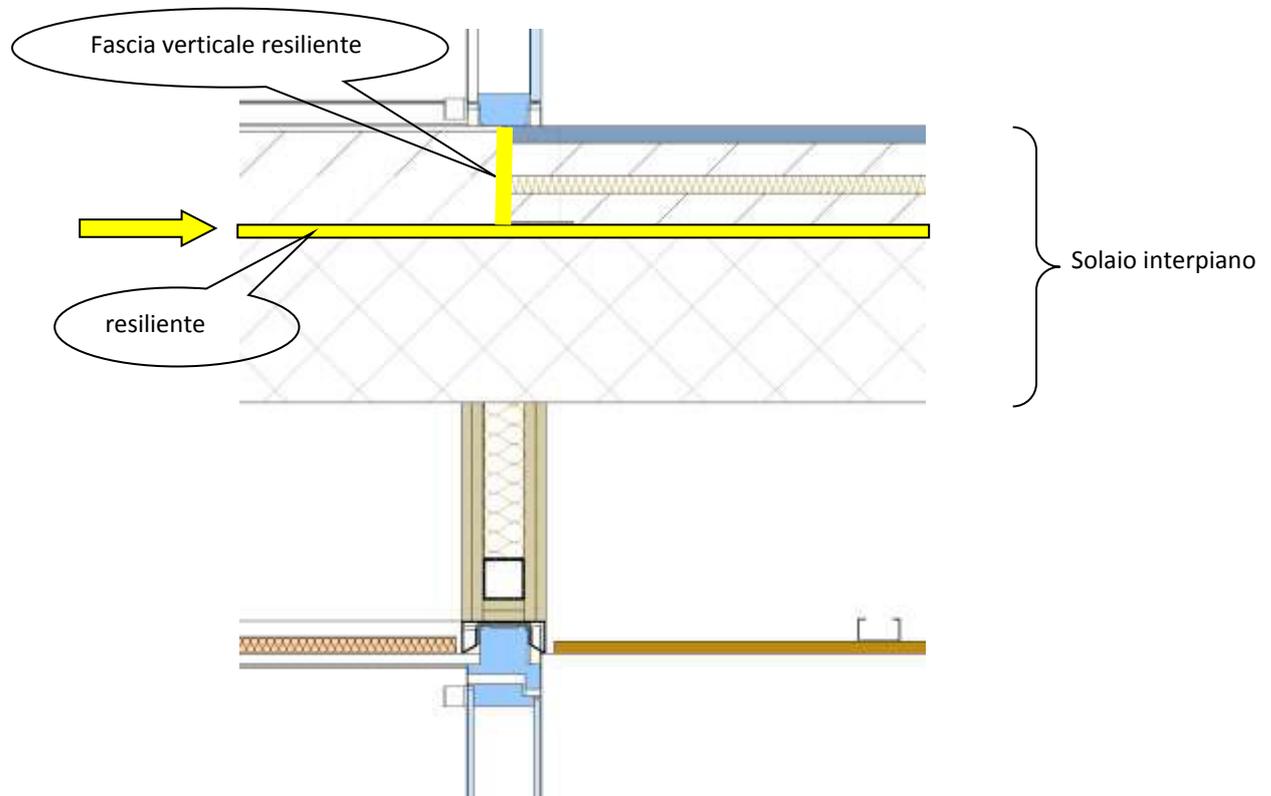
I ponti acustici individuabili nella metodologia costruttiva di fissaggio della struttura dei lucernai al solaio di copertura sono stati risolti per mezzo di sigillatura con una piastra di 40 mm di ferro come visibile nel dettaglio sottostante.



Il sistema "serramento lucernaio- vetro" garantiscono un  $R'_w \geq 42$  dB in opera così come tutti gli altri "sistemi serramento-vetro" verso l'esterno del progetto.

### Solai interpiano

I solai interpiano sono stati isolati "al calpestio" predisponendo sulla struttura del solaio in getto di spessore 20 cm una guaina resiliente in rotoli dello spessore totale di mm 10 i cui bordi saranno posati senza interruzioni.



Sotto le partizioni di separazione tra corridoi e/o connettivi e spazi direzionali sarà posta una fascia verticale di resiliente per interrompere la continuità delle vibrazioni di calpestio/impattive tra i connettivi e gli spazi deputati al lavoro d'ufficio.

Il materiale utilizzato presenta le seguenti caratteristiche: materassino in pannelli realizzato in agglomerato di poliuretano flessibile, accoppiato da un lato a velo vetro bitumato e polipropilene; rumore al calpestio abbattimento 26 dB, variazione di spessore in funzione del carico di compressione 6,1 mm; rigidità dinamica 22 MN/m<sup>3</sup>.

Solaio interpiano		Spess.	Densità	Peso	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Descrizione		(cm)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )																	
Massetto		12	2000	240																	
resiliente		1	350	3,5																	
cls		20	2400	480																	
Totale solaio		33		723,5	53,5	55,2	57,1	58,9	60,6	62,4	64,3	66,1	67,9	69,7	71,5	73,2	75,1	76,9	78,6	80,4	
				Rwi	73,1																
Rigidità dinamica dello strato elastico (s')	22		MIN/m <sup>3</sup>																		
Massa superficiale dello strato di rivestimento solaio (ciò che è sopra al resiliente, pavimento escluso) (m')	240		kg/m <sup>2</sup>																		
Frequenza di risonanza $f_0=160(s'/m')^{0,5}$	48,4		Hz																		
Valore di riduzione per inserimento fonoisolante																					
$DLwi = 30(\log(f_i/f_0))$					9	12	16	19	21	24	28	30	33	37	39	42	46	48	51	54	
Massa superficiale dello strato di rivestimento parete	143																				
Massa superficiale del solaio nudo (ciò che è sotto al resiliente) (m')	480																				
Contributo globale trasmissione per fiancheggiamento K (vedi tabella)	3																				
Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio																					
$L'wi = RLwi - Dkwi + K$					47	46	45	43	42	41	40	39	37	36	35	34	33	31	30	29	
				Lwi	41,1																

I valori dei isolamento al calpestio del solaio interpiano per banda di terzi d' ottava sono stati riportati nella seguente tabella:

Freq (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Lw (dB)	47	46	45	43	42	41	40	39	37	36	35	34	33	31	30	29

Si ottiene pertanto un **L<sub>nw</sub> analitico pari a 41,1 dB < 55 dB** (valore massimo da non superare per il D.P.C.M. 5/12/1997)

#### 4.0 RUMORE GENERATO DAGLI IMPIANTI

E' risaputo che il rumore generato dagli impianti di riscaldamento, ventilazione e idrico sanitari si propaga all'interno degli edifici sia per via aerea sia per via strutturale (a seguito di moti vibratorii trasmessi alla struttura dell'edificio) e risulta maggiormente fastidioso quanto più basso è il rumore di fondo all'interno dei locali in esame.

Le emissioni di rumore prodotte dal funzionamento di ventilatori e compressori od altre parti interne ai componenti impiantistici saranno ridotte entro le curve NR30, equiparabile a **35 dB(A)**  $L_{Aeq}$ , con silenziatori a setti dissipativi. I silenziatori a setti fonoassorbenti sia cilindrici che rettilinei saranno realizzati con carcassa in lamiera zincata di spessore conveniente alle dimensioni del silenziatore e comunque non inferiore agli 8/10 di mm; i setti interni fonoassorbenti saranno in lana minerale imbustata in polietilene con un rivestimento di lamierino forato su tutta la superficie. Il calcolo delle attenuazioni richieste al silenziatore per i vari ventilatori si è sviluppato tenendo conto del livello di pressione sonora calcolata al diffusore, griglia e bocchetta più sfavorita di ogni circuito (ossia quella più vicina alla sede del ventilatore). Si è quindi tenuto conto del percorso dei canali delle attenuazioni e delle rigenerazioni di rumore causato dai vari componenti del circuito impiantistico di volta in volta analizzato. Per i valori di attenuazione si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel "ASHRAE HANDBOOK.

Inoltre l'affrancamento elastico della pendinatura di tutte le canalizzazioni nei siti sensibili; non sarà effettuata con i comuni sistemi in commercio bensì con ganci antivibranti studiati in funzione del peso dei canali e/o delle varie tubazioni ad esse fissate per lo smorzamento delle frequenze di risonanza effettive conseguenti alla posa ed alla messa a regime degli impianti.

#### CALCOLO SILENZIATORI ED ANTIVIBRANTI

##### UTA uffici

Per le UTA si è proceduto al calcolo delle emissioni di rumore prodotte dai ventilatori e dai differenti componenti che le costituiscono e trasmesse agli ambienti trattati con riferimento alla curva NR30 relativamente alle emissioni di mandata e ripresa all'interno degli uffici.

La scelta progettuale è stata indirizzata in accordo con i progettisti degli impianti nell'inserimento di silenziatori a canale distribuiti in tutta la superficie dell'edificio.

Infatti la distribuzione delle dorsali principali delle canalizzazioni avviene nel controsoffitto dei corridoi degli vari piani mentre l'immissione all'interno degli spazi direzionali avviene per mezzo

di canali flessibili fonoassorbenti su tutti gli stacchi terminali realizzati con condotti del tipo **Condotta flessibile afonica leggero Sonodek 25 della FCR** per almeno 1,5 metri lineari concordata con il progettista degli impianti meccanici al fine di ottenere un margine di sicurezza relativo alle eventuali variabili dovute alla posa in opera.

I canali fonoassorbenti sono costituiti da:

- Tubo interno in alluminio-poliestere laminato perforato;
- Isolante in lana di vetro sp. 25 mm, densità 16 kg/m;
- Tubo esterno in alluminio-poliestere laminato, rinforzato con fibra di vetro.

L'attenuazione acustica del condotto è riportata nella scheda del fornitore:

Dn (mm)	attenuazione acustica* ( L=1m) - (dB)					
	125	250	500	1k	2k	4k
102	9	19	32	37	31	21
127	12	20	21	25	29	17
160	17	22	22	27	19	14
203	7	15	17	20	16	13
254	16	16	16	16	13	10
315	11	12	12	14	11	7
457	12	10	8	8	6	8
508	8	8	8	9	6	7



I calcoli (vedi schede allegate) per le mandate dimostrano che non è necessario installare silenziatori a monte dei canali in quanto i vari canali fonoassorbenti inseriti nel progetto sono già di per se sufficienti all'insonorizzazione entro le curve NR di progetto.

Anche per le riprese delle varie UTA a servizio degli spazi direzionali i calcoli (vedi schede allegate) dimostrano che non è necessario installare silenziatori per gli stessi motivi sovraesposti.

Per l'isolamento delle vibrazioni, si è optato per la seguente soluzione:

gli appoggi delle UTA saranno realizzati con profili a C "rovesciati" continui posti lungo i due lati maggiori della macchina. A pavimento verranno posizionati profili a C "diritti" nei quali si inserirà il profilo rovescio. Il profilo a C diritto appoggerà su materiale antivibrante calcolato per il peso delle UTA.

UTA AX MANDATA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA				
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di mandata dB		73,50	75,00	85,00	84,00	88,00	84,00	80,00	78,00
Delta Lp 4,8 m di canale 700x500		4,32	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,25 m di canale 700x500		2,03	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x500		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
Delta Lp 1,55 m di canale 325x110		0,00	1,40	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Delta Lp curva da 325x110		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 0,15 m di canale 325x110		0,00	0,14	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Delta Lp curva da 325x110		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,3 m di canale 325x110		0,00	2,07	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Delta Lp deviatore		2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
Delta Lp 4 m di canale Sonodec 100		9,00	9,00	19,00	32,00	37,00	31,00	21,00	21,00
Delta Lp deviatore		4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77
Delta Lp 2,4 m di canale Sonodec 200		20,00	20,00	16,00	14,00	14,00	14,00	20,00	20,00
Delta Lp deviatore		1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Delta Lp 0,35 m di canale Sonodec 200		0,00	0,32	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Delta Lp Attenuazione		57,45	56,06	60,45	75,45	84,45	81,45	77,45	77,45
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		16,05	18,94	24,55	8,55	3,55	2,55	2,55	0,55
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-44,75	-30,36	-16,55	-25,95	-26,65	-24,45	-22,25	-22,45
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-44,75	-30,36	-16,55	-25,95	-26,65	-24,45	-22,25	-22,45

UTA AX RIPRESA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA				
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di ripresa dB		71,00	71,00	83,00	82,00	86,00	80,00	77,00	76,00
Delta Lp 6,65 m di canale 700x500		5,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,25 m di canale 700x500		1,13	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x500		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49
Delta Lp 0,6 m di canale 275x150		0,00	0,54	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Delta Lp curva da 275x150		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,75 m di canale 275x150		0,00	2,48	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Delta Lp deviatore		9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07
Delta Lp deviatore		8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Delta Lp deviatore		7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84
Delta Lp deviatore		5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51
Delta Lp 1,6 m di canale Sonodec 100		9,00	9,00	19,00	32,00	37,00	31,00	21,00	21,00
Delta Lp Attenuazione		60,14	57,33	66,32	81,32	89,32	85,32	76,32	76,32
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		10,86	13,67	16,68	0,68	-3,32	-5,32	0,68	-0,32
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-49,94	-35,63	-24,42	-33,82	-33,52	-32,32	-24,12	-23,32
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-49,94	-35,63	-24,42	-33,82	-33,52	-32,32	-24,12	-23,32

UTA BX MANDATA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA		350 Pa		
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Lp ventilatore di mandata dB</b>		<b>73,00</b>	<b>73,00</b>	<b>82,00</b>	<b>80,00</b>	<b>85,00</b>	<b>79,00</b>	<b>76,00</b>	<b>73,00</b>
Delta Lp 5,54 m di canale 700x300		4,99	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,13 m di canale 700x300		1,92	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x300		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
Delta Lp 1,3 m di canale 225x140		0,00	1,17	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Delta Lp curva da 225x140		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 3,4 m di canale 225x140		0,00	3,06	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Delta Lp deviatore		6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98
Delta Lp 2,4 m di canale Sonodec 100		0,00	19,00	33,00	51,00	52,00	49,00	36,00	36,00
Delta Lp deviatore		3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Delta Lp 0,8 m di canale Sonodec 160		7,00	7,00	16,00	25,00	30,00	25,00	16,00	16,00
Delta Lp Attenuazione		37,01	54,56	75,74	104,74	113,74	107,74	86,74	86,74
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		35,99	18,44	6,26	-24,74	-28,74	-28,74	-10,74	-13,74
<b>Curva NR 30</b>		<b>60,80</b>	<b>49,30</b>	<b>41,10</b>	<b>34,50</b>	<b>30,20</b>	<b>27,00</b>	<b>24,80</b>	<b>23,00</b>
<b>Attenuazione minima richiesta per curva NR 30</b>		<b>-24,81</b>	<b>-30,86</b>	<b>-34,84</b>	<b>-59,24</b>	<b>-58,94</b>	<b>-55,74</b>	<b>-35,54</b>	<b>-36,74</b>
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
<b>Lp finale immesso in ambiente</b>		<b>-24,81</b>	<b>-30,86</b>	<b>-34,84</b>	<b>-59,24</b>	<b>-58,94</b>	<b>-55,74</b>	<b>-35,54</b>	<b>-36,74</b>

UTA BX RIPRESA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA		350 Pa		
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Lp ventilatore di ripresa dB</b>		<b>69,00</b>	<b>69,00</b>	<b>80,00</b>	<b>80,00</b>	<b>83,00</b>	<b>77,00</b>	<b>75,00</b>	<b>73,00</b>
Delta Lp 7,2 m di canale 700x300		6,48	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp deviatore		1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Delta Lp 1,1 m di canale 700x300		0,99	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x300		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54
Delta Lp 0,45 m di canale 200x175		0,00	0,41	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Delta Lp curva da 200x175		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,7 m di canale 200x175		0,00	2,43	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Delta Lp deviatore		1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
Delta Lp deviatore		0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Delta Lp deviatore		8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23
Delta Lp 1,7 m di canale Sonodec 100		0,00	9,00	19,00	32,00	37,00	31,00	21,00	21,00
Delta Lp Attenuazione		30,57	36,35	45,46	60,46	68,46	64,46	55,46	55,46
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		38,43	32,65	34,54	19,54	14,54	12,54	19,54	17,54
<b>Curva NR 30</b>		<b>60,80</b>	<b>49,30</b>	<b>41,10</b>	<b>34,50</b>	<b>30,20</b>	<b>27,00</b>	<b>24,80</b>	<b>23,00</b>
<b>Attenuazione minima richiesta per curva NR 30</b>		<b>-22,37</b>	<b>-16,65</b>	<b>-6,56</b>	<b>-14,96</b>	<b>-15,66</b>	<b>-14,46</b>	<b>-5,26</b>	<b>-5,46</b>
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
<b>Lp finale immesso in ambiente</b>		<b>-22,37</b>	<b>-16,65</b>	<b>-6,56</b>	<b>-14,96</b>	<b>-15,66</b>	<b>-14,46</b>	<b>-5,26</b>	<b>-5,46</b>

UTA CX MANDATA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA				
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di mandata dB		74,00	73,00	81,00	80,00	85,00	79,00	76,00	72,00
Delta Lp 5 m di canale 700x500		4,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,9 m di canale 700x500		2,61	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x500		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34
Delta Lp 1,35 m di canale 225x140		0,00	1,22	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Delta Lp curva da 225x140		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 3,55 m di canale 225x140		0,00	3,20	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Delta Lp deviatore		2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
Delta Lp deviatore		1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
Delta Lp 2,3 m di canale Sonodec 100		0,00	19,00	33,00	51,00	52,00	49,00	36,00	36,00
Delta Lp deviatore		6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02
Delta Lp 0,3 m di canale Sonodec 200		0,00	0,27	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Delta Lp Attenuazione		29,78	47,64	59,52	79,52	83,52	82,52	70,52	70,52
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		44,22	25,36	21,48	0,48	1,48	-3,52	5,48	1,48
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-16,58	-23,94	-19,62	-34,02	-28,72	-30,52	-19,32	-21,52
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-16,58	-23,94	-19,62	-34,02	-28,72	-30,52	-19,32	-21,52

UTA CX RIPRESA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA				
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di ripresa dB		69,00	68,00	79,00	78,00	80,00	75,00	73,00	70,00
Delta Lp 6,7 m di canale 700x500		6,03	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
Delta Lp curva da 700x500		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,9 m di canale 700x500		1,71	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Delta Lp 1,8 m di canale 700x500		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		10,95	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95
Delta Lp 0,6 m di canale 325x100		0,00	0,54	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Delta Lp curva da 325x100		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,84 m di canale 325x100		0,00	2,56	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Delta Lp deviatore		1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Delta Lp deviatore		1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Delta Lp deviatore		3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Delta Lp 2,4 m di canale Sonodec 100		0,00	19,00	33,00	51,00	52,00	49,00	36,00	36,00
Delta Lp Attenuazione		27,40	62,25	56,19	76,19	79,19	77,19	64,19	64,19
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		41,60	5,75	22,81	1,81	0,81	-2,19	8,81	5,81
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-19,20	-43,55	-18,29	-32,69	-29,39	-29,19	-15,99	-17,19
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-19,20	-43,55	-18,29	-32,69	-29,39	-29,19	-15,99	-17,19

UTA DX MANDATA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA		350 Pa		
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di mandata dB		75,00	74,00	78,00	77,00	80,00	75,00	73,00	68,00
Delta Lp 4,85 m di canale 700x300		4,37	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,9 m di canale 700x300		2,61	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x300		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		10,33	10,33	10,33	10,33	10,33	10,33	10,33	10,33
Delta Lp 1,2 m di canale 225x110		0,00	1,08	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Delta Lp curva da 225x110		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,35 m di canale 225x110		0,00	2,12	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Delta Lp deviatore		6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70
Delta Lp 3,8 m di canale Sonodec 100		0,00	25,00	38,00	50,00	52,00	54,00	40,00	40,00
Delta Lp deviatore		4,71	4,71	4,71	4,71	4,71	4,71	4,71	4,71
Delta Lp 0,7 m di canale Sonodec 200		0,00	0,63	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Delta Lp deviatore		1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Delta Lp 0,3 m di canale Sonodec 160		0,00	0,27	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Delta Lp Attenuazione		31,64	55,01	65,28	79,28	84,28	89,28	76,28	76,28
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		43,36	18,99	12,72	-2,28	-4,28	-14,28	-3,28	-8,28
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-17,44	-30,31	-28,38	-36,78	-34,48	-41,28	-28,08	-31,28
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-17,44	-30,31	-28,38	-36,78	-34,48	-41,28	-28,08	-31,28

UTA DX RIPRESA	FREQUENZE	PORTATA			PREVALENZA		350 Pa		
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lp ventilatore di ripresa dB		72,00	72,00	73,00	73,00	75,00	71,00	68,00	62,00
Delta Lp 4,54 m di canale 700x300		4,09	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 0,65 m di canale 700x300		0,59	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,5 m di canale 700x300		1,35	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 0,45 m di canale 700x300		0,41	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Delta Lp curva da 700x300		0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Delta Lp 1,8 m di canale 700x300		1,62	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Delta Lp deviatore		10,69	10,69	10,69	10,69	10,69	10,69	10,69	10,69
Delta Lp 0,3 m di canale 200x100		0,00	0,27	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Delta Lp curva da x		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00
Delta Lp 2,75 m di canale 200x100		0,00	2,48	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Delta Lp deviatore		8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45
Delta Lp 3,5 m di canale Sonodec 100		0,00	25,00	38,00	50,00	52,00	54,00	40,00	40,00
Delta Lp Attenuazione		27,18	49,57	63,74	79,74	86,74	90,74	77,74	77,74
Delta Lp Imnesso nell'ambiente		44,82	22,43	9,26	-6,74	-11,74	-19,74	-9,74	-15,74
Curva NR 30		60,80	49,30	41,10	34,50	30,20	27,00	24,80	23,00
Attenuazione minima richiesta per curva NR 30		-15,98	-26,87	-31,84	-41,24	-41,94	-46,74	-34,54	-38,74
SILENZIATORE NON NECESSARIO									
Lp finale immesso in ambiente		-15,98	-26,87	-31,84	-41,24	-41,94	-46,74	-34,54	-38,74

### **Emissioni sonore nell'ambiente esterno..**

D.P.C.M. 14.11.1997 - "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

D.P.C.M. 27/12/1988 - "Norme Tecniche per la Valutazione di Impatto Ambientale"

I livelli di clima acustico presenti nell'area oggetto di intervento saranno quelli definiti nella D.P.I.A. allegata ai documenti di Appalto (**doc. D.15** Documentazione Previsionale di Impatto Acustico) ed i valori da ottenere in funzione del contenimento delle immissioni massime di rumore previste da normativa ai recettori più vicini sarà quello previsto all'art.4 comma 2 del D.P.C.M. 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

La documentazione di impatto acustico ambientale sarà prodotta dall'impresa e fornirà gli elementi necessari per prevedere nel modo più accurato possibile gli effetti acustici derivanti dalla realizzazione di quanto in progetto e dal suo esercizio.

Per tale motivo in fase di cantiere saranno effettuate più campagne di misura fonometriche volte alla definizione delle emissioni prodotte dagli impianti installati "post operam" e dalle emissioni sonore prodotte dagli impianti a servizio dell'edificio.

### **5.0 CONCLUSIONI**

Possiamo concludere affermando che i valori relativi al potere fonoisolante delle strutture risultano, dai calcoli allegati, più che sufficienti a fornire buone condizioni di comfort acustico per tutte le strutture del nuovo edificio, sito nel Comune di Bolzano in via Renon 5/7, e che i requisiti imposti dal D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", sono progettualmente sempre rispettati.

Arch. E. Strada\*



\* TECNICO COMPETENTE n°366 ai Sensi della L.ge n°447 del 26/10/95