

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J71H92000020011

**DIREZIONE PROGETTAZIONE**

**U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO  
S.O. AMBIENTE & ENERGY SAVING**

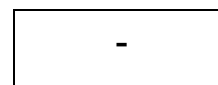
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA**

**STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE**

**Relazione Generale**

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I Q 0 1    0 1    R    2 2    R G    I M 0 0 0 4    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P.L. Carci	Settembre 2021	R. Azzarito	Settembre 2021	M. Berlingieri	Settembre 2021	C. Ercolani
B	Rimissione per recepire richieste RFI e CSLPPP	R. Azzarito	Dicembre 2023	A. Corvaia	Dicembre 2023	L. Marinelli	Dicembre 2023	Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente

File: IQ0101R22RGIM0004001B

n. Elab.:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

## INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	RUMORE .....	9
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	9
2.1.1	<i>Legge Quadro 447/95.....</i>	9
2.1.2	<i>D.P.R. 459/98 .....</i>	11
2.1.3	<i>DPR 142/04 .....</i>	13
2.1.4	<i>Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000).....</i>	15
2.1.5	<i>Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti sul territorio .....</i>	16
2.1.6	<i>Limiti Acustici e Applicazione delle Concorsualità.....</i>	18
2.2	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE .....	20
2.2.1	<i>Limiti extrafascia: Classificazione acustica comunale .....</i>	21
2.3	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM .....	21
2.3.1	<i>Descrizione dei ricettori.....</i>	21
2.3.2	<i>Il censimento dei ricettori .....</i>	22
2.3.3	<i>Stima dei livelli acustici ante operam.....</i>	24
2.4	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	26
2.4.1	<i>Illustrazione delle tecniche previsionali adottate .....</i>	26
2.4.2	<i>Dati di input del modello.....</i>	28
2.5	CONSIDERAZIONE SUI LIVELLI DI PRESSIONE SONORA POST OPERAM, ANTE MITIGAZIONE.....	33
2.6	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO .....	34
2.6.1	<i>Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario .....</i>	34
2.6.2	<i>Requisiti acustici delle barriere antirumore.....</i>	36
2.6.3	<i>Descrizione delle barriere antirumore.....</i>	38

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

2.6.4	<i>Gli interventi sugli edifici</i> .....	40
2.7	LE OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA ED I LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE .....	42
2.7.1	<i>Interventi diretti</i> .....	47
3.	VIBRAZIONI.....	57
3.1	INTRODUZIONE .....	57
3.1.1	<i>Struttura dello studio</i> .....	57
3.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	58
3.2.1	<i>ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"</i> .....	59
3.2.2	<i>UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"</i> .....	59
3.2.3	<i>UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"</i> .....	62
3.3	VALUTAZIONE DELLO STATO ATTUALE ATTRAVERSO L'ESECUZIONE DI MISURE SPERIMENTALI.....	64
3.3.1	<i>Dettagli delle sezioni di misura</i> .....	65
3.3.2	<i>Strumentazione utilizzata</i> .....	66
3.3.3	<i>Risultati delle misure vibrazionali</i> .....	67
3.4	VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE.....	71
3.4.1	<i>Caratterizzazione geodinamica dei terreni attraversati</i> .....	71
3.4.2	<i>Propagazione negli edifici</i> .....	79
3.4.3	<i>Livelli di emissione massima e media</i> .....	81
3.4.4	<i>Modello di attenuazione</i> .....	86
3.4.5	<i>Valutazione del livello di vibrazione sui ricettori</i> .....	88

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 4 di 90

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce lo studio acustico e vibrazionale del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Quadruplicamento della Tratta Tortona-Voghera. Tale opera si inserisce nel quadro complessivo degli interventi previsti nello scenario di potenziamento dell'offerta ferroviaria delle direttrici Milano-Genova e Torino-Alessandria-Piacenza.

Nell'ambito dei Progetti per il Piano Lombardia ed al fine di dare continuità all'attivazione del Terzo Valico dei Giovi, RFI ha valutato l'opportunità di effettuare un potenziamento infrastrutturale del corridoio Milano – Genova, includendo negli interventi da realizzare anche il quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera.

Il quadruplicamento tra Tortona e Voghera permetterà di disporre della capacità necessaria per soddisfare gli incrementi di traffico sulle due direttrici. Il layout infrastrutturale di progetto consentirà una separazione dei flussi di traffico tra i collegamenti Torino/Alessandria - Piacenza e le relazioni Milano – Genova garantendo una riduzione delle interferenze negli impianti, a beneficio di un incremento complessivo della regolarità di circolazione.

In particolare, è prevista in progetto un'opera di scavalco consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG) /Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e diretti verso Genova (via TVG)/Alessandria, che costituiscono il flusso principale secondo il nuovo modello di esercizio. Con quest'opera, da un lato si eliminano le interferenze sulla "linea Milano" in stazione di Tortona, dall'altro si consente una più equa ripartizione dei flussi sui quattro binari.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova coppia di binari tra la Stazione di Tortona e Voghera, in affiancamento a quella esistente, per un'estesa di circa 16 km.

Le caratteristiche di progetto della linea sono le seguenti:

- modulo linea 750 m
- peso assiale D4
- codifica per Trasporto Combinato P/C 80
- velocità di progetto 200 km/h in rango C, salvo riduzioni puntuali
- tipologia di traffico: misto (passeggeri e merci)

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 5 di 90

- profilo minimo degli ostacoli: PMO 5

È previsto un sistema di distanziamento a 5' tra due treni a seguito. La gestione ed il comando della circolazione dell'insieme della linea quadruplicata, avverrà dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli.

Il perimetro dell'intervento riguarda la tratta Tortona (esclusa) – Voghera (esclusa). Gli interventi previsti negli impianti di Tortona e Voghera sono minimali e atti ad accogliere i nuovi binari di quadruplicamento, mentre a Pontecurone è previsto l'adeguamento della fermata, per l'inserimento dei due nuovi binari.

L'iter metodologico seguito - nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili - può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalla Classificazione Acustica del Comune interessato.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); tale analisi è stata estesa fino a 300m per lato, per tener conto di eventuali primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. È stata altresì verificata la presenza di aree di espansione residenziale da PRG. Infine è stata eseguita una campagna di rilievi fonometrici ante operam per valutare il clima acustico attuale.
- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture stradali concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezza compresa tra 2,00m (H0) e 7,5m (H10) sul piano del ferro. Nei casi in cui le barriere previste lungo la linea ferroviaria non consentono di riportare i livelli in facciata al di sotto dei limiti di zona sono stati previsti interventi diretti sui ricettori.

Il presente documento è stato redatto e/o verificato dall'ing. Renato Azzarito, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica N.8494 (già iscritto nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Calabria con D.D.S. n. 1300 del 01/03/2007). Gli elaborati correlati, elencati nella seguente tabella, sono stati redatti e/o verificati dallo stesso:

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA																				
		I	Q	0	1	0	1	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Relazione generale	-	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione	-	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	T	T	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Schede di censimento dei ricettori	-	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	S	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 1 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 2 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 3 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	3	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 4 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	4	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 5 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	5	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 6 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	6	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 7 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	7	A



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	7 di 90

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA																				
		I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	8	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 8 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	8	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 9 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	9	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti Tav. 10 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	0	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.1 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	1	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.2 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	2	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.3 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	3	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.4 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	4	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.5 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	5	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.6 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	6	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.7 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	7	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.8 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	8	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.9 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	9	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica Tav.10 di 10	1 : 2.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	2	0	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Diurno Tav.1 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Diurno Tav.2 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Diurno Tav.3 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	3	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Notturno Tav.1 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	4	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Notturno Tav.2 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	5	A



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	8 di 90

TITOLO ELABORATO	SCALA	CODIFICA																				
		I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	6	A
Mappe Acustiche Post Operam Ante Mitigazione Periodo Notturno Tav.3 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	6	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Diurno Tav.1 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	7	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Diurno Tav.2 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	8	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Diurno Tav.3 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	9	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Notturno Tav.1 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	0	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Notturno Tav.2 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	1	A
Mappe Acustiche Post Operam Post Mitigazione Periodo Notturno Tav.3 di 3	1 : 5.000	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	2	A
Report Indagini Acustiche	-	I	Q	0	1	0	1	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> IQ01	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> R22 RG	<b>DOCUMENTO</b> IM0004 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 9 di 90

## 2. RUMORE

### 2.1 Riferimenti Normativi

#### 2.1.1 Legge Quadro 447/95

In data 26/10/1995, viene pubblicata la Legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1 marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... *le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, le infrastrutture stradali, ferroviarie, ..... commerciali; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.*»

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 10 di 90

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

### **I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE**

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;

### **II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;

### **III - AREE DI TIPO MISTO**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

### **IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA**

Rientrano in questa classe:

- a) le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;
- b) le aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti;
- c) le aree con limitata presenza di piccole industrie;

### **V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI**

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 11 di 90

## VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M., di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;
- criterio del valore di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*».

Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

### 2.1.2 D.P.R. 459/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

*Per le infrastrutture ferroviarie esistenti, per le loro varianti e per le nuove realizzazioni con velocità di progetto inferiore a 200 km/h in affiancamento a linee esistenti, a partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di 250 m.*

Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

FASCIA «A»            pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 12 di 90

FASCIA «B» pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

All'interno delle fasce suddette i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

1. Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
2. Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
3. Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
4. Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici e ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

1. 35 dB(A) di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
2. 40 dB(A) di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
3. 45 dB(A) di Leq nel periodo diurno per le scuole.

I valori sopra indicati dovranno essere misurati al centro della stanza a finestre chiuse a 1,5 m di altezza sul pavimento.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

### 2.1.3 DPR 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

Il DPR interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

C - Strade extraurbane secondarie suddivise in

Ca - a carreggiate separate e tipo IV CNR

Cb - tutte le altre strade extraurbane secondarie

D - Strade urbane di scorrimento

Da - a carreggiate separate e interquartiere

Db - tutte le altre strade urbane di scorrimento

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

In particolare, per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B, Ca è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 250 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

Fascia "A" pari a 100 m dalla sede stradale;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Fascia "B" pari ad ulteriori 150 m più lontana dalla sede.

Per le altre tipologie di strada la fascia si riduce come segue:

tipo Cb fascia unica pari a 150 m

tipo Da e Db fascia unica pari a 100 m

tipo E ed F fascia unica pari a 30 m

Per quanto concerne i limiti gli stessi sono stabiliti in maniera diversa in funzione del tipo di infrastruttura e a seconda che si tratti di infrastruttura di nuova realizzazione o di infrastruttura esistente e di sue varianti. Nella tabella seguente vengono riportati i limiti per le infrastrutture esistenti e in relazione alle diverse fasce di pertinenza.

TIPO (secondo C.d.S)	SOTTOTIPO AI FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	AMPIEZZA FASCIA	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		ALTRI RICETTORI	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A autostrada	-	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B extraurbana principale	-	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C extraurbana secondaria	Ca (carreggiate a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (carreggiate a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai comuni e conformi alla zonizzazione acustica			
F – locale		30				

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 15 di 90

\* Per le scuole vale il solo limite diurno

*Tabella 1 - Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili*

Per quanto concerne il rispetto dei limiti, il DPR 142 stabilisce che lo stesso sia verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Ove non sia tecnicamente conseguibile il rispetto dei limiti con gli interventi sull'infrastruttura, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) - Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- b) 40 dB(A) - Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- c) 45 dB(A) - Leq diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

**2.1.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)**

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 16 di 90

In particolare, all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I).$$

nella quale:

$R_i$  è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$(L_i - L_i^*)$  è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introduce il concetto di "*Livello di soglia*", espresso mediante la relazione

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \quad (II)$$

e definito come "*il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.*"

Nella relazione (II) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e  $L_{zona}$  è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

### **2.1.5 Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti sul territorio**

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 17 di 90

principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata, se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA.

Nell'area di progetto le sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali sono le seguenti:

- SR10 intersecata con cavalcaferrovia alla progressiva chilometrica Km 56+149, prosegue in affiancamento a sud ovest della linea ferroviaria lungo il tratto compreso tra la rotatoria di raccordo con la SP99 e la rotatoria di collegamento con la Tangenziale di Voghera, allontanandosi dalla ferrovia con una variante in corrispondenza dell'abitato di Pontecurone;
- SP99 nel breve tratto in cui si distacca dalla rotatoria di raccordo con la SR10 allontanandosi dalla linea ferroviaria;
- Tangenziale di Tortona, attraversata con cavalcavia alla progressiva chilometrica Km 57+600;
- Tangenziale di Voghera, attraversata con cavalcavia alla progressiva chilometrica Km 67+660;
- Via Lomellina, attraversata con ponte alla progressiva chilometrica Km 69+791

Secondo quanto previsto dalla classificazione della viabilità, dalla consultazione dei Piani di Classificazione Acustica, della Carta del sistema dei collegamenti viabilistici del Comune di Voghera, dalla Classificazione delle Strade della Provincia di Alessandria, i su citati assi stradali sono stati considerati ai sensi del DPR 142/04 di tipo Cb "Strada Extraurbana Secondaria".

In riferimento a tali sorgenti, si è adottato il principio di concorsualità, così come definito nel DM 29/11/2000, e riportato in dettaglio nel paragrafo successivo.

Le fasce di pertinenza acustica delle due infrastrutture concorsuali considerate sono riportate nelle Planimetrie di Censimento dei Ricettori e nelle Planimetrie di Localizzazione degli Interventi di Mitigazione Acustica.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 18 di 90

### 2.1.6 Limiti Acustici e Applicazione delle Concorsualità

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concorsuali con quella oggetto di analisi.

Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

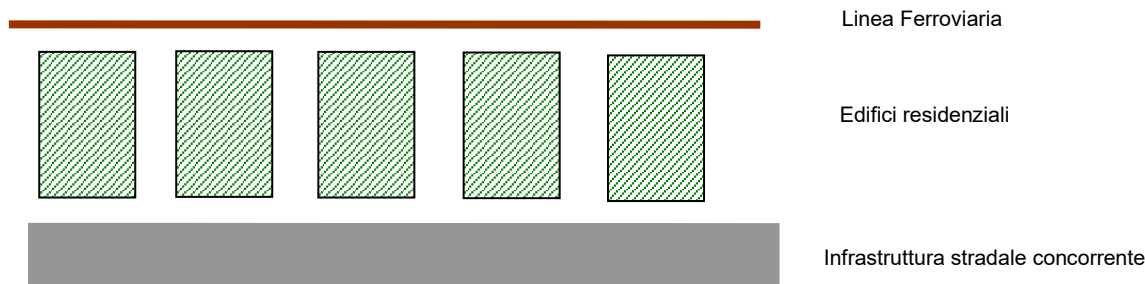
Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)
Residenziale	70,0	60,0	65,0	55,0
Produttivo	-	-	-	-
Terziario/Attività Produttiva Mista	70,0	-	65,0	-
Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0
Scuola	50,0	-	50,0	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Tabella 1 - Limiti acustici in assenza di sorgenti concorsuali

Si fa presente che a prescindere dall'appartenenza geometrica ad una determinata fascia di pertinenza acustica, di fatto per il ricettore non assumono rilevanza le infrastrutture potenzialmente concorrenti che non insistono sullo stesso fronte rispetto all'infrastruttura principale oggetto di analisi.

Infatti ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati la presenza stessa dell'edificato costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi è concorsualità effettiva.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA <b>IQ01</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>R22 RG</b>	DOCUMENTO <b>IM0004 001</b>	REV. <b>B</b>



Nel complessivo dei ricettori censiti, si riscontrano casi di fabbricati esposti al rumore di una o due sorgenti. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea ferroviaria in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella 1 prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture i valori limite di riferimento sono ridotti.

Nell'area oggetto di studio le infrastrutture potenzialmente concorrenti presentano limiti differenziati in funzione della tipologia di infrastruttura. A tal proposito, qualora alcuni ricettori ricadano in fasce di pertinenza acustica con limiti diversi, si è utilizzata la formulazione riportata nell'Allegato 4 del DM 29/11/2000,

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N$$

Ove il termine N rappresenta il numero delle infrastrutture coinvolte, e  $L_{zona}$  è il limite assoluto di immissione.

Nella seguente tabella si riportano le possibili combinazioni di concorsualità presenti nel progetto indicando con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dBA diurni e 60 dBA notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

Fasce di pertinenza		Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Infrastruttura Stradale di Tipo Cb	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	A	67.0	57.0
A	B	67.0	57.0
B	A	65.0	55.0
B	B	62.0	52.0

Tabella 2 - Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 20 di 90

Si osservi che, nel caso in cui un edificio si trovi in fascia B della infrastruttura ferroviaria ed in fascia A della infrastruttura stradale, benché la normativa consenta in linea teorica di assegnare ad entrambe le infrastrutture i limiti di soglia di 67 dB(A) in periodo di riferimento diurno e 57 dB(A) in periodo di riferimento notturno, non si è ritenuto ragionevole innalzare i limiti di fascia B per la ferrovia, in favore di sicurezza per i ricettori.

I limiti riportati in tabella si riferiscono a edifici residenziali; in caso di edifici adibiti ad attività commerciali, uffici o attività miste produttive/terziarie saranno considerati unicamente i valori diurni, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone. Nel caso di ricettori particolarmente sensibili (Scuole – Ospedali – Case di Cura) la decurtazione dei propri limiti è indipendente dalla fascia di pertinenza, ma si applica un fattore di riduzione del proprio limite di 3 dBA se il ricettore ricade all'interno delle fasce di pertinenza acustica di 2 infrastrutture di trasporto, mentre si ha una riduzione di 4,8 dBA se ricade all'interno delle fasce di 3 infrastrutture attribuibili a 3 diversi gestori.

## 2.2 Limiti acustici e aree di espansione

Ai sensi del DPR 459/98, mediante l'analisi dei piani regolatori dei comuni interessati è stata eseguita una verifica delle aree di espansione (definite come ricettore nell'art.1, comma1, lettera e), che ricadono all'interno della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e alle quali vanno applicati i limiti dettati da dette fasce, eventualmente decurtati del contributo di concorsualità. Nel progetto in esame sono state individuate:

- tre aree di espansione nel Comune di Tortona, di cui due già parzialmente edificate;
- una area di espansione nel Comune di Pontecurone, attualmente edificata solo nelle zone più lontane dalla ferrovia;
- una area di espansione nel comune di Voghera, che si sviluppa oltre un fronte già densamente edificato in cui sono presenti numerosi ricettori residenziali.

In tali aree è stato verificato il rispetto dei limiti di fascia a 4 metri di altezza sul piano di campagna. Le aree sono state rappresentate nelle Planimetrie di Censimento dei Ricettori (elaborati IQ0101R22P6IM0004001÷10)

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 21 di 90

### **2.2.1 Limiti extrafascia: Classificazione acustica comunale**

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali.

Le classi acustiche del piano di classificazione acustica comunale sono state rappresentate nelle Planimetrie di Censimento dei Ricettori (elaborati IQ0101R22P6IM0004001÷10).

Per quanto concerne la classificazione, in relazione alla varietà dell'uso del suolo presente vi è una diversificazione delle aree e quindi dei limiti acustici previsti. Dall'analisi del piano in questione emerge che il territorio interessato dalla linea di progetto, al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria è per lo più classificato come zone di classe II e III.

## **2.3 Caratterizzazione ante operam**

### **2.3.1 Descrizione dei ricettori**

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova coppia di binari tra la Stazione di Tortona e Voghera, in affiancamento a quella esistente, per un'estesa di circa 16 km.

Il perimetro dell'intervento riguarda la tratta Tortona (esclusa) – Voghera (esclusa). Gli interventi previsti negli impianti di Tortona e Voghera sono minimali e atti ad accogliere i nuovi binari di quadruplicamento, mentre a Pontecurone è previsto l'adeguamento della fermata, per l'inserimento dei due nuovi binari.

L'intervento interessa tre aree densamente abitate:

- La zona in uscita dalla stazione di Tortona, che attraversa prima una area residenziale e successivamente in Località Villoria una area commerciale/artigianale a sud est della linea
- L'intero abitato di Pontecurone, situato prevalentemente a sud est della linea
- La zona in entrata verso la stazione di Voghera, dove a sud est si trovano numerosi edifici prevalentemente residenziali mentre a nord ovest sono presenti anche servizi ferroviari e fabbricati artigianali

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 22 di 90

### 2.3.2 *Il censimento dei ricettori*

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori.

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a ca. 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati IQ0101R22P6IM0004001÷10).

Nelle planimetrie di censimento summenzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

#### Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Commerciale e Servizi;
- Industriale e Artigianale;
- Monumentale/religioso;
- Asili, Scuole, Università
- Ruederi, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS
- Espropri/demolizioni

#### Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

Sono state altresì indicate le facciate cieche (assenza di infissi) dei ricettori.

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b></p> <p><b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b></p> <p><b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
	<p><b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b></p> <p><b>Relazione Generale</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>IQ01</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>01</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>R22 RG</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>IM0004 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>

Le schede sono riportate nel documento IQ0101R22SHIM0004001.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

#### A) *Dati generali*

- Codice ricettore individuato da un codice XX - Y - ZZZZ dove

XX è un codice che identifica il Comune

- TO : Tortona (AL)
- PO: Pontecurone (AL)
- VO: Voghera (PV)

Y è un codice che identifica la posizione del ricettore rispetto al binario

E lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto

O lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

- Comune
- Toponimo
- Destinazione d'uso del ricettore

#### C) *Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

- Numero dei piani
- orientamento
- Destinazione d'uso del ricettore
- Stato conservazione
- Tipologia strutturale

#### D) *Caratterizzazione degli infissi*

- Tipologia infissi
- Stato conservazione degli infissi
- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

#### E) *Descrizione del contesto*

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 24 di 90

- Caratteristiche dell'area che si frappone tra il ricettore e la ferrovia
- Classificazione acustica comunale della zona in cui ricade il ricettore
- Fascia di pertinenza acustica in cui ricade il ricettore

#### G) Note

#### 2.3.3 Stima dei livelli acustici ante operam

Al fine di caratterizzare il clima acustico prima della realizzazione del progetto in esame, sono state incluse nella campagna di rilievi fonometrici delle misure supplementari, atte a fornire una rappresentazione del clima acustico ante operam del territorio. L'ubicazione di tali punti di misura è riportata nelle Planimetria di Censimento dei Ricettori (Elab. IQ0101R22P6IM0004001÷10) ed è stata scelta in modo da individuare zone omogenee dal punto di vista acustico e rappresentative delle classi acustiche di appartenenza.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici per l'ubicazione dei punti di misura e tabella riepilogativa dei valori emersi dai rilievi fonometrici:



Punto di misura M1 - Strada Vicinale S. Sisto, 1 – Tortona (AL)





Punto di misura M2 - Via Cesare Saccaggi, 2/3 – Tortona (AL)



Punto di misura M3 - Via Torino, 5 – Pontecurone (AL)



Punto di misura M4 - Via Maggian, 20 – Voghera (PV)

Punto di misura	Fascia ferroviaria Attuale	Classe acustica	Leq Treni		Leq Ambientale		Leq Residuo	
			Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
<b>M1</b>	Fascia A	Classe II	69.1	68.5	69.2	68.6	52.8	52.2
<b>M2</b>	Fascia A	Classe III	-	-	61.1	-	-	-
<b>M3</b>	Fascia A	Classe IV	72.0	71.1	72.4	71.2	61.8	54.8
<b>M4</b>	Fascia A	Classe III	Non rilevabile	Non rilevabile	56.5	56.2	-	-

Per maggiori dettagli sulle grandezze acustiche rilevate durante i rilievi fonometrici si rimanda all'elaborato Report Indagini Acustiche (cod IQ0101R22RHIM0004001).

## 2.4 Gli impatti con la realizzazione delle opere in progetto

### 2.4.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 27 di 90

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi". Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

### 2.4.2 Dati di input del modello

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;
4. emissioni acustiche dei singoli convogli.

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2 (morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura) sono stati derivati da cartografia vettoriale e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori.

Lo standard di calcolo utilizzato è quello delle Deutsche Bundesbahn sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo adottati sono i seguenti:

Ordine di riflessione	2	Ponderazione	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza consentita (dB)	0,1		
Tolleranza consentita valida per..	risultato complessivo		

Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:

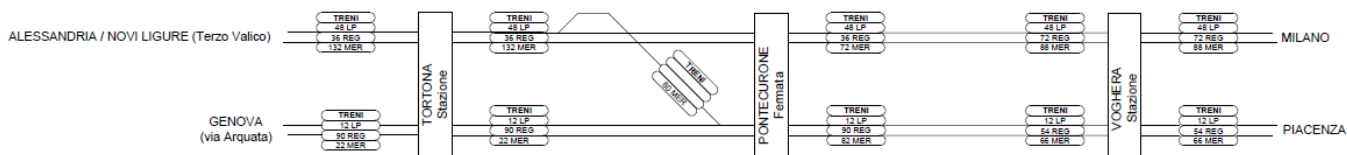
- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali
- Bordi del rilevato ferroviario
- Sommità e base di rilevati e trincee

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

**Modello di esercizio**

Nello scenario di riferimento a regime, utilizzato per la valutazione di impatto acustico, è previsto il seguente modello di esercizio:

MODELLO DI ESERCIZIO - SCENARIO A REGIME



Per quanto riguarda la suddivisione per periodo di riferimento, sono previsti i seguenti volumi di traffico:

Linea Terzo Valico/Alessandria-Milano							
	Lunga Percorrenza		Regionale		Merci		Treni Totali
	Pari	Dispari	Pari	Dispari	Pari	Dispari	
6:00-22:00	22	22	16	16	23	23	122
22:00-6:00	2	2	2	2	13	13	34
Linea Arquata-Piacenza							
	Lunga Percorrenza		Regionale		Merci		Treni Totali
	Pari	Dispari	Pari	Dispari	Pari	Dispari	
6:00-22:00	6	6	40	40	25	25	142
22:00-6:00	0	0	5	5	16	16	42

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 30 di 90

Mentre dei 60 treni merci previsti sullo scavalco, 38 transiteranno in periodo di riferimento diurno e 22 in periodo di riferimento notturno.

Le lunghezze dei convogli sono state considerate mediamente pari a 250 metri per i treni regionali 400 metri per i treni a lunga percorrenza e 500 metri per i treni merci.

Per quanto riguarda le velocità di esercizio, le valutazioni acustiche sono state eseguite per la massima velocità di esercizio, pari a 160 km/h per i treni regionali, 200 km/h per i treni a lunga percorrenza e 100 km/h per i treni merci; sono state previste riduzioni di velocità in avvicinamento alle stazioni, coerentemente con quanto indicato dal fascicolo di linea.

### **Taratura del modello di simulazione**

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente ed associandoli alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS. Confrontando i valori ottenuti dalla simulazione con quelli rilevati si è proceduto alla taratura del modello di simulazione SoundPLAN.

Per i dettagli della campagna di misura si rimanda all'apposito elaborato "Report Indagini Acustiche", nel quale sono riportati anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 24 ore della misura.

Tale campagna ha permesso la taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione di 2 "Punto Sorgente" PS posti in prossimità dei binari di corsa e di 4 "Punti Ricettore" PR posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze differenti dall'infrastruttura ferroviaria.

Per ogni tipologia di convoglio (Regionali, Lunga Percorrenza, Merci) sono state utilizzate i dati di emissione acustica presenti nel database RFI, descritti al paragrafo seguente.

In corrispondenza di ogni postazione di misura sono stati quindi considerati SEL dei treni in transito nel periodo di misura, suddivisi per categoria merceologica e normalizzati in funzione della velocità e della effettiva lunghezza. Una volta ottenuta la somma energetica dei singoli SEL questa è stata riportata sul periodo di riferimento diurno/notturno e fornita in input al modello di simulazione acustica.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui si evidenziano i risultati dell'operazione di taratura del software con i dati rilevati durante le misure fonometriche:

Sezione di Misura	punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
SEZIONE 01	PS01	75.8	74.4	73.6	72.2	2.2	2.2
	PR01A	59.6	58.4	57.9	61.4	1.7	-3.0
	PR01B	61.2	60.1	58.7	57.8	2.5	2.3
	<i>media degli scarti sui punti PR</i>					<b>2.1</b>	<b>-0.3</b>
SEZIONE 02	PS2	78.5	77.3	77.2	76.1	1.3	1.2
	PR2A	69	67.9	67.7	66.1	1.3	1.8
	PR2B	62.6	61.4	60.7	59.3	1.9	2.1
	<i>media degli scarti sui punti PR</i>					<b>1.6</b>	<b>2.0</b>

In corrispondenza dei punti di controllo posizionati in corrispondenza di ricettori acustici (PR), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati, con una sovrastima generalizzata che può essere considerata come margine in favore di sicurezza per i ricettori. La differenza di -3 dB rilevata presso il punto di controllo PR01A non è da considerarsi una sottostima del modello, quanto piuttosto una anomalia della misura, che contrariamente a quanto riscontrato in tutti gli altri punti presenta valori notturni superiori ai valori diurni, presumibilmente per attività agricole o antropiche non identificate svolte nei pressi del punto di misura).

### Emissioni dei rotabili

Le simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie, utilizzando come dati di input per le emissioni i seguenti valori, già adottati da RFI per i piani di bonifica acustica su tutto il territorio nazionale:

Classi Acustiche	L <sub>AeqTr</sub>	63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Aln 668	42.3	10.3	16.5	25.8	37.1	38.2	34.2	30.1	18.6
DIR/IR	46.7	13.5	19.6	31.2	36.8	40.8	43.1	36.9	26.5
E/EN	49.1	15.1	26.3	38.1	43.0	43.3	43.2	40.2	28.6
ETR450/460/480	41.3	7.9	12.9	20.7	25.3	30.1	39.3	34.3	21.9
ETR500	43.0	9.4	14.2	24.1	29.9	34.2	40.9	34.2	22.2
IC	47.3	12.9	18.2	28.1	33.4	40.1	44.9	38.0	26.5
REG	44.7	13.3	20.0	30.3	36.0	38.7	40.3	35.7	25.9
REG-MET	39.3	6.3	15.6	26.5	31.7	34.3	33.4	30.3	21.7

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Classi Acustiche	L <sub>AeqTr</sub>	63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
MERCI	54.9	17.7	29.5	40.1	47.9	50.1	48.7	44.3	32.2

Tabella 3 - Sommario L<sub>AeqTr</sub> diurno a 25 m dal binario normalizzati a 100 Km/h fonte RFI – Livelli in dB

La documentazione di progetto evidenzia come la linea in progetto risponda alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (regolamenti UE - sottosistema “Infrastruttura”, “Sicurezza nelle gallerie” e “Controllo-comando e Segnalamento”).

Pertanto, per caratterizzare le emissioni dei convogli transitanti si è potuto far riferimento ai “valori limite relativi al rumore in transito”, così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”, di seguito riportata.

Categoria del sottosistema materiale rotabile	L <sub>pAeq,TP</sub> (80 km/h) [dB]	L <sub>pAeq,TP</sub> (250 km/h) [dB]
Locomotive elettriche e OTM a trazione elettrica	84	99
Locomotive diesel e OTM a trazione diesel	85	n.d.
EMU	80	95
DMU	81	96
Carrozze	79	n.d.
Carri (normalizzati APL = 0,225) (*)	83	n.d.

(\*) Per APL si intende il numero di assili diviso per la distanza tra i respingenti [m<sup>-1</sup>]

Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”

Il software SoundPLAN, del quale Italferr si avvale per effettuare le simulazioni acustiche per modellizzare una sorgente ferroviaria impone l’input di fattori quali la distanza dal binario alla quale si ottiene un determinato livello sonoro e la velocità con la quale il treno transita lungo il binario stesso.

I valori della Tabella STI sono riferiti a singoli passaggi di unità, alle velocità di 80 km/h e, dove disponibili, di 250 km/h e sono relativi al tempo di transito, definito dalla ISO/FDIS 3095:2013 (E).



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.

In via cautelativa le emissioni STI sono state associate solo all'80% dei treni merci futuri, mentre per il restante 20% e per gli altri treni passeggeri le emissioni sono rimaste invariate rispetto allo stato attuale.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni merci di progetto con emissioni STI.

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Merci	92,7	45,1

## 2.5 Considerazione sui livelli di pressione sonora post operam, ante mitigazione

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto.

Da un primo esame si nota che l'impatto acustico dell'opera in progetto è significativo in particolar modo in corrispondenza dei centri abitati di Tortona, Pontecurone e Voghera.

Le valutazioni previsionali evidenziano pertanto la necessità di prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere generalmente dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo di riferimento notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche (Doc. IQ0101R22N5IM0004001+06), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato "Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione" (cod. IQ0101R22TTIM0004001). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 34 di 90

## 2.6 Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive su metodi di contenimento dell'inquinamento acustico alternativi alle barriere antirumore, sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

### 2.6.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario

Finanziato dall'Unione Europea con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) del periodo 2007-2013, il progetto mitiga.rumore "Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario" che prevedeva l'applicazione di un sistema di smorzatori di vibrazioni lungo la rotaia ed un sistema lubrificante del bordo della rotaia nei tratti curvilinei lungo la linea ferroviaria ai fini della mitigazione del rumore ferroviario, è stato sperimentato dalla Provincia di Bolzano in collaborazione con Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RFI ha permesso alla Provincia il montaggio in via sperimentale di questi due sistemi sulla linea del Brennero in due località distinte:

- in un tratto rettilineo tra i comuni di Bronzolo e di Ora sono installati due tipi diversi di smorzatori di vibrazioni rispettivamente della Schrey & Veit Srl (Link esterno) di Sprendlingen (DE) e della TATA (Link esterno) commercializzati da UUDEN BV (Link esterno) di Arnhem (NL).



Ammortizzatori Schrey & Veit (Foto: Schrey & Veit, 2012)



Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

- in un tratto in curva nel territorio comunale di Laion, adiacente all'abitato di Chiusa è installato un impianto di lubrificazione delle rotaie della P.A.L. Italia di Novate Milanese (IT), lubrificanti della ditta Lincoln.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA <b>IQ01</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>R22 RG</b>	DOCUMENTO <b>IM0004 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>35 di 90</b>



Lubrificatore P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)



Impianto lubrificazione P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

I lubrificatori installati nell’ambito del centro abitato di Chiusa, hanno contribuito ad attenuare il rumore di circa 1,5 dB. Oltre alla riduzione del rumore, con l’impiego dei lubrificatori si spera di limitare la formazione del corrugamento per logorio della superficie delle rotaie.

I due tipi di ammortizzatori sono stati invece testati tra i Comuni di Bronzolo e di Ora su un tratto di binario rettilineo di 300m circa, che fosse il più omogeneo possibile e che non presentasse irregolarità. Nel dettaglio, la riduzione media del livello sonoro per i treni merci è stata leggermente inferiore ad 1 dB mentre quella per i treni passeggeri supera 1 dB.

La riduzione del rumore ottenuta con i due sistemi è mediamente di 1 dB, e come riportato nelle conclusioni da parte della Provincia di Bolzano, nonostante il risultato positivo, la lieve riduzione del rumore ottenuta dalla sperimentazione non è chiaramente percepibile all’orecchio umano.

Viene ritenuto pertanto che entrambi i sistemi non costituiscano uno strumento di risanamento efficace per il nostro territorio e che non siano adeguati alla struttura dei binari utilizzati oltre che non sempre realizzabili.

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web: <http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

## 2.6.2 *Requisiti acustici delle barriere antirumore*

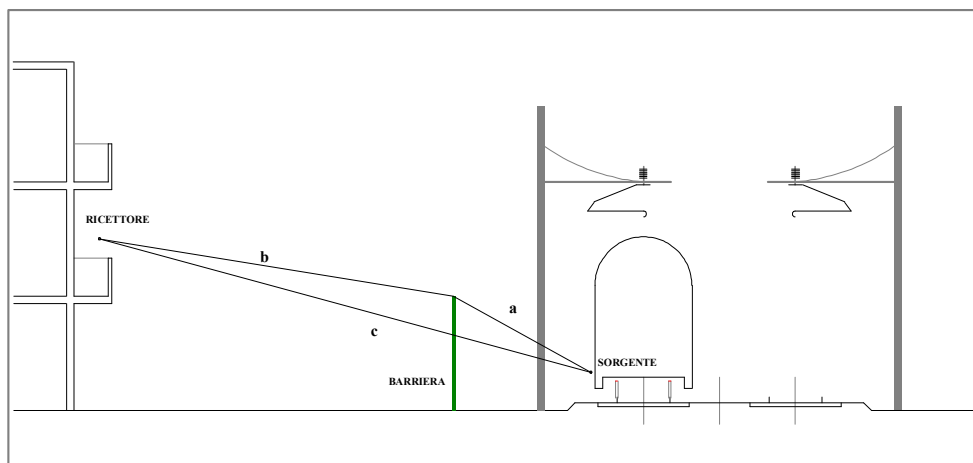
La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.
7. l'onda assorbita.

Per quanto riguarda i punti 1, 2, 3, e 6 risulta di importanza fondamentale il dimensionamento delle barriere in altezza lunghezza e posizione.

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate in particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto ( $\delta$ ):

$\delta = a+b-c$  = differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)



In particolare, devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quota di rumore che passa attraverso la barriera sia di almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti dei convogli (effetto tunnel).

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto consigliabile nel caso ferroviario al fine di evitare una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e la barriera stessa.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti  $\alpha$  relativi alla Classe Ia del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Frequenza	$\alpha$
125	0,30

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

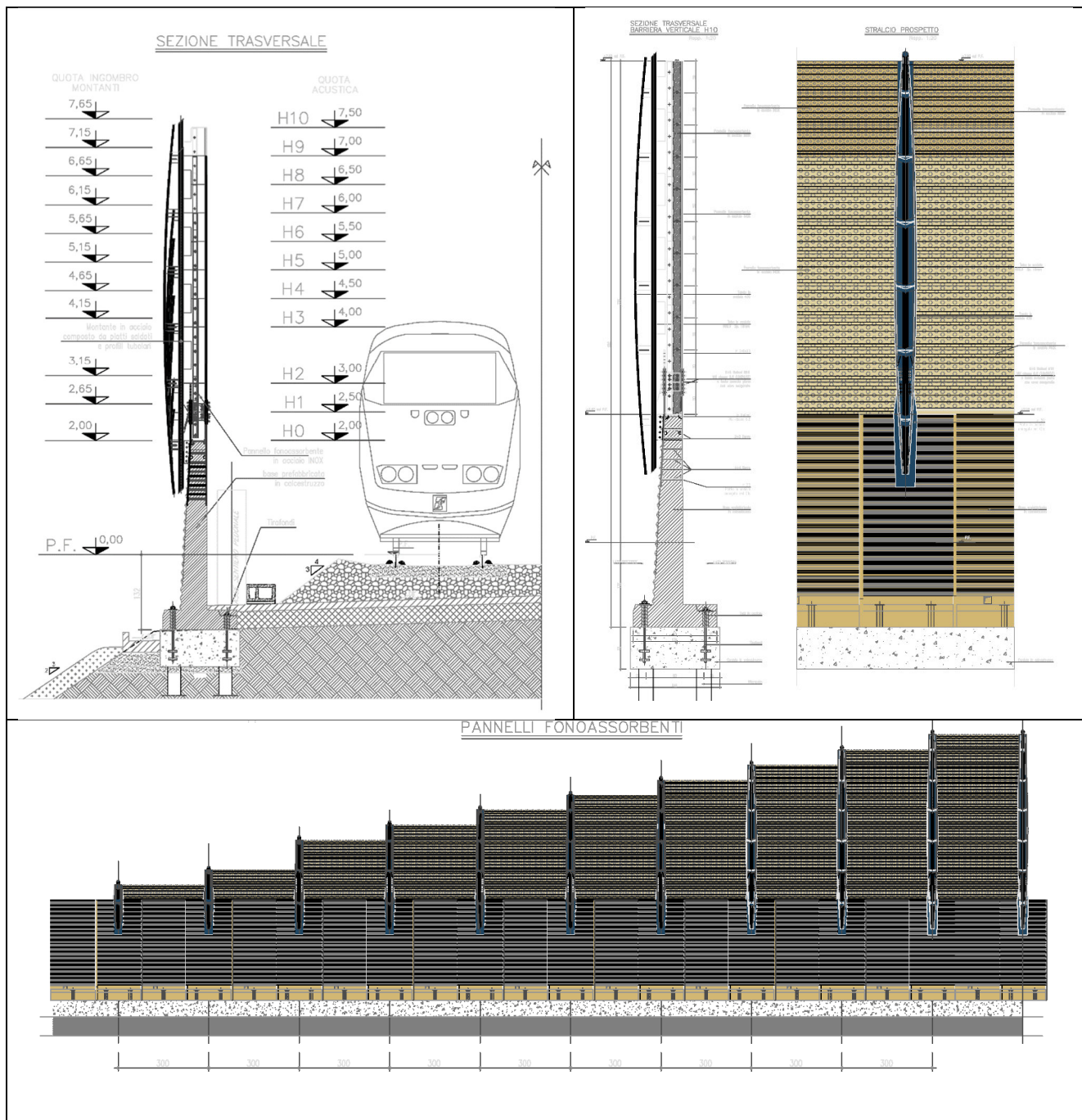
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

### 2.6.3 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato. In relazione agli interventi previsti, nelle successive fasi di progettazione andrà verificato l'esatto posizionamento della barriera antirumore rispetto a quanto ipotizzato in questa prima fase.

La barriera Standard RFI è nello specifico composta da un basamento in calcestruzzo fino a 2 m sul p.f. per un'altezza complessiva di 2,80 m, sormontato da una pannellatura leggera fino all'altezza di barriera indicata dal dimensionamento acustico.





I tipologie previsti sono codificati con le sigle progressive da H0 (corrispondente alla altezza di 2,0 m sul piano del ferro) ad H10 (corrispondente alla altezza di 7,5 m sul piano del ferro).

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

#### 2.6.4 *Gli interventi sugli edifici*

Per ricondurre, ove necessario, all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti.

Nel caso di interventi sull'edificio per garantire un miglior livello di comfort, si prospettano quindi le possibilità di seguito elencate in ordine crescente di efficacia:

##### a) *Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti*

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si vuole ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistenti siano di buona qualità e tenuta.

##### b) *Sostituzione delle finestre*

Questa soluzione può essere adottata quando si desidera avere un isolamento fra 33 e 39 dB. A seconda delle prestazioni richieste è possibile:

- i. installare la nuova finestra con conservazione del vecchio telaio, interponendo idonee guarnizioni, quando si vuole ottenere un isolamento fino ad un massimo di 35 dB;
- ii. installare una nuova finestra di elevate prestazioni acustiche con sostituzione del vecchio telaio, quando si vuole ottenere un isolamento di 36-39 dB.

Per ottenere isolamenti superiori a 37 dB è necessario in ogni caso prendere particolari precauzioni riguardo ai giunti di facciata (nel caso di pannelli prefabbricati di grosse dimensioni), alle prese d'aria (aspiratori, ecc.), ai cassonetti per gli avvolgibili, ecc.

##### c) *Realizzazione di doppie finestre*

Questa soluzione è impiegata nei casi in cui è necessario ottenere un isolamento di facciata compreso tra 39 e 45 dB. Generalmente l'intervento viene attuato non modificando le finestre esistenti, ed aggiungendo sul lato esterno degli infissi antirumore scorrevoli (in alluminio o PVC).

Essendo la normativa UNI 8204 ritirata ma non sostituita è stata presa come riferimento per la classificazione degli infissi e per le caratteristiche fonoisolanti di essi. Vi sono stabilite tre classi R1, R2



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include la soluzione in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

---

CLASSE R1 -  $20 \leq RW \leq 27$  dB(A)

---

- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
- 

CLASSE R2 -  $27 \leq RW \leq 35$  dB(A)

---

- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali.
  - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm.
  - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
- 

CLASSE R3 -  $RW > 35$  dB(A)

---

- Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni addizionali.
  - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.
- 

L'adozione di infissi antirumore può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che dovranno garantire il ricambio di aria necessario.

## 2.7 Le opere di mitigazione acustica ed i livelli acustici post mitigazione

Il dimensionamento degli interventi di mitigazione è stato finalizzato all'abbattimento dei livelli acustici prodotti nel periodo notturno in virtù dei superamenti maggiori, dovuti ai limiti di norma più restrittivi; nel caso degli edifici scolastici si è tenuto conto del limite diurno.

La scelta progettuale per le mitigazioni acustiche dei ricettori ricadenti all'interno dell'ambito dello studio acustico lungo tutta la tratta ferroviaria è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura: a tal fine sono stati previsti schermi acustici lungo linea per tutti i ricettori impattati all'interno della fascia di pertinenza acustica ferroviaria che hanno permesso di riportare entro i limiti di norma buona parte dei ricettori residenziali che presentano superamenti ante mitigazioni.

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi dei limiti del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni di Tortona, Viguzzolo, Caselnovo Scrivia, Pontecurone e Voghera interessati non si riscontrano eccedenze dei limiti interni.

Complessivamente è stata prevista la messa in opera di 17'783 metri di barriere antirumore, con l'utilizzo di moduli da +2,00m su p.f. fino a +7,5m su p.f..

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle barriere acustiche sopra menzionate e di seguito elencate.

<b>BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA ALESSANDRIA - PIACENZA</b>							
<b>Codice Barriera</b>	<b>Lato</b>	<b>Linea</b>	<b>Modalità realizzazione</b>	<b>Altezza da p.f.</b>	<b>Km inizio</b>	<b>Km fine</b>	<b>Lunghezza m</b>
BA_E_01a	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+088	Km 22+181	93
BA_E_01b	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+161	Km 22+253	92
BA_E_01c	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+233	Km 22+584	356
BA_E_02	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+597	Km 22+815	218
BA_E_03	Pari	Alessandria - Piacenza	H4	4,5	Km 22+815	Km 22+825	10



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA**

**QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	43 di 90

**BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA ALESSANDRIA - PIACENZA**

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	Km fine	Lunghezza m
BA_E_04	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 22+825	Km 23+201	376
BA_E_05	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 23+214	Km 23+433	219
BA_E_06	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 23+433	Km 23+504	71
BA_E_07	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 23+504	Km 23+560	56
BA_E_08	Pari	Alessandria - Piacenza	H9	7,0	Km 23+560	Km 23+668	108
BA_E_09	Pari	Alessandria - Piacenza	H2	3,0	Km 23+668	Km 23+732	64
BA_E_10	Pari	Alessandria - Piacenza	H0	2,0	Km 23+732	Km 24+303	571
BA_E_11	Pari	Alessandria - Piacenza	H2	3,0	Km 24+303	Km 24+345	42
BA_E_12	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 24+345	Km 24+653	308
BA_E_13	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 25+452	Km 25+806	354
BA_E_14	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 25+815	Km 26+166	351
BA_E_15	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 26+187	Km 26+369	182
BA_E_16	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 26+462	Km 27+178	716
BA_E_17	Pari	Alessandria - Piacenza	H6	5,5	Km 27+809	Km 28+455	646
BA_E_18	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 28+862	Km 29+057	195
BA_E_19	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 29+511	Km 29+577	68
BA_E_20	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 29+587	Km 30+003	416
BA_E_21	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 30+003	Km 30+626	623
BA_E_22	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 30+717	Km 31+052	341
BA_E_23	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 31+052	Km 31+075	23
BA_E_24	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 33+584	Km 33+761	177
BA_E_25	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 33+761	Km 34+126	365
BA_E_26	Pari	Alessandria - Piacenza	H3	4,0	Km 34+126	Km 34+371	245
BA_E_27	Pari	Alessandria - Piacenza	H9	7,0	Km 34+371	Km 34+521	150
BA_E_28	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 34+521	Km 34+677	157
BA_E_29	Pari	Alessandria - Piacenza	H7	6,0	Km 34+691	Km 34+797	106
BA_E_30	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 34+797	Km 34+972	175
BA_E_31	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 35+348	Km 35+894	546
BA_E_32	Pari	Alessandria - Piacenza	H8	6,5	Km 35+913	Km 36+096	183
BA_E_33	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 36+096	Km 36+824	728
BA_E_34	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 36+845	Km 36+976	131
BA_E_35	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 36+976	Km 37+041	65
BA_E_36	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+041	Km 37+141	100
BA_E_37	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 37+141	Km 37+336	195

**BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA ALESSANDRIA - PIACENZA**

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	Km fine	Lunghezza m
BA_E_38	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+336	Km 37+401	65
BA_E_39	Pari	Alessandria - Piacenza	H6	5,5	Km 37+401	Km 37+514	113
BA_E_40	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+514	Km 37+862	348
BA_E_41	Pari	Alessandria - Piacenza	H10	7,5	Km 37+877	Km 37+941	64
BA_E_42	Pari	Alessandria - Piacenza	H5	5,0	Km 38+041	Km 38+070	29

**BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA MILANO - GENOVA**

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza
BA_O_01	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 54+981	Km 55+433	465
BA_O_02	Dispari	Milano-Genova	H8	6,5	Km 55+433	Km 55+456	23
BA_O_03	Dispari	Milano-Genova	H7	6,0	Km 55+456	Km 55+484	28
BA_O_04	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 55+484	Km 55+520	36
BA_O_05	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 55+520	Km 55+534	14
BA_O_06	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 55+548	Km 55+600	52
BA_O_07	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 55+600	Km 55+646	46
BA_O_08	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 55+646	Km 55+776	130
BA_O_09	Dispari	Milano-Genova	H4	4,5	Km 55+776	Km 55+784	8
BA_O_10	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 55+784	Km 56+024	240
BA_O_11	Dispari	Milano-Genova	H3	4,0	Km 56+583	Km 56+787	204
BA_O_12	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 58+150	Km 58+308	158
BA_O_13	Pari	Milano-Genova	H3	4,0	Km 58+480	Km 59+316	836
BA_O_14	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 60+873	Km 61+127	254
BA_O_15	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 61+378	Km 61+603	225
BA_O_16	Dispari	Milano-Genova	H7	6,0	Km 61+673	Km 61+808	135
BA_O_17	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 61+808	Km 62+004	196
BA_O_18	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 62+527	Km 62+537	10
BA_O_19	Dispari	Milano-Genova	H9	7,0	Km 62+537	Km 62+641	104
BA_O_20	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 63+211	Km 63+404	193
BA_O_21	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 63+404	Km 64+008	604
BA_O_22	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 65+549	Km 65+839	290
BA_O_23	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 67+180	Km 67+576	396
BA_O_24	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 67+669	Km 68+163	494

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

BARRIERE ANTIRUMORE SU LINEA MILANO - GENOVA							
Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza
BA_O_25	Dispari	Milano-Genova	H6	5,5	Km 68+163	Km 68+358	195
BA_O_26	Dispari	Milano-Genova	H4	4,5	Km 68+358	Km 68+653	295
BA_O_27	Dispari	Milano-Genova	H9	7,0	Km 68+653	Km 68+855	202
BA_O_28	Dispari	Milano-Genova	H2	3,0	Km 68+868	Km 69+108	240
BA_O_29	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 69+402	Km 69+525	123
BA_O_30	Dispari	Milano-Genova	H6	5,5	Km 69+525	Km 69+668	143
BA_O_31	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 69+668	Km 69+771	103
BA_O_32	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 69+789	Km 69+857	68
BA_O_33	Dispari	Milano-Genova	H5	5,0	Km 69+857	Km 69+935	78
BA_O_34	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 70+224	Km 70+790	593
BA_O_35	Dispari	Milano-Genova	H10	7,5	Km 70+882	Km 71+033	161

Si evidenzia che nel caso in cui la realizzazione delle barriere antirumore è prevista in corrispondenza di muri di recinzione o muri di sostegno i montanti e la pannellatura verranno posati sulla testa dell'opera nei tratti coincidenti, con un'elevazione in altezza tale da rispettare la quota acustica indicata in tabella riferita sempre al piano ferro.

Gli interventi di mitigazione acustica sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella Planimetria di Localizzazione degli Interventi di Mitigazione Acustica (codifica elaborati IQ0101R22P6IM0004011÷20) e nelle Mappe Acustiche Post Mitigazione Diurne e Notturne (Elab. IQ0101R22N5IM0004007÷12).

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva. Per il dettaglio del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (elaborato "Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione" IQ0101R22TTIM0004001), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori di esercizio prodotti dall'infrastruttura di progetto in esame in corrispondenza dei ricettori protetti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

da barriera antirumore. Tuttavia persistono alcuni esuberi rispetto ai limiti di zona, che verranno mitigati mediante interventi diretti sui ricettori.

Nei seguenti casi, per motivi tecnici, non è stato possibile mantenere la continuità delle barriere antirumore:

- 1) VI01 – Ponte esistente su via Baxilio: L'opera esistente in oggetto non risulta idonea alla posa in opera di barriere antirumore. Per la peculiarità dell'opera esistente, si esclude la possibilità di realizzare una struttura porta barriere indipendente che potrebbe richiedere l'adozione di una luce non contenuta con ripercussioni sul franco stradale sulla viabilità sottostante già attualmente inferiore al valore indicato dalle NTC2018 per strade ordinarie. A questo si aggiunge la presenza di numerosi sottoservizi interferenti tra cui un gasdotto di media pressione.
- 2) VI05 – ponte su via Marcazolo e VI08 – ponte su via Piccagallo: La barriera antirumore viene interrotta in corrispondenza del manufatto esistente, in quanto l'opera non è predisposta per l'installazione di barriere antirumore. La realizzazione di una trave portabarriera indipendente in affiancamento al sottovia potrebbe comportare la riduzione dell'attuale franco verticale sul piano stradale sottostante.
- 3) Ponte esistente sul Torrente Grue: L'opera esistente in oggetto non risulta idonea alla posa in opera di barriere antirumore. Si esclude la possibilità di realizzare una struttura porta barriere indipendente anche in ragione del livello di pericolosità ed insufficienza idraulica che l'opera attualmente presenta, come argomentato nei documenti specialistici dedicati.
- 4) Cavalcaferrovia Tangenziale di Voghera: La posa della barriera antirumore al di sotto dell'impalcato del cavalcaferrovia non è possibile in quanto le fondazioni profonde dei basamenti delle barriere interferirebbero con la sagoma del plinto della pila esistente; la barriera, inoltre, risulterebbe interferente con la struttura da realizzare per la protezione della pila dall'urto di un treno in svio.
- 5) VI12 – ponte su via Cignoli: La barriera antirumore viene interrotta sia lato manufatto esistente che lato nuova opera di attraversamento (ponte a vaschette in acciaio), in quanto i due manufatti non sono idonei all'installazione di barriere antirumore. In considerazione delle luci in gioco, la realizzazione di travi portabarriera indipendenti in affiancamento alle due strutture comporterebbe la riduzione dell'attuale franco verticale sul piano stradale sottostante.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

6) VI13 - sottopasso Corso XXVII Marzo - via Lomellina e Sottopasso via Carducci: La barriera antirumore viene interrotta perché la struttura del manufatto esistente non è idonea all'installazione di barriere antirumore. In considerazione della luce in gioco, la realizzazione di una trave portabarriera indipendente in affiancamento all'opera comporterebbe la riduzione dell'attuale franco verticale sul piano stradale sottostante. Il sottopasso in essere, inoltre, appare avere una valenza estetica su cui avrebbero un forte impatto negativo la trave portabarriera e le relative strutture di supporto.

### 2.7.1 Interventi diretti

Come anticipato nel paragrafo precedente, le barriere antirumore dimensionate lungo la linea non risultano sufficienti a mitigare completamente gli esuberanti sui ricettori interferiti; di conseguenza, saranno dimensionati gli interventi diretti riportati nella tabella seguente, che riguardano 155 ricettori per un totale di 320 piani.

Si osservi che, avendo verificato in numerosi studi analoghi che anche gli infissi più scadenti consentono di ottenere un livello di pressione sonora interno all'edificio inferiore di almeno 20 dB rispetto al livello di pressione sonora misurato in facciata, non tutti i ricettori per cui sono stati stimati interventi diretti necessiteranno della sostituzione degli infissi.

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
PO-E-018	Residenziale	1	B	Pontecurone	III	56,1	-
PO-E-018	Residenziale	2	B	Pontecurone	III	56,6	-
PO-E-060	Residenziale	1	B	Pontecurone	III	56,5	-
PO-E-060	Residenziale	2	B	Pontecurone	III	57,1	-
PO-E-060	Residenziale	3	B	Pontecurone	III	57,9	-
PO-E-217	Residenziale	3	A	Pontecurone	IV	64,0	SI
PO-E-354	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	65,5	SI
PO-E-354	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	67,3	SI
PO-E-354	Residenziale	3	A	Pontecurone	III	68,5	SI
PO-E-377	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	62,5	SI
PO-E-377	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	63,7	SI
PO-E-408	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	60,9	SI
PO-E-408	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	61,7	SI
PO-E-408	Residenziale	3	A	Pontecurone	III	62,4	SI

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
PO-E-408	Residenziale	4	A	Pontecurone	III	62,6	SI
PO-E-408	Residenziale	5	A	Pontecurone	III	62,8	SI
PO-E-408	Residenziale	6	A	Pontecurone	III	63,3	SI
PO-E-419	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	63,4	SI
PO-E-419	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	64,2	SI
PO-E-433	Residenziale	2	B	Pontecurone	III	56,6	-
PO-E-433	Residenziale	3	B	Pontecurone	III	57,8	-
PO-E-437	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	61,6	SI
PO-E-437	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	62,9	SI
PO-E-438	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	60,6	SI
PO-E-438	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	61,6	SI
PO-E-438	Residenziale	3	A	Pontecurone	III	62,6	SI
PO-E-450	Residenziale	1	A	Pontecurone	III	60,6	SI
PO-E-450	Residenziale	2	A	Pontecurone	III	61,4	SI
PO-E-456	Residenziale	3	A	Pontecurone	III	61,2	SI
PO-E-457	Residenziale	2	B	Pontecurone	II	55,9	-
PO-E-462	Residenziale	3	B	Pontecurone	II	56,5	-
PO-E-468	Residenziale	1	B	Pontecurone	III	57,2	-
PO-E-468	Residenziale	2	B	Pontecurone	III	58,7	-
PO-E-480	Scuola	1	B	Pontecurone	I	52,9	-
PO-E-480	Scuola	2	B	Pontecurone	I	54,4	-
PO-E-480	Scuola	3	B	Pontecurone	I	55,0	-
PO-E-481	Scuola	1	B	Pontecurone	I	54,7	-
PO-E-481	Scuola	2	B	Pontecurone	I	56,5	-
PO-E-481	Scuola	3	B	Pontecurone	I	57,7	-
PO-E-483	Residenziale	2	B	Pontecurone	II	55,3	-
PO-E-483	Residenziale	3	B	Pontecurone	II	57,5	-
PO-E-486	Residenziale	1	B	Pontecurone	II	55,4	-
PO-E-486	Residenziale	2	B	Pontecurone	II	58,1	-
PO-E-504	Residenziale	2	B	Pontecurone	II	56,3	-
PO-E-535	Residenziale	3	B	Pontecurone	III	55,6	-
PO-E-550	Residenziale	3	B	Pontecurone	II	55,5	-
PO-E-720	Residenziale	1	B	Pontecurone	III	59,0	-
PO-E-720	Residenziale	2	B	Pontecurone	III	59,2	-
TO-E-295	Residenziale	2	B	Tortona	III	55,5	-
TO-E-295	Residenziale	3	B	Tortona	III	55,8	-
TO-E-295	Residenziale	4	B	Tortona	III	56,5	-



Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
TO-E-295	Residenziale	5	B	Tortona	III	57,0	-
TO-E-295	Residenziale	6	B	Tortona	III	57,4	-
TO-E-301	Residenziale	2	B	Tortona	III	56,1	-
TO-E-301	Residenziale	3	B	Tortona	III	56,5	-
TO-E-301	Residenziale	4	B	Tortona	III	56,9	-
TO-E-305	Residenziale	2	B	Tortona	III	56,0	-
TO-E-305	Residenziale	3	B	Tortona	III	56,3	-
TO-E-305	Residenziale	4	B	Tortona	III	57,0	-
TO-E-305	Residenziale	5	B	Tortona	III	57,4	-
TO-E-305	Residenziale	6	B	Tortona	III	57,7	-
TO-E-305	Residenziale	7	B	Tortona	III	58,1	-
TO-E-305	Residenziale	8	B	Tortona	III	58,9	-
TO-E-305	Residenziale	9	B	Tortona	III	59,7	-
TO-E-315	Residenziale	2	B	Tortona	III	55,8	-
TO-E-332	Residenziale	2	B	Tortona	III	55,8	-
TO-E-332	Residenziale	3	B	Tortona	III	55,9	-
TO-E-358	Residenziale	9	B	Tortona	III	55,8	-
TO-E-370	Residenziale	8	B	Tortona	III	55,7	-
TO-E-492	Residenziale	1	A	Tortona	II	60,7	SI
TO-E-492	Residenziale	2	A	Tortona	II	63,8	SI
TO-E-492	Residenziale	3	A	Tortona	II	65,3	SI
TO-E-519	Residenziale	4	B	Tortona	II	55,4	-
TO-E-569	Residenziale	4	A	Tortona	II	63,5	SI
TO-E-569	Residenziale	5	A	Tortona	II	69,9	SI
TO-E-569	Residenziale	6	A	Tortona	II	72,6	SI
TO-E-633	Residenziale	4	A	Tortona	II	58,0	-
TO-E-633	Residenziale	5	A	Tortona	II	61,6	SI
TO-E-683	Residenziale	4	A	Tortona	II	57,6	-
TO-E-690	Residenziale	4	A	Tortona	II	57,7	-
TO-O-126	Residenziale	3	A	Tortona	IV	61,8	SI
TO-O-247	Residenziale	1	B	Tortona	III	56,4	-
TO-O-247	Residenziale	2	B	Tortona	III	56,7	-
TO-O-247	Residenziale	3	B	Tortona	III	57,1	-
TO-O-248	Residenziale	1	B	Tortona	III	55,3	-
TO-O-248	Residenziale	2	B	Tortona	III	56,6	-
TO-O-248	Residenziale	3	B	Tortona	III	57,6	-
TO-O-262	Residenziale	1	B	Tortona	III	57,7	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
TO-O-262	Residenziale	2	B	Tortona	III	58,5	-
TO-O-262	Residenziale	3	B	Tortona	III	58,8	-
TO-O-266	Residenziale	1	B	Tortona	III	59,3	-
TO-O-266	Residenziale	2	B	Tortona	III	59,4	-
TO-O-266	Residenziale	3	B	Tortona	III	59,5	-
VO-E-008	Residenziale	1	B	Voghera	III	52,9	-
VO-E-008	Residenziale	2	B	Voghera	III	54,7	-
VO-E-009	Residenziale	1	B	Voghera	III	54,5	-
VO-E-009	Residenziale	2	B	Voghera	III	55,9	-
VO-E-022	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,9	SI
VO-E-058	Residenziale	2	A	Voghera	IV	60,8	SI
VO-E-064	Residenziale	1	A	Voghera	IV	63,3	SI
VO-E-064	Residenziale	2	A	Voghera	IV	64,5	SI
VO-E-069	Residenziale	1	A	Voghera	IV	61,8	SI
VO-E-069	Residenziale	2	A	Voghera	IV	62,8	SI
VO-E-070	Residenziale	1	A	Voghera	IV	65,9	SI
VO-E-070	Residenziale	2	A	Voghera	IV	67,8	SI
VO-E-079	Residenziale	1	A	Voghera	IV	61,4	SI
VO-E-079	Residenziale	2	A	Voghera	IV	62,6	SI
VO-E-094	Residenziale	2	B	Voghera	III	57,3	-
VO-E-120	Residenziale	5	A	Voghera	IV	62,2	SI
VO-E-291	Scuola	1	A	Voghera	I	51,3	-
VO-E-295	Scuola	1	B	Voghera	I	51,5	-
VO-E-295	Scuola	2	B	Voghera	I	52,2	-
VO-E-304	Scuola	1	B	Voghera	I	50,4	-
VO-E-309	Scuola	1	B	Voghera	I	50,6	-
VO-E-324	Residenziale	4	A	Voghera	IV	57,9	-
VO-E-324	Residenziale	5	A	Voghera	IV	59,3	-
VO-E-326	Residenziale	3	A	Voghera	IV	59,7	-
VO-E-329	Residenziale	2	A	Voghera	IV	57,8	-
VO-E-329	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,1	SI
VO-E-342	Residenziale	3	A	Voghera	IV	58,4	-
VO-E-343	Residenziale	2	A	Voghera	IV	58,5	-
VO-E-351	Residenziale	1	A	Voghera	IV	63,2	SI
VO-E-351	Residenziale	2	A	Voghera	IV	66,1	SI
VO-E-363	Residenziale	1	A	Voghera	IV	58,3	-
VO-E-363	Residenziale	2	A	Voghera	IV	58,2	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-E-365	Residenziale	1	A	Voghera	IV	61,1	SI
VO-E-365	Residenziale	2	A	Voghera	IV	63,1	SI
VO-E-367	Residenziale	2	B	Voghera	III	52,5	-
VO-E-374	Residenziale	5	B	Voghera	III	52,7	-
VO-E-374	Residenziale	6	B	Voghera	III	53,4	-
VO-E-375	Residenziale	5	A	Voghera	IV	58,3	-
VO-E-377	Residenziale	3	A	Voghera	IV	58,7	-
VO-E-377	Residenziale	4	A	Voghera	IV	60,5	SI
VO-E-378	Residenziale	1	A	Voghera	IV	58,0	-
VO-E-378	Residenziale	2	A	Voghera	IV	59,6	-
VO-E-383	Residenziale	1	A	Voghera	IV	58,1	-
VO-E-383	Residenziale	2	A	Voghera	IV	59,5	-
VO-E-383	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,3	SI
VO-E-391	Residenziale	4	A	Voghera	IV	57,4	-
VO-E-391	Residenziale	5	A	Voghera	IV	59,1	-
VO-E-399	Residenziale	3	A	Voghera	IV	58,3	-
VO-E-399	Residenziale	4	A	Voghera	IV	59,9	-
VO-E-399	Residenziale	5	A	Voghera	IV	62,1	SI
VO-E-399	Residenziale	6	A	Voghera	IV	64,5	SI
VO-E-402	Residenziale	4	A	Voghera	IV	57,7	-
VO-E-420	Residenziale	6	B	Voghera	III	56,4	-
VO-E-640	Residenziale	3	A	Voghera	IV	61,5	SI
VO-E-701	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,3	SI
VO-E-701	Residenziale	4	A	Voghera	IV	64,2	SI
VO-E-701	Residenziale	5	A	Voghera	IV	69,2	SI
VO-E-701	Residenziale	6	A	Voghera	IV	70,9	SI
VO-E-714	Residenziale	4	A	Voghera	IV	62,3	SI
VO-E-724	Residenziale	4	A	Voghera	IV	66,7	SI
VO-E-724	Residenziale	5	A	Voghera	IV	72,5	SI
VO-E-724	Residenziale	6	A	Voghera	IV	73,3	SI
VO-E-735	Scuola	2	A	Voghera	I	51,4	-
VO-E-740	Scuola	1	A	Voghera	I	55,3	-
VO-E-743	Scuola	1	B	Voghera	I	52,0	-
VO-E-743	Scuola	2	B	Voghera	I	52,8	-
VO-E-743	Scuola	3	B	Voghera	I	53,7	-
VO-E-744	Scuola	1	B	Voghera	I	51,0	-
VO-E-744	Scuola	2	B	Voghera	I	52,1	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-E-746	Scuola	1	A	Voghera	I	58,6	-
VO-E-746	Scuola	2	A	Voghera	I	59,4	-
VO-E-746	Scuola	3	A	Voghera	I	60,3	-
VO-E-1018	Servizio sanitario	1	B	Voghera	IV	45,9	-
VO-E-1018	Servizio sanitario	2	B	Voghera	IV	47,3	-
VO-E-1018	Servizio sanitario	3	B	Voghera	IV	49,0	-
VO-E-1018	Servizio sanitario	4	B	Voghera	IV	50,2	-
VO-E-1023	Residenziale	1	A	Voghera	IV	65,3	SI
VO-E-1023	Residenziale	2	A	Voghera	IV	67,6	SI
VO-E-1023	Residenziale	3	A	Voghera	IV	67,8	SI
VO-E-1023	Residenziale	4	A	Voghera	IV	70,8	SI
VO-E-1023	Residenziale	5	A	Voghera	IV	73,2	SI
VO-E-1023	Residenziale	6	A	Voghera	IV	73,3	SI
VO-E-1023	Residenziale	7	A	Voghera	IV	73,0	SI
VO-E-1024	Servizio sanitario	1	B	Voghera	IV	45,0	-
VO-E-1024	Servizio sanitario	2	B	Voghera	IV	46,4	-
VO-E-1024	Servizio sanitario	3	B	Voghera	IV	47,5	-
VO-E-1024	Servizio sanitario	4	B	Voghera	IV	48,8	-
VO-E-1030	Residenziale	3	A	Voghera	IV	62,1	SI
VO-E-1030	Residenziale	4	A	Voghera	IV	63,3	SI
VO-E-1030	Residenziale	5	A	Voghera	IV	64,8	SI
VO-E-1035	Residenziale	2	A	Voghera	IV	63,4	SI
VO-E-1035	Residenziale	3	A	Voghera	IV	67,2	SI
VO-E-1035	Residenziale	4	A	Voghera	IV	70,4	SI
VO-E-1035	Residenziale	5	A	Voghera	IV	71,3	SI
VO-E-1035	Residenziale	6	A	Voghera	IV	71,4	SI
VO-E-1044	Residenziale	3	A	Voghera	IV	61,2	SI
VO-E-1049	Residenziale	2	A	Voghera	IV	60,5	SI
VO-E-1049	Residenziale	3	A	Voghera	IV	64,3	SI
VO-E-1049	Residenziale	4	A	Voghera	IV	65,4	SI
VO-E-1049	Residenziale	5	A	Voghera	IV	67,0	SI
VO-E-1049	Residenziale	6	A	Voghera	IV	68,8	SI
VO-E-1067	Scuola	1	B	Voghera	I	54,4	-
VO-E-1067	Scuola	2	B	Voghera	I	55,3	-
VO-E-1070	Scuola	2	B	Voghera	I	51,7	-
VO-O-078	Residenziale	1	B	Voghera	III	55,7	-
VO-O-078	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,9	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-O-094	Residenziale	1	A	Voghera	IV	69,3	SI
VO-O-094	Residenziale	2	A	Voghera	IV	71,6	SI
VO-O-169	Residenziale	1	A	Voghera	IV	58,2	-
VO-O-169	Residenziale	2	A	Voghera	IV	59,6	-
VO-O-169	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,4	SI
VO-O-169	Residenziale	4	A	Voghera	IV	61,9	SI
VO-O-169	Residenziale	5	A	Voghera	IV	63,1	SI
VO-O-169	Residenziale	6	A	Voghera	IV	64,0	SI
VO-O-169	Residenziale	7	A	Voghera	IV	64,7	SI
VO-O-175	Residenziale	1	A	Voghera	IV	61,2	SI
VO-O-175	Residenziale	2	A	Voghera	IV	64,2	SI
VO-O-177	Residenziale	1	A	Voghera	IV	58,1	-
VO-O-177	Residenziale	2	A	Voghera	IV	60,0	-
VO-O-180	Residenziale	1	A	Voghera	IV	60,2	SI
VO-O-180	Residenziale	2	A	Voghera	IV	62,5	SI
VO-O-192	Residenziale	2	B	Voghera	V	56,0	-
VO-O-204	Residenziale	3	B	Voghera	IV	55,8	-
VO-O-217	Residenziale	3	A	Voghera	V	67,0	SI
VO-O-222	Residenziale	2	B	Voghera	IV	55,4	-
VO-O-222	Residenziale	3	B	Voghera	IV	56,7	-
VO-O-227	Residenziale	3	B	Voghera	III	55,5	-
VO-O-227	Residenziale	4	B	Voghera	III	57,3	-
VO-O-227	Residenziale	5	B	Voghera	III	58,3	-
VO-O-227	Residenziale	6	B	Voghera	III	58,9	-
VO-O-229	Residenziale	3	B	Voghera	III	55,5	-
VO-O-229	Residenziale	4	B	Voghera	III	56,2	-
VO-O-229	Residenziale	5	B	Voghera	III	57,3	-
VO-O-236	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,7	-
VO-O-236	Residenziale	4	B	Voghera	III	58,4	-
VO-O-236	Residenziale	5	B	Voghera	III	59,3	-
VO-O-237	Residenziale	2	B	Voghera	III	55,3	-
VO-O-237	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,5	-
VO-O-237	Residenziale	4	B	Voghera	III	57,3	-
VO-O-241	Residenziale	2	B	Voghera	III	55,3	-
VO-O-241	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,9	-
VO-O-242	Residenziale	3	B	Voghera	III	55,4	-
VO-O-242	Residenziale	4	B	Voghera	III	57,0	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-O-244	Residenziale	4	B	Voghera	III	55,4	-
VO-O-245	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,5	-
VO-O-245	Residenziale	4	B	Voghera	III	57,1	-
VO-O-246	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,5	-
VO-O-246	Residenziale	3	B	Voghera	III	57,8	-
VO-O-246	Residenziale	4	B	Voghera	III	58,6	-
VO-O-250	Residenziale	4	A	Voghera	IV	60,9	SI
VO-O-250	Residenziale	5	A	Voghera	IV	62,0	SI
VO-O-253	Residenziale	3	B	Voghera	III	57,3	-
VO-O-254	Residenziale	6	B	Voghera	III	55,7	-
VO-O-254	Residenziale	7	B	Voghera	III	55,5	-
VO-O-254	Residenziale	8	B	Voghera	III	55,6	-
VO-O-255	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,9	-
VO-O-255	Residenziale	3	B	Voghera	III	58,3	-
VO-O-257	Residenziale	2	B	Voghera	III	55,4	-
VO-O-257	Residenziale	3	B	Voghera	III	57,4	-
VO-O-257	Residenziale	4	B	Voghera	III	58,5	-
VO-O-263	Residenziale	2	B	Voghera	III	55,6	-
VO-O-266	Residenziale	3	B	Voghera	III	55,8	-
VO-O-266	Residenziale	4	B	Voghera	III	58,0	-
VO-O-268	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,9	SI
VO-O-271	Residenziale	4	A	Voghera	IV	60,6	SI
VO-O-275	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,7	-
VO-O-275	Residenziale	3	B	Voghera	III	57,9	-
VO-O-284	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,5	-
VO-O-286	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,6	SI
VO-O-289	Residenziale	3	B	Voghera	III	56,7	-
VO-O-299	Residenziale	3	A	Voghera	IV	60,3	SI
VO-O-299	Residenziale	4	A	Voghera	IV	61,3	SI
VO-O-299	Residenziale	5	A	Voghera	IV	62,0	SI
VO-O-303	Residenziale	2	B	Voghera	IV	55,5	-
VO-O-303	Residenziale	3	B	Voghera	IV	58,3	-
VO-O-308	Residenziale	4	B	Voghera	IV	61,1	SI
VO-O-1005	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,7	-
VO-O-1008	Residenziale	3	B	Voghera	IV	57,3	-
VO-O-1008	Residenziale	4	B	Voghera	IV	58,3	-
VO-O-1010	Residenziale	2	B	Voghera	IV	55,5	-

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-O-1011	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,0	-
VO-O-1012	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,6	-
VO-O-1014	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,5	-
VO-O-1015	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,8	-
VO-O-1020	Residenziale	2	B	Voghera	III	58,1	-
VO-O-1020	Residenziale	3	B	Voghera	III	59,4	-
VO-O-1020	Residenziale	4	B	Voghera	III	59,8	-
VO-O-1023	Residenziale	5	B	Voghera	III	59,1	-
VO-O-1025	Residenziale	1	B	Voghera	III	55,5	-
VO-O-1025	Residenziale	2	B	Voghera	III	57,2	-
VO-O-1025	Residenziale	3	B	Voghera	III	58,5	-
VO-O-1025	Residenziale	4	B	Voghera	III	59,5	-
VO-O-1027	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,1	-
VO-O-1027	Residenziale	3	B	Voghera	III	58,2	-
VO-O-1028	Residenziale	1	B	Voghera	IV	55,7	-
VO-O-1028	Residenziale	2	B	Voghera	IV	58,4	-
VO-O-1028	Residenziale	3	B	Voghera	IV	60,5	SI
VO-O-1031	Residenziale	2	B	Voghera	III	56,6	-
VO-O-1031	Residenziale	3	B	Voghera	III	59,1	-
VO-O-1031	Residenziale	4	B	Voghera	III	59,8	-
VO-O-1032	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,8	-
VO-O-1038	Residenziale	2	A	Voghera	IV	61,0	SI
VO-O-1039	Residenziale	1	B	Voghera	IV	57,3	-
VO-O-1039	Residenziale	2	B	Voghera	IV	58,9	-
VO-O-1043	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,2	-
VO-O-1045	Residenziale	1	B	Voghera	IV	55,7	-
VO-O-1046	Residenziale	1	A	Voghera	IV	70,2	SI
VO-O-1046	Residenziale	2	A	Voghera	IV	72,8	SI
VO-O-1047	Residenziale	2	A	Voghera	IV	61,1	SI
VO-O-1047	Residenziale	3	A	Voghera	IV	62,3	SI
VO-O-1049	Residenziale	2	B	Voghera	V	56,7	-
VO-O-1050	Residenziale	4	A	Voghera	IV	62,7	SI
VO-O-1054	Residenziale	2	B	Voghera	V	56,4	-
VO-O-1054	Residenziale	3	B	Voghera	V	57,2	-
VO-O-1054	Residenziale	4	B	Voghera	V	57,9	-
VO-O-1054	Residenziale	5	B	Voghera	V	59,1	-
VO-O-1059	Residenziale	1	B	Voghera	IV	55,3	-



**VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

**STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	56 di 90

Codice Edificio	Destinazione d' uso	Piano	Fascia	Comune	Classe	Livello in facciata dBA	Sostituzione Infissi
VO-O-1059	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,6	-
VO-O-1059	Residenziale	3	B	Voghera	IV	58,1	-
VO-O-1065	Residenziale	1	B	Voghera	IV	56,3	-
VO-O-1065	Residenziale	2	B	Voghera	IV	57,9	-
VO-O-1070	Residenziale	2	B	Voghera	IV	56,7	-
VO-O-1084	Residenziale	2	B	Voghera	IV	57,0	-
VO-O-1089	Residenziale	1	B	Voghera	IV	56,4	-
VO-O-1089	Residenziale	2	B	Voghera	IV	59,1	-
VO-O-1090	Residenziale	1	B	Voghera	IV	55,4	-
VO-O-1090	Residenziale	2	B	Voghera	IV	57,9	-



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 57 di 90

### 3. VIBRAZIONI

#### 3.1 Introduzione

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto vibrazionale prodotto dall'esercizio della Linea Tortona-Voghera una volta realizzato il progetto di quadruplicamento della suddetta linea.

Il lavoro tiene conto delle indicazioni delle norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, si basa anche sui risultati della campagna di rilievi vibrometrici appositamente eseguita nell'ambito della Progettazione in oggetto e a cui si fa riferimento per i dettagli del caso.

L'analisi dei livelli vibrometrici dalla sorgente ai ricettori prossimi alla linea ferroviaria viene effettuata distinguendo le tipologie di convogli effettivamente transitanti sulla ferrovia, le condizioni geologiche che costituiscono il terreno tra ferrovia e ricettori e la tipologia di ricettore in termini di struttura e numero di piani.

Si evidenzia che, in relazione alle difficoltà di ottenere i permessi per l'accesso alle aree private limitrofe alla linea ferroviaria, dato il periodo emergenziale nonché in relazione ai rischi ed altre limitazioni connesse all'attuale fase pandemica da COVID 19, nell'ambito di questo studio si è fatto riferimento ad una campagna di misura eseguita lungo il tratto oggetto di quadruplicamento nel 2010. In ogni caso, nella successiva fase di progetto definitivo, gli esiti del presente studio saranno verificati sulla base di una nuova campagna di misura che sarà effettuata ad hoc.

##### 3.1.1 Struttura dello studio

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dal passaggio di un treno richiede, in linea di principio:

- La definizione di uno spettro in frequenza della sorgente (passaggio di un convoglio ferroviario) all'origine, in prossimità del binario.
- La definizione di una relazione di attenuazione (o di un algoritmo) che consenta di determinare, in funzione della geometria della sorgente, delle caratteristiche geotecniche dei terreni e della distanza del ricettore dalla sorgente, il livello vibrazionale al piede del ricettore in condizioni di campo libero.
- La determinazione delle funzioni di trasferimento tra il piede della fondazione dove il moto vibratorio è stato definito dalla risoluzione dei precedenti punti, e le diverse posizioni all'interno di un edificio dove si suppone ubicato il ricettore (problema risposta strutturale).
- Il modello di esercizio, per il traffico viaggiatori e merci, con indicazione delle tipologie di convogli ferroviari, frequenze e velocità di transito.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 58 di 90

Di conseguenza l'organizzazione dello studio è la seguente:

- Introduzione e definizione delle grandezze di riferimento e convenzioni adottate nella stesura del progetto (il presente Par. 3.1).
- Elenco e descrizione della normativa di riferimento adottata per lo studio (Par.3.2).
- Valutazione dello stato di fatto della componente attraverso misure sperimentali condotte in due sezioni lungo il tracciato, impiegate anche per la taratura delle leggi di propagazione delle vibrazioni nel terreno, oltre che per la caratterizzazione del comportamento strutturale dei ricettori (Par. 3.3).
- Identificazione dei parametri geotecnici di interesse del tracciato, sulla base delle indagini condotte in sito per il progetto dell'opera (Par. 3.4.1).
- Presentazione degli spettri di sorgente delle vibrazioni dovute al transito dei treni, ottenuti da misurazioni sperimentali eseguite su una linea di riferimento e sulla linea attualmente in esercizio (Par. 3.4.2).
- Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno dalla sorgente al piede dei ricettori. Le modalità di attenuazione dei segnali vibratorii nel terreno sono state definite impiegando adeguati modelli di attenuazione calibrati su misure sperimentali (Par. 3.4.4).
- Modalità di presa in conto dell'effetto delle strutture degli edifici sul livello di vibrazione stimato (Par. 3.4.2).
- Valutazione del livello di vibrazione ai ricettori in fase di esercizio dove viene introdotta ed illustrata la metodologia complessiva per determinare la risposta vibrazionale al piede dei ricettori, nonché i risultati delle analisi previsionali, identificando i necessari interventi di mitigazione delle vibrazioni (Par. 3.4.5).

## 3.2 Riferimenti normativi

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 59 di 90

Si riporta di seguito la principale normativa tecnica esistente in riferimento all'aspetto ambientale vibrazioni.

### 3.2.1 ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo,  $T$  è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X, Y e alla combinazione dei tre assi. L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrante della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie). Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

### 3.2.2 UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La norma UNI 9614:1990 è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614:1990 si configura come più restrittiva.

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]	L [dB]
-------	--------------------------------------	-----------

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]	L [dB]
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4*10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8*10 <sup>-3</sup>	89

Tabella 4 – Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:1990)

Considerato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente,  $a_w$  e  $L_w$ . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come  $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$ . Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede un'attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato. Nell'Appendice della norma UNI 9614:1990, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III. Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace. I limiti possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche. Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$ . Per impulsi di durata maggiore si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$ , con  $k = 1.22$  per pavimenti in calcestruzzo e  $k = 0.32$  per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Pur facendo riferimento nella successiva valutazione alla norma UNI 9614:1990, si riporta di seguito l'approccio metodologico dell'aggiornamento del 2017 (UNI 9614:2017): tale aggiornamento modifica la versione precedente introducendo un approccio sostanzialmente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione.

La grandezza cinematica scelta per la valutazione del disturbo è l'accelerazione assoluta; si deve quindi ricorrere alla misurazione diretta e, quindi, all'impiego di sensori accelerometrici; non è ammesso l'impiego di velocimetri o altri tipi di sensori e trasduttori.

Le vibrazioni devono essere misurate simultaneamente lungo tre direzioni ortogonali e il sistema di assi ortogonali deve essere riferito alla struttura dell'edificio oppure al corpo umano.

La durata complessiva delle misurazioni è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessario ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata, per ogni singolo asse cartesiano:

$$a_{w,rms,j}(t) = \left( \frac{1}{\tau} \times \int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\xi) \times d\xi \right)^{0,5}$$

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace  $a_w(t)$  deve essere eseguito per combinazione, istante per istante, a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate calcolate come nell'equazione (4), mediante l'equazione:

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

Le vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo devono essere quantificate mediante l'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente,  $V_{sor}$ , che deve essere calcolata a partire dalla accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse,  $V_{imm}$  e dalla accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue,  $V_{res}$ , con la seguente equazione:

$$V_{sor} = \sqrt{(V_{imm}^2 - V_{res}^2)}$$

Per ambienti ad uso abitativo i limiti di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente,  $V_{sor}$ , sono:

- periodo diurno: 7,2 mm/s<sup>2</sup>;
- periodo notturno: 3,6 mm/s<sup>2</sup>;

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione Generale</b>	IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	62 di 90

- periodo diurno di giornate festive: 5,4 mm/s<sup>2</sup>

Per il luoghi lavorativi, fermi restando gli obblighi inerenti la tutela della salute del lavoratore, il limite è di 14 mm/s<sup>2</sup>.

Negli ospedali, case di cura, cliniche ed ambienti simili il limite per la massima accelerazione ponderata della sorgente  $V_{sor}$  è pari a 2 mm/s<sup>2</sup>, indipendentemente dall'orario, per le degenze ordinarie, misurate al pavimento in corrispondenza del letto dei pazienti; qualora esigenze terapeutiche temporanee lo richiedano si può derogare da questo limite.

Per edifici nei quali sia previsto per destinazione d'uso un periodo diurno dedicato al riposo delle persone (per esempio, asili, case di riposo ecc.) il limite per la massima accelerazione ponderata della sorgente  $V_{sor}$  è 3,6 mm/s<sup>2</sup> anche in orario diurno, limitatamente ai periodi effettivamente utilizzati per il riposo diurno, ovvero, nella maggior parte dei casi, le prime ore le pomeriggio.

Nelle scuole di ogni ordine e grado, comprese le università, limitatamente al periodo di utilizzo degli allievi e limitatamente alla aule utilizzate per le lezioni, il limite per la massima accelerazione ponderata della sorgente  $V_{sor}$  è 5,4 mm/s<sup>2</sup>.

La definizione di "evento" è fondamentale per il calcolo della massima accelerazione statistica: nel caso di traffico ferroviario, l'evento è costituito dal passaggio dell'intero singolo convoglio sul binario che, quando esistano più binari paralleli, dà luogo ad accelerazioni ponderate più elevate; il numero minimo di eventi da considerare è 15. Nella maggior parte dei casi, il binario che dà vibrazioni più elevate è quello più vicino all'edificio oggetto di misure. Possono comunque presentarsi casi di binari particolarmente ammalorati, ma distanti dall'edificio. È compito di chi svolge le misure tenere conto anche di queste situazioni.

Per il confronto con i limiti di riferimento previsti dalla presente norma, l'occorrenza di passaggi di convogli contemporaneamente su più binari, ai fini della valutazione del disturbo, è da considerare come unico evento.

Le misure devono essere rappresentative di tutto il parco treni transitante sul binario di interesse; si deve quindi tenere conto anche di treni merci o di treni manutenzione anche se i transiti di tali treni sono poco numerosi e di solito in orario notturno.

### **3.2.3 UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"**

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3. La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. La norma considera per

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 63 di 90

semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio, tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. L'Appendice A della UNI 9916 contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura, ecc.);
- gli edifici pubblici (municipi, chiese, ecc.);
- edifici vecchi ed antichi con un valore architettonico, archeologico e storico;
- le strutture industriali più leggere spesso concepite secondo le modalità costruttive in uso per gli edifici abitativi.

La classificazione degli edifici (Prospetto III) è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratorii sugli edifici in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura
- le fondazioni
- la natura del terreno

La categoria di struttura (Prospetto II) è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni) in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1) e edifici e strutture moderne (Gruppo 2). L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione e al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe C infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo a); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo b); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo c); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo d); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature (Tipo e) e materiale di riporto (Tipo f).

L'Appendice B della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150 e al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "Norme tecniche

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

relative alle costruzioni in zona sismica.” La parte 3 della DIN 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio (nel suo complesso)
- sui pavimenti:  $v < 20$  mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione e le velocità massime ammissibili per vibrazioni stazionarie:
- sull'edificio (nel suo complesso):  $v < 5$  mm/s in direzione orizzontale sull'ultimo piano
- sui pavimenti:  $v < 10$  mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco. Essa è ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest'ultima con il fattore di cresta F. Tale parametro esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume  $F = 1.41$ ; in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6. La ISO 4866 fornisce, infine, una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:

- *Danno di soglia*: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre, formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4÷50 mm/s e per vibrazioni continue, con velocità 2÷5 mm/s.
- *Danno minore*: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20÷100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3÷10 mm/s.
- *Danno maggiore*: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20÷200 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 5÷20 mm/s.

### 3.3 Valutazione dello stato attuale attraverso l'esecuzione di misure sperimentali

In relazione alle difficoltà, dato il periodo emergenziale, di ottenere i permessi per l'accesso alle aree private limitrofe alla linea ferroviaria, nonché ai rischi ed altre limitazioni connesse all'attuale fase pandemica da COVID 19, nell'ambito di questo studio si è fatto riferimento ad una campagna di misura eseguita lungo il tratto oggetto di quadruplicamento nel 2010. In ogni caso, nella successiva fase di progetto definitivo, gli esiti del presente studio saranno verificati sulla base di una nuova campagna di misura effettuata ad hoc.

La campagna di rilievi sperimentali, di cui sopra, considerata per il presente studio, è stata effettuata misurando i livelli indotti nell'intorno della linea ferroviaria Tortona Voghera lungo due sezioni, posizionando la strumentazione (sensori accelerometrici) a distanze crescenti dalla linea ferroviaria (Pontecurone - Sezione 1) e, nel caso della Sezione 2 presso Tortona, anche all'esterno ed all'interno di



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 65 di 90

un edificio prossimo alla ferrovia. Le misure condotte, ed i risultati delle stesse, sono compiutamente descritti in fondo a questo documento nell'Allegato A.

Per ogni sezione è stata allestita una catena di rilievo impiegando 5 punti di misura, acquisendo in contemporanea tutti i segnali provenienti dai sensori, disposti in ogni punto secondo le tre direzioni di moto: longitudinale, trasversale e verticale. Gli obiettivi posti nell'esecuzione delle misure sono stati:

- l'analisi della situazione attuale in termini di livelli di vibrazione generati dal transito dei treni sulla linea in esercizio;
- l'identificazione sperimentale della funzione di attenuazione del segnale vibratorio nel terreno in campo libero, dalla linea ferroviaria ai ricettori;
- la valutazione della risposta strutturale di un edificio rappresentativo rispetto alle vibrazioni trasmesse alle fondazioni, definendo la propagazione del segnale vibratorio fino ai locali di abitazione;
- l'individuazione di spettri di sorgente in termini di livelli di vibrazione indotti dal transito dei treni nelle immediate vicinanze del binario. Il metodo previsionale seguito farà comunque riferimento anche a misure effettuate in altri siti, rappresentative per velocità e tipologia dei convogli di progetto, impiegate per confronto.

### 3.3.1 *Dettagli delle sezioni di misura*

Le misure sono state condotte nell'ambito del precedente progetto di Quadruplicamento della linea il 13 e 14 maggio 2010, ed hanno interessato le seguenti sezioni:

- Sezione 1 (13 maggio 2010) estesa a sud della linea ferroviaria lungo l'estensione della Via F.lli Kennedy presso il comune di Pontecurone (AL). I punti di misura sono stati così localizzati sul terreno (vedi Figura C1 riportata in Allegato A):
  - A1, in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria;
  - A2, all'interno di un'area adibita a coltivo a distanza pari a circa 15 m da A1;
  - A3, a ca. 25 m da A2;
  - A4 a ca. 30 m da A3;
  - A5 a distanza pari a 40 m da A4, sulla sede stradale.
- Sezione 2 (14 maggio 2010), effettuata a sud della linea all'altezza di Via G. Cuniolo a Tortona (AL), in ingresso di stazione. Le misure hanno interessato anche il ricettore al civico 23 (Condominio Stella) situato a sud della linea ed i punti di misura sono stati così localizzati (vedi Figura C2 in Allegato A):
  - A1, situato all'interno dell'area condominiale (box), in prossimità della recinzione di confine FS, alla base del rilevato ferroviario, a circa 1.50 m dalla linea ferroviaria (binario più vicino);
  - A2, situato a piano cortile condominiale, a 1.0 m circa dall'edificio, a circa 15 m di distanza planimetrica da A1, sulla stessa quota;

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 66 di 90

- A3, situato sul giardino condominiale dello stabile di Via Morandi, a distanza di 26m da A2 (Nota: A1, A2 e A3 solo localizzati approssimativamente a costituire un allineamento perpendicolare alla linea ferroviaria).;
- A4, situato ai piedi del fabbricato in corrispondenza delle fondazioni dell'edificio monitorato, a distanza di circa 22.5 m dalla linea ferroviaria, 4m più in basso;
- A5, situato al centro del solaio sito al secondo piano dello stesso edificio, in un locale adibito a cameretta, centro stanza, lato linea ferroviaria.

Le registrazioni sono state effettuate in corrispondenza di transiti ferroviari lungo la linea ferroviaria più prossima al ricettore esaminato. Tuttavia, al fine di incrementare il numero di segnali utili per le successive analisi e valutazione, sono state acquisite anche le registrazioni relative a transiti su binari non immediatamente prossimi, al fine di incrementare il campione statistico (l'attenuazione dovuta alla distanza tra i due binari può essere considerata, sulla base dell'esperienza degli scriventi, trascurabile).

Nell'allegato A vengono riportate:

- le planimetrie con localizzazione dei sensori;
- le immagini delle sezioni di misura, dei ricettori interessati e dei singoli punti di rilievo;
- l'elenco delle registrazioni utili effettuate, dove per utile si intende un segnale che non presenti troncamenti o effetti indesiderati durante l'acquisizione (malfunzionamento, urto, altre sorgenti vibrazionali presenti ecc.).

In linea generale il sensore posizionato in prossimità della linea ferroviaria è stato impiegato per la caratterizzazione della sorgente, mentre i quattro sensori rimanenti sono stati dedicati alla caratterizzazione dell'attenuazione nel terreno e della risposta vibrazionale dell'edificio in posizioni ritenute di particolare interesse per una successiva caratterizzazione del fenomeno.

I rilievi sono stati effettuati a fronte del superamento di valori di soglia (o «trigger») tarati nel caso specifico sul livello corrispondente al transito del convoglio, oppure con attivazione manuale dell'operatore al raggiungimento di una posizione di relativa vicinanza del treno al ricettore (quando è stato possibile). Il numero di segnali acquisito è da ritenersi più che sufficiente per fornire una adeguata base statistica alle grandezze osservate.

### 3.3.2 **Strumentazione utilizzata**

Per l'esecuzione dei rilievi sperimentali è stata impiegata la seguente strumentazione (si rimanda all'Allegato A per ulteriori dettagli):

- Sistema di acquisizione dati composto da un personal computer dotato di scheda di acquisizione analogico/digitale (A/D) ad elevate prestazioni. Il sistema – gestito da software appositamente sviluppato e operante in ambiente Windows – consente una completa supervisione all'esecuzione delle prove e dei rilievi delle postazioni di misura individuate;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

- Sensori di rilevamento (accelerometri):

Posizione	n°	Sensore
	1	PCB Piezotronics-393B12 – A1
	2	PCB Piezotronics-393B12 – A2
	3	PCB Piezotronics-393B12 – A3
	4	PCB Piezotronics-393B12 – A4
	5	PCB Piezotronics-393B12 – A5

In Allegato A, oltre alle immagini relative alla strumentazione impiegata, viene riportata una tabella con indicazione:

- delle caratteristiche degli accelerometri impiegati;
- delle configurazioni dei canali di acquisizione;
- delle costanti adottate per i sensori.

### 3.3.3 Risultati delle misure vibrazionali

I risultati delle misure vibrazionali sono descritti in Allegato A dove vengono mostrati, per ogni sezione di misura:

- Il quadro dei transiti registrati.
- In tabella, per ogni transito, i livelli spettrali di accelerazioni misurati (non ponderati), e la loro elaborazione in termini di livello complessivo ponderato per postura non nota o variabile in accordo alla UNI9614.
- Gli spettri medi di vibrazione misurati nelle diverse posizioni di rilievo per le tre componenti di moto (Longitudinale, Trasversale e Verticale), accompagnati dai relativi scarti. I valori ridotti dello scarto quadratico medio, soprattutto per frequenze superiori ai 2 Hz, sono segno di soddisfacente esecuzione delle misure, oltre che di ridotto rumore ambientale vibrazionale durante il rilievo.
- Le funzioni di trasferimento del segnale vibratorio tra i punti di misura nelle due sezioni, espresse sempre in termini di valori medi e scarto quadratico medio.

Nella Tabella 5 e nella Tabella 6 seguenti si riportano i livelli complessivi di vibrazione (UNI 9614) calcolati nelle diverse posizioni di misura, per i diversi passaggi registrati nelle due sezioni. Pur nella varietà delle tipologie di treni analizzate, è possibile trarre una serie di considerazioni generali di seguito illustrate.

- Per entrambe le sezioni di misura si osserva una apprezzabile riduzione del segnale vibratorio con la distanza dalla ferrovia (confronto tra i livelli misurati nei punti A1 e A2, a distanza di 15 m) intorno a 12 dB.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 68 di 90

- In termini di valore complessivo di vibrazione (UNI 9614), l'effetto della struttura degli edifici sul segnale vibrazionale misurato al loro interno mostra che il segnale vibrazionale si amplifica di 3 dB nel passaggio all'interno della struttura dell'edificio (da A4 - A5) per effetto dell'amplificazione dei solai, non compensata dall'attenuazione a livello fondazionale (vedi Tabella 5).
- Il segnale misurato in entrambe le sezioni nel punto A1 (segnale di sorgente) non mostra una dipendenza sostanziale da parametri quali la tipologia o la lunghezza del convoglio (Merci, ETR, Regionale). Tuttavia, si osserva chiaramente come i livelli registrati in A1 nella Sezione 2 siano considerevolmente più bassi rispetto a quanto misurato nella Sezione 1. Tale comportamento è presumibilmente da far risalire alla notevole differenza di velocità di transito: la Sezione 2 è localizzata in entrata alla stazione di Tortona, con velocità dei convogli monitorate sicuramente inferiori rispetto a quanto rilevato per la Sezione 1.

Identificativo transito	Tipologia	Livelli complessivi di accelerazione (UNI9614)				
		dB				
		S1	S2	S3	S4	S5
1_SE2	passengeri	94	82	67	60	69
1_SE4	passengeri	90	78	67	60	67
1_SE5	passengeri	89	78	65	58	69
1_SE6	passengeri	93	83	68	62	70
1_SE8	passengeri	87	76	66	61	66
1_SE10	motrice	89	77	67	60	66
1_SE11	passengeri	87	76	65	59	66
1_SE12	passengeri	90	77	64	58	68
1_SE13	passengeri	80	67	55	49	68
1_SE14	merci	92	81	66	59	68
1_SE16	passengeri	87	75	63	57	69
1_SE18	merci	89	77	66	58	71
1_SE21	merci	84	71	63	56	66
1_SE23	Passengeri ETR	92	81	67	61	68
1_SE26	merci	88	75	63	57	65
1_SE26bis	passengeri	82	69	58	50	69
1_SE28	merci	88	76	65	59	68
1_SE29	passengeri ETR	92	81	65	59	68
1_SE30	merci	92	80	66	61	68
1_SE31	passengeri	83	71	59	50	69
1_SE32	passengeri	87	75	62	56	67
1_SE33	passengeri	90	76	64	57	69
1_SE34	motrice	82	69	60	54	70
1_SE36	passengeri	87	75	63	56	66
1_SE38	merci	86	74	65	60	66
1_SE45	passengeri	94	84	68	60	70
Media		89	77	64	57	68

Tabella 5 - Sezione 1. Livelli equivalenti misurati in corrispondenza dei transiti ferroviari

Identificativo transito	Tipologia	Livelli complessivi di accelerazione (UNI9614)				
		dB				
		S1	S2	S3	S4	S5
2_SE28	passengeri	79	68	69	70	69
2_SE29	passengeri	79	68	68	70	69
2_SE29bis	passengeri	73	61	62	59	68
2_SE31	passengeri	72	60	59	58	68
2_SE32	passengeri ETR	80	69	70	70	69
2_SE33	motrice	73	62	63	57	70
2_SE37	passengeri	78	67	68	68	68
2_SE39	passengeri	72	62	60	61	68
2_SE43	passengeri	75	66	65	65	68
2_SE45	merci	76	64	62	63	67
2_SE46	passengeri	77	68	69	68	68
2_SE54	merci	78	68	68	67	68
2_SE57	merci	79	67	66	68	68
2_SE61	passengeri	73	61	63	60	67
2_SE66	motrice	71	61	61	60	67
2_SE73	merci	76	65	62	66	71
2_SE74	merci	77	65	65	65	67
2_SE78	passengeri ETR	76	64	65	63	67
2_SE83	merci	75	63	63	61	68
2_SE83	passengeri	77	68	69	68	68
2_SE94	passengeri	72	62	61	62	67
2_SE97	merci	77	66	66	66	67
2_SE99	passengeri	78	66	64	63	69
2_SE102	passengeri	77	68	69	67	68
2_SE109	passengeri	73	63	62	62	69
2_SE114	passengeri	77	65	64	63	67
2_SE119	passengeri	71	60	60	59	68
2_SE124	passengeri	78	67	68	68	68
Media		76	65	65	65	68

Tabella 6 - Sezione 2. Livelli equivalenti misurati in corrispondenza dei transiti ferroviari

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA <b>IQ01</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>R22 RG</b>	DOCUMENTO <b>IM0004 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>71 di 90</b>

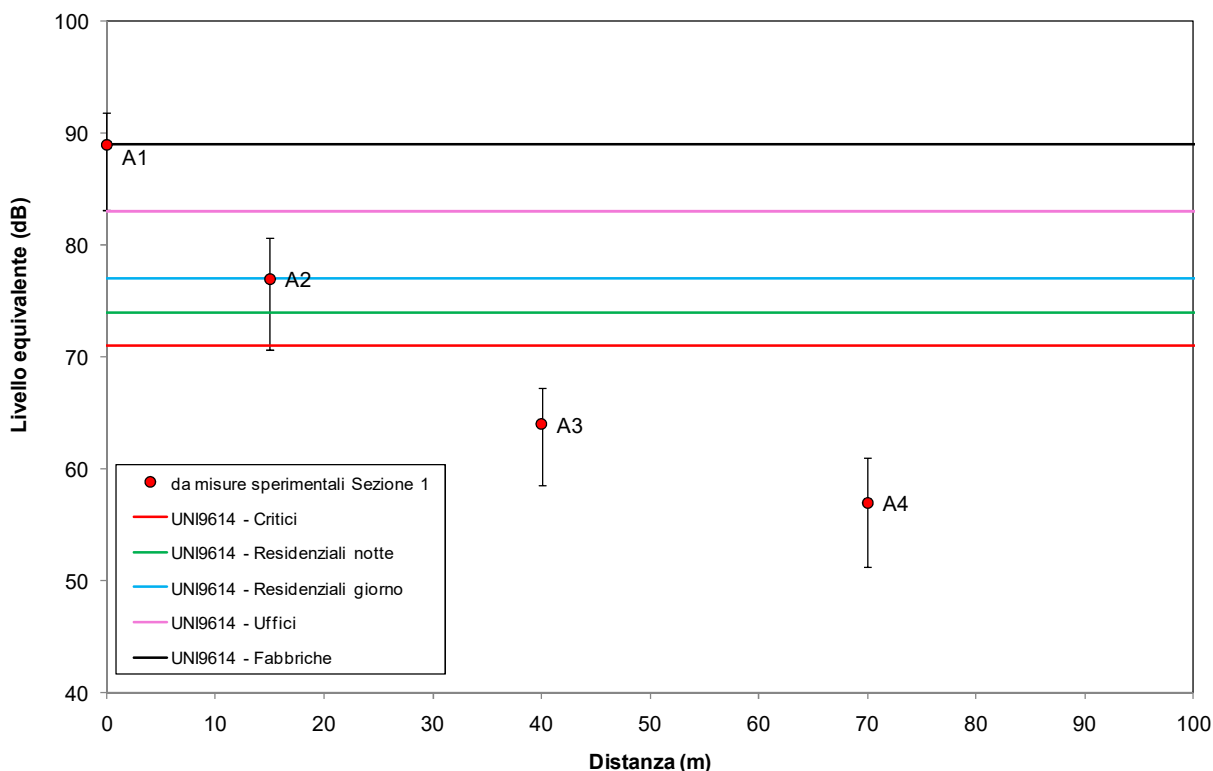


Figura 1 - Media e scarto quadratico medio dei livelli equivalenti complessivi ponderati misurati in corrispondenza della sezione 1 (Pontecurone) e confronto con i limiti di normativa (UNI9614).

### 3.4 Valutazione delle interferenze

#### 3.4.1 Caratterizzazione geodinamica dei terreni attraversati

Le modalità di propagazione delle vibrazioni emesse da una sorgente posta in superficie o in profondità presentano una dipendenza dalle caratteristiche di deformabilità, dissipative e di stratificazione del mezzo attraverso cui le vibrazioni si trasmettono. Le ampiezze vibrazionali considerate in questo studio, legate alla fase di esercizio della linea ferroviaria, sono generalmente inferiori alla cosiddetta soglia di deformazione lineare ciclica. Pertanto, ai fini della modellazione teorica del problema di propagazione delle vibrazioni, si ritiene giustificata l'assunzione di un modello costitutivo del terreno di tipo viscoelastico lineare. I parametri che definiscono tale modello, necessari a caratterizzare i diversi strati del deposito di terreno interessato dai fenomeni vibratorii, sono:

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 72 di 90

- modulo di rigidezza a taglio (G) o la velocità ( $V_S$ ) di propagazione delle onde sismiche trasversali, stante la relazione  $G = \rho V_S^2$ ;
- la densità di massa ( $\rho$ );
- coefficiente di Poisson ( $\nu$ );
- fattore di smorzamento a taglio ( $D_S$ ) e a compressione ( $D_P$ ).

Ai fini della determinazione delle velocità di propagazione delle vibrazioni e della loro attenuazione spaziale è inoltre necessaria la definizione della densità di massa del materiale in ogni strato. Tali parametri possono essere desunti sulla base delle informazioni provenienti da dati disponibili o ottenuti da bibliografia. In particolare, per quel concerne i profili  $V_P$  e  $V_S$  si è partiti dalla caratterizzazione geologica dell'area, seguita dalla zonazione geodinamica del tracciato per formazioni omogenee.

### **Sintesi delle caratteristiche geologiche dell'area**

Come desunto dalla documentazione specialistica e dati geognostici a disposizione al momento della redazione di questo studio, la quasi totalità del tracciato ferroviario si imposta direttamente su terreni ascrivibili alla sola formazione geologica delle "Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della Pianura a Sud del Po (Olocene – Pleistocene Superiore)".

Tali depositi, a prevalenza argilloso limosa, più o meno sabbiosa, sono attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali e in parte al Fluviale Recente. Dove il Fluviale recente è nettamente terrazzato risulta chiara la sua distinzione rispetto alle Alluvioni postglaciali; dove invece il terrazzamento non c'è, la delimitazione diventa difficile se non impossibile (da qui la necessità di accorpare i prodotti dei due cicli alluvionali nella medesima formazione).


In particolare, nel settore tortonese di interesse si riconoscono porzioni di territorio caratterizzate da percentuali fini argillose che, nei primi 10 m di profondità, possono raggiungere un 60 – 80% della frazione granulometrica che compone l'intero sedimento.

### **Zonazione geotecnica/geodinamica lungo il tracciato**

Adottando la classificazione dei terreni in Unità Litotecniche, sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche effettuate lungo il tracciato e delle relative prove di laboratorio, si definiscono le seguenti Unità:

- **Unità R**, terreno di riposto costituito (per le tratte urbane) da ghiaia sabbioso limosa con ciottoli calcarei da sub arrotondati a sub angolari, con possibile diffusa presenza di laterizi. In area agricola sono presenti terreni di coltivo, in genere rappresentati da sabbie limose medio fini brunastre, con possibile diffusa presenza di apparati radicali, materia organica e resti vegetali in genere.
- **Unità 1**, limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate. Tale unità rappresenta i terreni mediamente più diffusi e continui nei primi 8-10 m di profondità dal piano campagna.



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 73 di 90

- **Unità 2**, ghiaie sabbiose in abbondante matrice limoso argillosa. La colorazione e lo stato di alterazione del deposito risultano piuttosto variabili ed eterogeneamente distribuiti. A tratti si incontrano orizzonti più o meno debolmente cementati.
- **Unità 3**, ghiaie sabbiose in subordinata matrice limoso argillosa. La distinzione tra l'Unità 3 e la Unità 2 è stata fatta principalmente sulla base delle numerose granulometrie eseguite in laboratorio sui campioni prelevati nel corso delle indagini 2009. La principale differenziazione tra le due è data dalla componente limosa (che diventa subordinata nell'Unità 3); così come assenti sono gli orizzonti cementati caratteristici invece per i depositi di Unità 2;
- **Unità 4**, substrato siltitico marnoso, costituito da argille con limo passanti a limo con argilla sabbiosa a tratti marnosa. Terreni molto consistenti, poco umidi e di buona plasticità. Il "substrato" dovrebbe essere rappresentato dai primi termini della serie Pliocenica (Argille di Lugagnano), anche se, sulla base dei dati ad oggi disponibili, non si può escludere una sua diversa attribuzione, come suggerito da Cortemiglia (1992), a termini della più antica serie Miocenica (Marne di Sant'Agata Fossili). I depositi di substrato, comunque, non vengono direttamente intercettati dalle previste opere di progetto, "affiorando" a partire dai 12 – 15 m di profondità nella sola tratta iniziale (lato Tortona) del tracciato ferroviario oggetto di studio.

Osservando il percorso del tracciato in oggetto da Tortona verso Voghera, è possibile identificare le seguenti 7 tratte omogenee:


- **Tratta 1, da km 21+930 a km 22+095** (tratta urbana di Tortona). I primi 2-3 m circa della successione stratigrafica sono rappresentati da terreni di riporto antropico (Unità R), costituito, in principal modo, da ghiaia sabbioso limosa con ciottoli e con possibile diffusa presenza di laterizi. Tra i 2-3 m e i 5 m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). Tra i 5 m e i 12 m circa di profondità sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2). A partire dai 12 m di profondità i sondaggi geognostici realizzati (S1 e S2) hanno incontrato il "Substrato", qui rappresentato, in buona ipotesi, dai primi termini della successione marina Pliocenica (Argille di Lugagnano).
- **Tratta 2, da km 22+095 a km 23+765**. Il tracciato ferroviario in esame si sviluppa in ambito urbano (periferia di Tortona) anche lungo la "tratta 2". I primi 2 m circa della successione stratigrafica sono rappresentati da terreni di riporto antropico (Unità R), costituito, in principal modo, da ghiaia sabbioso limosa con ciottoli e con possibile diffusa presenza di laterizi. Tra i 2 e i 14 - 15 m circa di profondità sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2) e/o in matrice limoso argillosa subordinata (Unità 3) interdigitate. A partire dai 15 m di profondità i sondaggi geognostici qui realizzati (S3 e S4) hanno incontrato il "Substrato", qui rappresentato, in buona ipotesi, dai primi termini della successione marina Pliocenica (Argille di Lugagnano). La profondità di rinvenimento del Substrato aumenta sensibilmente spostandosi verso Voghera (allontanandosi dal settore di collina ubicato a Sud di Tortona e caratterizzato dall'affioramento delle unità di Substrato), dove non viene ad essere più intercettato dai sondaggi.
- **Tratta 3, da km 23+765 a km 29+900**. Il primo metro della successione stratigrafica è rappresentato da terreni di riporto (Unità R) costituiti da terreni agricoli di coltivo a sabbie limose predominanti. Fino ai 6 - 8 m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). A

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b>  <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

partire dai 6 – 8 m di profondità (fino ai 30 m circa, massima profondità investigata) sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2) e/o in matrice limoso argillosa subordinata (Unità 3) interdigitate. Tra i 12 (sondaggio S9) e i 15 m (sondaggio S7) di profondità si incontrano lenti di spessore modesto a limi sabbioso argillosi (Unità 1), la cui continuità laterale risulta del tutto subordinata. Il Substrato non è stato intercettato.

- **Tratta 4, da km 29+900 a km 31+860.** I primi 2 m della successione stratigrafica sono rappresentati da terreni di riporto (Unità R) costituiti sempre da terreni agricoli di coltivo a sabbie limose predominanti. Fino ai 13 - 14 m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). Da segnalare il grande spessore (12 m circa) che caratterizza in questo settore l'orizzonte limoso argilloso superficiale (Unità 1). A partire dai 14 m di profondità (fino ai 30 m circa, massima profondità investigata) sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2). Il Substrato non è stato intercettato.
- **Tratta 5, da km 31+860 a km 33+550.** Il primo metro della successione stratigrafica è rappresentato da terreni di riporto (Unità R) costituiti ancora da terreni agricoli di coltivo a sabbie limose predominanti. Fino ai 5 - 6 m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). A partire dai 5 – 6 m di profondità (fino ai 30 m circa, massima profondità investigata) sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2) e/o in matrice limoso argillosa subordinata (Unità 3) interdigitate. Il Substrato non è stato intercettato.
- **Tratta 6, da km 33+551 a km 35+100.** I primi 2 m della successione stratigrafica sono rappresentati da terreni di riporto (Unità R) costituiti da terreni agricoli di coltivo a sabbie limose predominanti. Fino a circa 10m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). A partire dai 10 m di profondità (fino ai 30 m circa, massima profondità investigata) sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2). Tra i 12 e i 15 m (sondaggi S19, S20 e S21) di profondità si incontrano lenti di spessore e continuità laterali di una certa importanza costituite da limi sabbioso argillosi (Unità 1). Il Substrato non è stato intercettato.
- **Tratta 7, da km 35+100 a km 37+184.** Gli ultimi Km del tracciato si sviluppano nell'area urbana di Voghera. I primi 2 m circa della successione stratigrafica sono rappresentati da terreni di riporto antropico (Unità R), costituito sostanzialmente da ghiaia sabbioso limosa con ciottoli e con possibile diffusa presenza di laterizi. Fino ai 5 - 6 m di profondità è presente un orizzonte continuo a limi argilloso sabbiosi passanti a sabbie limose da moderatamente addensate ad addensate (Unità 1). A partire dai 5 – 6 m di profondità (fino ai 30 m circa, massima profondità investigata) sono presenti alternanze sabbioso ghiaiose in abbondante matrice limoso argillosa (Unità 2). Il Substrato non è stato intercettato.

Per quel che concerne le condizioni idrogeologiche, le letture piezometriche effettuate in corrispondenza dei sondaggi eseguiti lungo la linea hanno consentito di individuare la superficie piezometrica ad una quota compresa tra 10 m da p.c. e 20 m da p.c.. Ai fini delle analisi qui condotte, la falda è stata considerata a vantaggio di sicurezza (maggiore trasmissibilità delle onde di tipo P) a piano campagna.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B	FOGLIO 75 di 90

Ai fini dello studio, a partire dalle 7 tratte sopra individuate, sono state definite 2 zone omogenee dal punto di vista del profilo di velocità di propagazione:

- **Zona 1, dalla Pk. 21+930 alla Pk. 23+765:** data dall'insieme delle Tratte 1 e 2 dove è stato rinvenuto il substrato;
- **Zona 2, dalla Pk. 23+765 alla Pk. 37+184 :** data dall'insieme delle Tratte 3, 4, 5, 6 e 7, dove il substrato non si è rivelato.

La Figura 2 illustra i valori della velocità  $V_s$  di propagazione delle onde trasversali in funzione della profondità ricavati dall'interpretazione dei risultati delle prove SPT utilizzando correlazioni di letteratura (Ohta & Goto, 1978). I relativi profili di  $V_s$  per le due zone sono rappresentati in Figura 3 e Figura 4 dove viene riportata la loro linearizzazione ragionata, adottata nel modello previsionale di attenuazione descritto ai paragrafi successivi. I parametri del modello di attenuazione per le due Zone sono i seguenti:

- Zona 1, individuata dai sondaggi S1, S2, S3 e S4 e costituita dai seguenti orizzonti (Figura 3):

0 – 2 m	$V_s = 160 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
2 – 4 m	$V_s = 200 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
4 – 6 m	$V_s = 265 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
6 – 8 m	$V_s = 310 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
8 – 15 m	$V_s = 340 \text{ m/s}$	$v = 0.35D_s = D_p = 0.03$	$\rho = 20 \text{ KN/m}^3$
15 – 20 m	$V_s = 400 \text{ m/s}$	$v = 0.35D_s = D_p = 0.03$	$\rho = 20 \text{ KN/m}^3$
20 – 30 m	$V_s = 600 \text{ m/s}$	$v = 0.35D_s = D_p = 0.03$	$\rho = 20 \text{ KN/m}^3$

- Zona 2 (sondaggi da S5 a S23) caratterizzata dai seguenti orizzonti (Fig. Figura 4):

0 – 2 m	$V_s = 170 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
2 – 4 m	$V_s = 200 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
4 – 6 m	$V_s = 240 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
6 – 8 m	$V_s = 295 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
8 – 14 m	$V_s = 312 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
14 – 20 m	$V_s = 350 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$
20 – 30 m	$V_s = 400 \text{ m/s}$	$v = 0.41D_s = D_p = 0.04$	$\rho = 19 \text{ KN/m}^3$

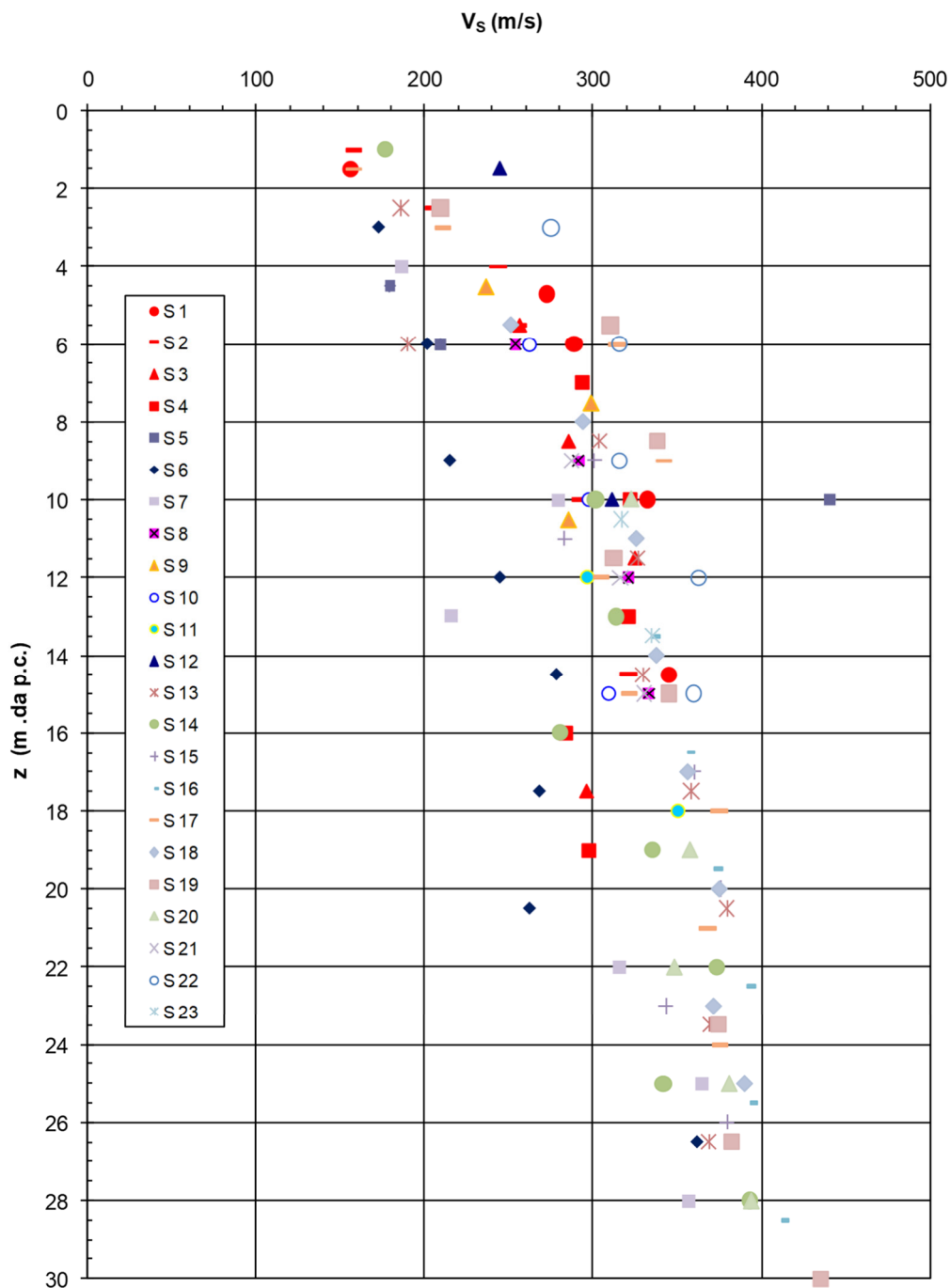


Figura 2 - Valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  desunti dalle prove SPT (Ohta e Goto, 1978) effettuate lungo il tracciato

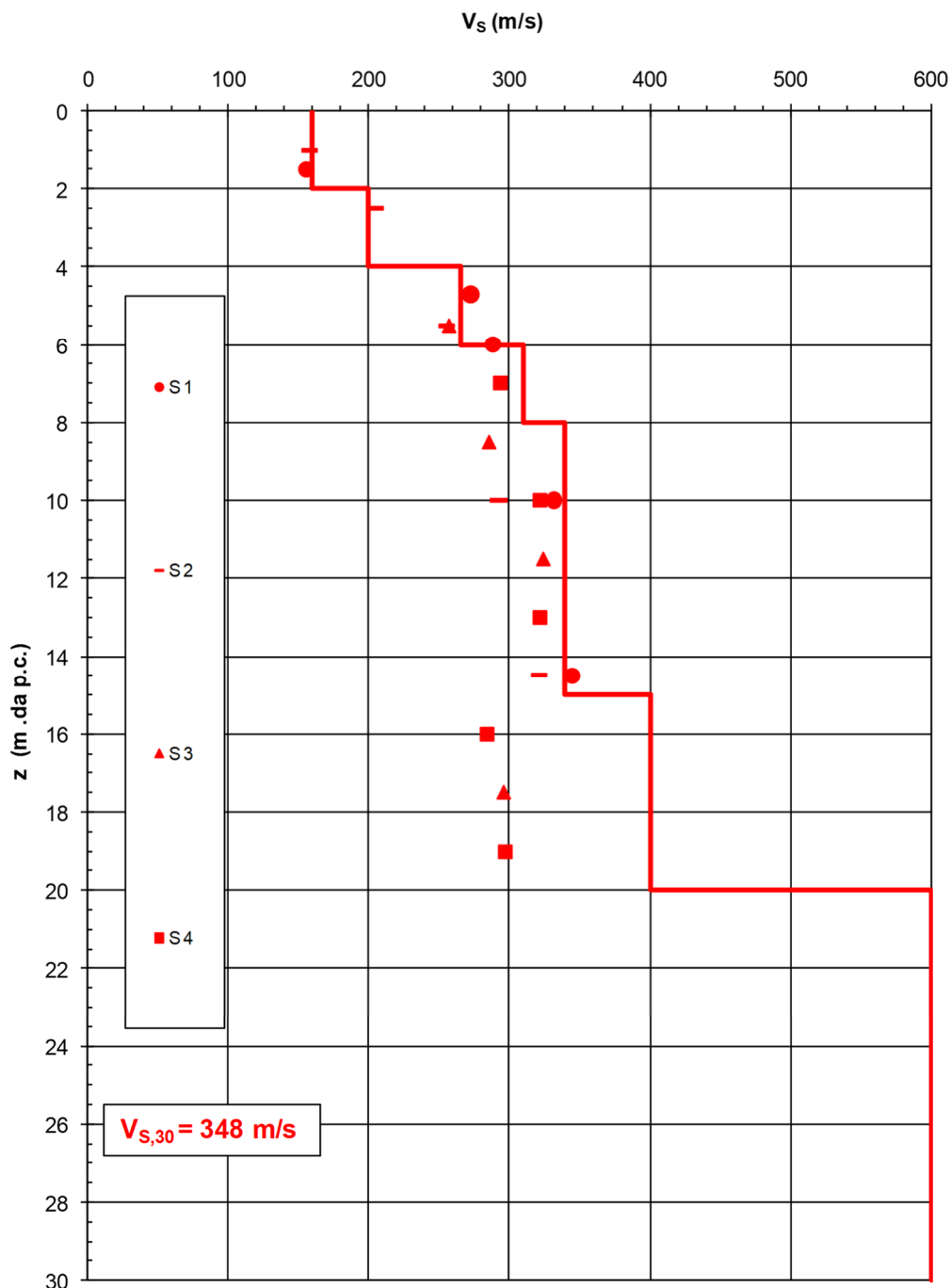


Figura 3 - Zona 1. Profilo  $V_s$  - profondità desunto dalle prove SPT (Ohta e Goto, 1978). La linearizzazione a tratti del profilo, impiegata nell'algoritmo previsionale, è rappresentata con linea rossa marcata

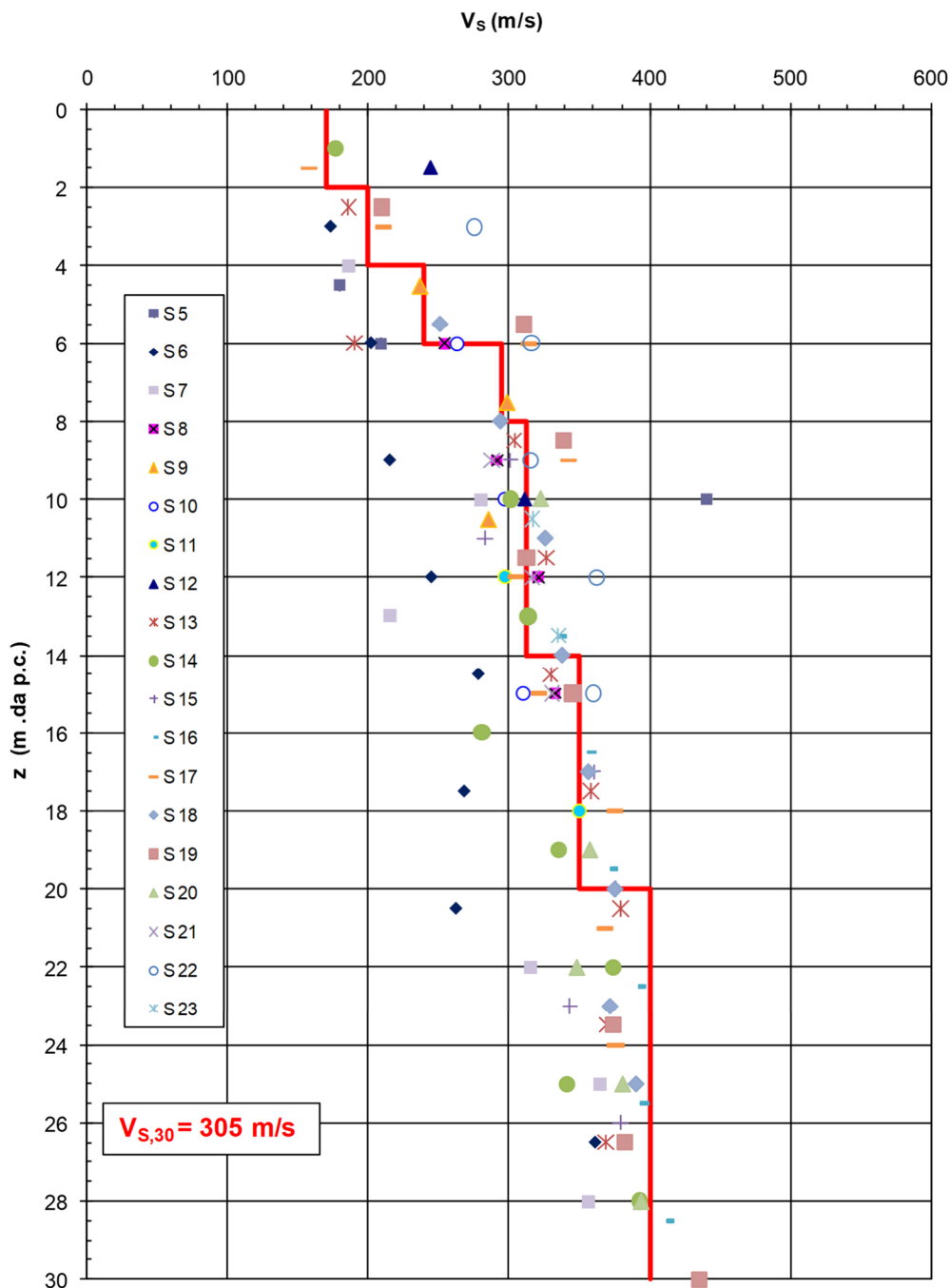


Figura 4 - Zona 2. Profilo  $V_s$  - profondità desunto dalle prove SPT (Ohta e Goto, 1978). La linearizzazione a tratti del profilo, impiegata nell'algoritmo previsionale, è rappresentata con linea rossa marcata

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

### 3.4.2 Propagazione negli edifici

Quando invece le vibrazioni nel terreno raggiungono un edificio esse si propagano attraverso le sue fondazioni e successivamente alle altre parti dell'edificio (pareti, pavimenti, soffitti), trasferendo ad esse l'energia vibratoria. Queste possono essere percepite come vibrazioni trasmesse al corpo delle persone o come rumore re-irradiato di bassa frequenza. Le vibrazioni possono a loro volta mettere in movimento alcune parti o oggetti delle abitazioni (mobili, vetri, suppellettili) e questi possono generare rumore o causare danni a strumenti sensibili. In alcuni casi le vibrazioni particolarmente elevate e ripetute nel tempo possono procurare un danno strutturale agli edifici, ma ben raramente questi effetti si verificano con infrastrutture dei trasporti.

In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno. In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenze, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

La propagazione delle vibrazioni dalle fondazioni di un edificio all'ambiente ricevente all'interno dell'edificio è un problema estremamente complesso, che richiede peraltro la conoscenza esatta della struttura dell'edificio, e può dunque essere studiato solo in fase di progettazione di un nuovo edificio e richiede solitamente metodi numerici agli elementi finiti. Nel presente studio ci si deve necessariamente basare su considerazioni molto meno dettagliate, che tuttavia hanno solide basi sperimentali ed esperienziali.

La propagazione delle vibrazioni attraverso un edificio e la radiazione sonora conseguente viene stimata utilizzando formulazioni empiriche o modelli teorici. Le formulazioni più note si basano sugli studi di Kurzweil e Melke, e sono anche disponibili in testi quali Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control. L'approccio consiste nel trattare la vibrazione proveniente dal terreno con una serie di fattori correttivi dipendenti dalla particolare configurazione dell'edificio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

<b>Fattore correttivo</b>	<b>Motivazione</b>	<b>Modalità di correzione</b>
Accoppiamento terreno-fondazioni	Fattore correttivo che rappresenta la riduzione di vibrazione nell'interfaccia suolo-fondazioni.	I fattori correttivi da utilizzare consigliati dallo studio della Federal Transit Administration sono riportati nei diagrammi seguenti. La correzione risulta nulla al piano delle fondazioni. Possono essere utilizzati valori misurati in luogo delle correzioni generiche.
Trasmissione attraverso l'edificio	L'ampiezza di vibrazione subisce una attenuazione propagandosi lungo l'edificio.	Il comportamento tipico assume che vi sia una attenuazione da 1 a 2 dB per ciascun piano.
Risonanze strutturali dei solai	L'ampiezza di vibrazione viene amplificata dalle risonanze strutturali di solai/soffitti.	Per strutture con telaio in legno la frequenza fondamentale di risonanza dei solai è solitamente nel range 15-20-Hz. Strutture in cemento armato hanno frequenze di risonanza nella gamma 20-30-Hz. L'amplificazione nel range di risonanza implica una amplificazione di almeno 6 dB.

La differenza tra il livello di vibrazione del terreno e quello dell'edificio si stima cautelativamente essere di circa **+5 dB** per tutti gli edifici.

Tali fattori costituiscono un ulteriore elemento cautelativo nella valutazione del disturbo da vibrazioni e tengono conto dell'effetto combinato delle componenti positive, quali la perdita di accoppiamento suolo-fondazioni e l'attenuazione da piano a piano e delle componenti negative di attenuazione, quali la risonanza alle frequenze proprie dei solai.

L'approccio cautelativo con cui viene affrontato il tema è confermato anche da indagini effettuate sulle altre linee ferroviarie nazionali.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA <b>IQ01</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>R22 RG</b>	DOCUMENTO <b>IM0004 001</b>	REV. <b>B</b>

### 3.4.3 Livelli di emissione massima e media

L'individuazione delle criticità che si potranno verificare con la realizzazione del progetto ha reso indispensabile determinare preventivamente i criteri di valutazione della sensibilità del territorio: a tale scopo è stato utilizzato come riferimento il censimento dei ricettori eseguito nell'ambito dello studio acustico.

Per quanto riguarda l'individuazione di criticità, in via cautelativa, si è fatto riferimento ai limiti indicati dalla norma ISO 2631/UNI 9614:1990 per le vibrazioni di livello costante, in particolare per la condizione di postura del corpo non nota, per la quale si indicano soglie uguali per tutti i tre assi di riferimento (x, y, z) di 77 dB per il giorno e 74 dB per la notte, per ambiti residenziali.

Ciò, pertanto, senza tener conto dei valori di riferimento suggeriti dalla medesima norma nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari (89,5 dB per l'asse Z - 86,7 dB per gli assi X e Y). Questi sono stati considerati esclusivamente per la condizione riferita al singolo transito di un convoglio ferroviario secondo l'emissione massima riscontrata durante le campagne di rilievo di caratterizzazione della sorgente.

La valutazione del disturbo da vibrazioni parte dalle misure di campo precedentemente riportate.

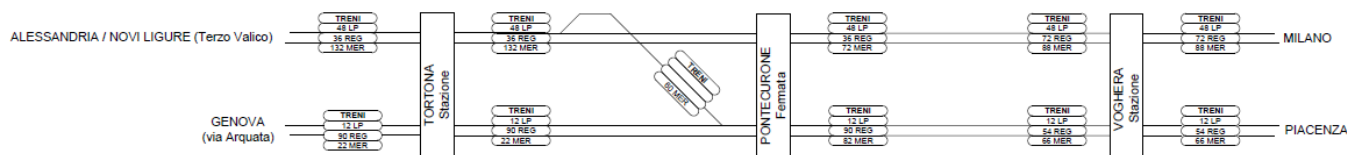
Al fine di considerare gli aspetti progettuali caratteristici è necessario parametrizzare i seguenti aspetti:

- 1) velocità di ingresso in stazione nello stato di progetto;
- 2) modello di esercizio di progetto (essendo l'analisi portata sull'emissione media delle vibrazioni sulle sezioni di interesse).

Per quanto riguarda gli aspetti della velocità, come sezione di riferimento può essere considerata la nr. 2, localizzata all'ingresso della stazione di Tortona.

Il modello di esercizio è quello di seguito riportato e già considerato per la componente Rumore:

MODELLO DI ESERCIZIO - SCENARIO A REGIME



Dalla tabella nr. 6 precedentemente riportata è possibile individuare il passaggio più critico per le categorie di treni passeggeri (Evento nr. 28) e merci (evento nr. 57).

Dal dettaglio relativo a questi due passaggi di maggior carico si hanno i seguenti livelli di accelerazione non ponderati:

**VALORE MASSIMO PASSEGGERI - SEZIONE 2, PASSAGGIO 28**

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	35,8	37,5	47,8	43,6	45,7	34,5	31,6	37,1	21,5	25,4	35,1	22,5	26,4	60,5	48,2
1.25	35,1	36,4	45,4	42,5	42,3	34,5	34	36,1	22,5	25,8	31,9	24,7	26,8	59,6	47,3
1.6	34,5	35,3	43,2	41,2	42,5	34,1	33,3	35,7	19	25,3	35,3	25,7	27,9	58,6	46,4
2	33,5	34,1	42,2	39,9	37,7	32,4	34,6	34,4	20,3	29,6	38,1	32,2	30,5	57,6	45,2
2.5	33,2	34,6	46,1	39,1	35,8	32,8	31,9	33,4	22,6	29,9	36,8	34,6	29,6	56,7	44,6
3.2	32,4	33,8	41,9	38,3	36,9	30,1	31	32,7	22,4	30,7	37,3	35,2	30	55,7	43,2
4	32,3	33,4	40	37,9	35,2	32	30,7	32,4	23,4	26,6	35,4	31,3	32	54,7	42,3
5	34,2	34	40,1	36,8	35,3	33	32,7	32,4	29	28,4	34,8	36,8	46,6	54	42,4
6.3	39	42,6	44,8	38,4	35,8	37,4	37,8	37,1	32,9	34,7	36,1	39,1	46,3	54,6	44,2
8	47,8	55,1	49,7	44,6	42,8	44,2	48,3	48,3	42	41,8	42	45,1	53,6	53,7	48,3
10	61	68,5	57	59	55,5	54,4	59,3	62,5	49,5	52,4	49,2	52,6	57,4	57,8	55,2
12.5	61,1	62,6	50,6	52,6	52,9	45,6	61,4	54,1	43,2	43,1	44,8	43,4	48,6	52,1	49,4
16	65	69,7	64,4	62	60,5	54,1	71,9	62,4	54,3	46,8	51,3	47,7	43,3	49,3	60,5
20	69,9	70,7	70,3	65,2	62	62,3	73,1	66,7	58,7	48,7	54,7	51,5	42,5	49,7	58,9
25	75,2	77,6	75,7	68,1	64,3	66,8	61,1	74,2	60,9	55,8	55,7	59,1	50,4	52	68,5
31.5	78,3	79,3	78,6	64,8	64,8	67	46,5	60,6	62,4	61,2	62,1	58,1	52,5	53,6	69,8
40	82,4	79,9	78,9	72,1	70,6	71	45,4	56,9	75,4	73,4	71,4	69,1	62,4	61,9	68,7
50	86,2	82,9	89,5	75,9	71,5	73,9	54,1	60,9	71,5	73,7	77,3	77,5	61,4	60,2	69
63	91,1	90,9	89,7	78,2	73,6	75,6	57,9	61,6	65,7	78,2	81,4	85,4	64,1	68,5	69,4
80	88,4	92	83,2	71,2	73,3	76	53,2	55,2	55,1	74,9	81,7	83,3	65,4	64,9	62,9
100	79,6	87,7	79,9	67,1	69,5	64,3	36,9	40,8	41,2	74,2	83,1	72,1	63,8	66,8	61,4
125	60,9	65,7	71,6	56,5	60,3	55,3	31,8	31,3	33,5	68,2	69,9	66,8	53	52,2	51,9
160	57,4	55,1	67,2	53,8	52,8	52,2	29,5	29,8	29	50,3	53,3	65,2	49,8	41,8	57,4
200	54	51,5	59,6	50,4	50,6	49,9	30,7	30,2	30,4	41,6	43,9	56,7	50,4	42,1	57,9
250	50,9	51,6	52,3	50	50,2	50,4	31,8	31,3	31,5	37,7	38,7	49,9	52	45,8	59,6
320	48	49,1	50,2	48,2	49,2	48,8	31,2	30,1	30,8	44	46,4	45,9	49,4	47,9	54
<b>Lw (dB)=</b>	<b>79</b>			<b>68</b>			<b>69</b>			<b>70</b>			<b>69</b>		

**VALORE MASSIMO MERCI - SEZIONE 2, PASSAGGIO 57**

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
<b>F (Hz)</b>	<b>dB</b>														
1	38,8	38,4	46,7	52,9	44,9	33,9	34	25,7	29	23,5	32,9	21,7	27,8	58,1	45,6
1.25	37,5	37,2	40,4	51,9	43,9	33,4	35,6	26,1	26,6	24,3	34,6	18,7	27	57,1	44,8
1.6	36,4	36,3	41,5	51,1	43,2	32,4	33,2	24	25,4	22,2	33,6	20,1	25,3	56,1	43,8
2	35,6	35,3	40,7	50	41,9	32,1	31,3	25,1	24,2	22,9	32,7	20,3	26,4	55,1	42,7
2.5	35,5	35,6	46	49,2	40,9	30,8	33	29	31,3	25,2	34,5	32	30	54,2	42,3
3.2	38,7	35,8	48,3	48,2	40,7	31	33,5	33,9	38,8	31	34,9	41,6	39,4	53,3	44,1
4	42,3	39,4	50	48,2	40,9	30,3	38,7	38,4	44,8	37,5	38	47,6	50,8	54,1	47,9
5	43,7	38,6	48,4	46,7	42,2	30,7	40,9	36	40,8	37,3	36	45,5	54,2	54,2	46,2
6.3	48,2	45,7	49	47	44,2	29,9	46,5	44,5	44,2	41,9	39,2	46,2	55,3	57,7	49
8	51,5	55,5	51,7	48,6	43,9	30,8	49,9	50,4	47,4	44,7	43,6	48,9	57	55,8	50,3
10	54,6	57,1	50,5	48	45,7	30,7	53	51,2	42,7	41,9	42,5	44,8	48,3	52,3	47,2
12.5	60,6	63,8	53,3	53,9	52	31,1	61,1	56	45,5	44,6	45,3	44,3	46,7	50,2	51,2
16	63,3	66,7	61,4	60	57,4	33,9	68,9	59,5	51,3	46,7	48,7	45,8	42,6	47,6	58,9
20	70,5	71,4	70,4	65	64	56,1	69,2	63,7	58,1	49,9	53,6	52,1	48,1	52,1	62,6
25	73,6	74,6	74,4	64,9	62,7	49,4	58,8	68,3	59	56,6	55,8	57,4	47,7	50,2	64,6
31.5	78,2	80,5	79,5	67,9	67,8	40,9	51,2	64,9	64,4	62,3	63,4	60	55,5	55,8	75,5
40	80,1	80,6	82,6	70,6	71,9	36,4	44,1	57,3	74,7	71,1	73,5	68,7	60,4	61	68,7
50	84,8	81,9	86,5	74,6	74,2	37,4	53,4	58,4	71	72,7	76,2	76,7	60,2	57,6	68,7
63	91,6	91,4	90,6	76,3	77	41,6	56,1	59,9	64,3	74	78,6	82,1	62,1	65,4	66,8
80	88,8	91	84	65,8	76,1	54,8	51,1	51,7	53	72,1	78,2	79,6	64,6	64	61,7
100	75,9	83,8	76,3	62,2	70,2	42,2	35,9	38,5	39,7	70,4	78,6	69,1	64,6	67,2	61,4
125	59	63,3	69	55,7	57	49,1	32,7	31,9	33,9	66,4	67,7	63,8	56,4	54,9	54,7
160	55,6	53,7	65,7	55	52,3	45,9	30	31	29,3	49,5	50,4	63,4	51,7	41,5	58,9
200	53,6	51,7	59,5	51,7	50,6	50	31,2	31,1	31,1	42,1	43,4	58,7	53,1	43,8	60,4
250	51	51,5	52,6	50,5	50	49,8	32,2	31,6	31,6	41,1	39,6	52,3	54	47,3	61,6
320	48,5	50,5	53,3	49,8	50,5	48,1	32,4	30,8	31,3	50	52,9	52,5	54,3	52,4	59,3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>79</b>			<b>67</b>			<b>66</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

Applicando i filtri di ponderazione e calcolando i livelli di accelerazione complessiva per ogni asse e per le prime tre distanze dal binario (indicativamente 5-15-25 metri), si ha:

A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V
35,8	37,5	41,8	43,6	45,7	28,5	31,6	37,1	15,5
35,1	36,4	40,4	42,5	42,3	29,5	34	36,1	17,5
34,5	35,3	39,2	41,2	42,5	30,1	33,3	35,7	15
33,5	34,1	39,2	39,9	37,7	29,4	34,6	34,4	17,3
31,2	32,6	44,1	37,1	33,8	30,8	29,9	31,4	20,6
28,4	29,8	40,9	34,3	32,9	29,1	27	28,7	21,4
26,3	27,4	40	31,9	29,2	32	24,7	26,4	23,4
26,2	26	40,1	28,8	27,3	33	24,7	24,4	29
29	32,6	44,8	28,4	25,8	37,4	27,8	27,1	32,9
35,8	43,1	49,7	32,6	30,8	44,2	36,3	36,3	42
47	54,5	55	45	41,5	52,4	45,3	48,5	47,5
45,1	46,6	46,6	36,6	36,9	41,6	45,4	38,1	39,2
47	51,7	58,4	44	42,5	48,1	53,9	44,4	48,3
49,9	50,7	62,3	45,2	42	54,3	53,1	46,7	50,7
53,2	55,6	65,7	46,1	42,3	56,8	39,1	52,2	50,9
54,3	55,3	66,6	40,8	40,8	55	22,5	36,6	50,4
56,4	53,9	64,9	46,1	44,6	57	19,4	30,9	61,4
58,2	54,9	73,5	47,9	43,5	57,9	26,1	32,9	55,5
61,1	60,9	71,7	48,2	43,6	57,6	27,9	31,6	47,7
56,4	60	63,2	39,2	41,3	56	21,2	23,2	35,1
<b>65,5</b>	<b>66,2</b>	<b>77,3</b>	<b>56,0</b>	<b>54,1</b>	<b>65,4</b>	<b>57,4</b>	<b>55,4</b>	<b>63,6</b>
TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z	TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z	TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z
	<b>77,9</b>			<b>66,1</b>			<b>65,0</b>	

A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V
38,8	38,4	40,7	52,9	44,9	27,9	34	25,7	23
37,5	37,2	35,4	51,9	43,9	28,4	35,6	26,1	21,6
36,4	36,3	37,5	51,1	43,2	28,4	33,2	24	21,4
35,6	35,3	37,7	50	41,9	29,1	31,3	25,1	21,2
33,5	33,6	44	47,2	38,9	28,8	31	27	29,3
34,7	31,8	47,3	44,2	36,7	30	29,5	29,9	37,8
36,3	33,4	50	42,2	34,9	30,3	32,7	32,4	44,8
35,7	30,6	48,4	38,7	34,2	30,7	32,9	28	40,8

A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V
38,2	35,7	49	37	34,2	29,9	36,5	34,5	44,2
39,5	43,5	51,7	36,6	31,9	30,8	37,9	38,4	47,4
40,6	43,1	48,5	34	31,7	28,7	39	37,2	40,7
44,6	47,8	49,3	37,9	36	27,1	45,1	40	41,5
45,3	48,7	55,4	42	39,4	27,9	50,9	41,5	45,3
50,5	51,4	62,4	45	44	48,1	49,2	43,7	50,1
51,6	52,6	64,4	42,9	40,7	39,4	36,8	46,3	49
54,2	56,5	67,5	43,9	43,8	28,9	27,2	40,9	52,4
54,1	54,6	68,6	44,6	45,9	22,4	18,1	31,3	60,7
56,8	53,9	70,5	46,6	46,2	21,4	25,4	30,4	55
61,6	61,4	72,6	46,3	47	23,6	26,1	29,9	46,3
56,8	59	64	33,8	44,1	34,8	19,1	19,7	33
<b>65,2</b>	<b>65,7</b>	<b>77,0</b>	<b>59,6</b>	<b>55,4</b>	<b>49,5</b>	<b>54,5</b>	<b>51,0</b>	<b>63,2</b>
TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z	TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z	TOTALE X	TOTALE Y	TOTALE Z
	<b>77,6</b>			<b>61,3</b>			<b>64,0</b>	

Considerando nel calcolo una velocità di partenza di circa 50 km/h sulla sezione 2 (portandola a 80 km/h nella situazione di progetto) e i contributi di accelerazione dovuta alla propagazione negli edifici (+5 dB) si ottengono i seguenti valori di accelerazione massima in funzioni delle distanze:

x	y	z	
72,5	73,2	84,3	regionale a 5 metri
63,1	61,1	72,4	regionale a 15 metri
64,4	62,5	70,7	regionale a 25 metri

x	y	z	
67,2	67,7	79,1	merci a 5 metri
61,6	57,4	51,5	merci a 15 metri
56,5	53,1	65,2	merci a 25 metri

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA <b>IQ01</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>R22 RG</b>	DOCUMENTO <b>IM0004 001</b>	REV. <b>B</b>

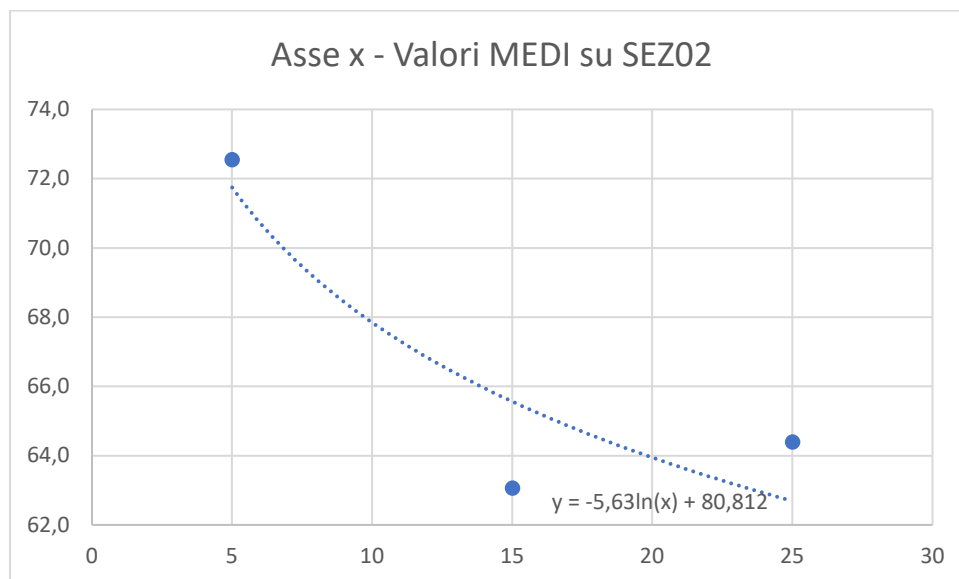
### 3.4.4 Modello di attenuazione

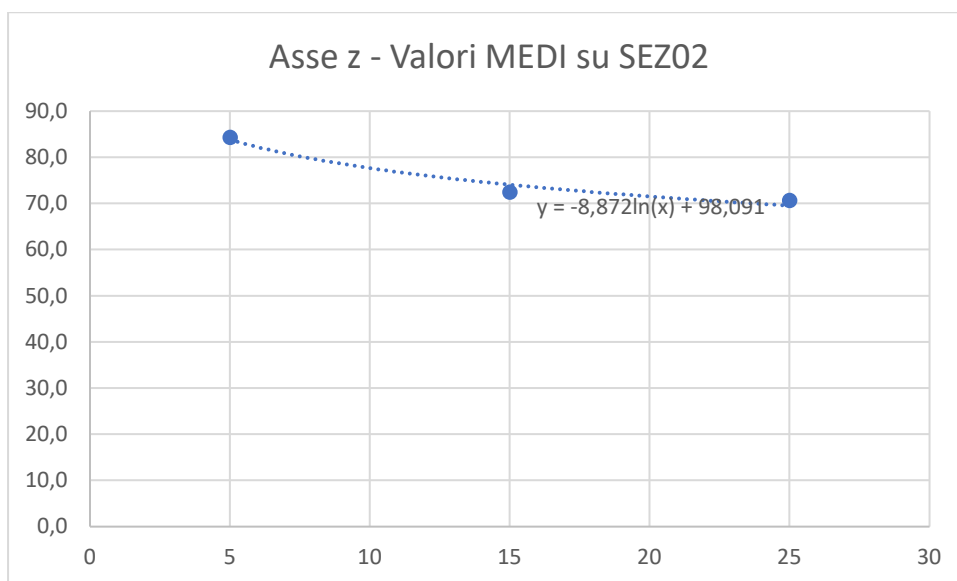
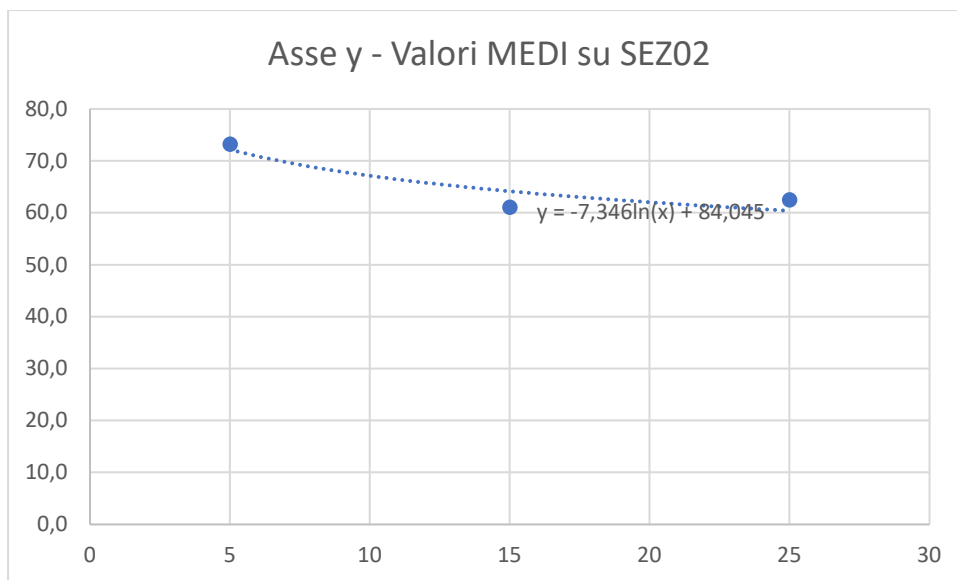
Per la determinazione dei livelli di emissione complessivi si è fatto riferimento invece all'intero modello di esercizio previsto nell'arco delle 24 ore, distinguendo il numero di transiti nel periodo diurno e notturno, e considerando i valori emissivi medi per ciascuna tipologia di convoglio desunti dall'analisi dei dati sperimentali rilevati dalle indagini sul campo e corretti in funzione delle varie velocità di percorrenza previste.

Anche in questo caso per tener conto della differente tipologia di treno sono stati applicati dei fattori di correzione ai valori sperimentali desunti in ragione della non disponibilità di dati specifici derivanti dalle campagne di misura.

Il contributo energetico associato all'intero modello di esercizio è stato poi rapportato all'intero periodo diurno e notturno. Anche in questo caso le analisi hanno tenuto conto della propagazione all'interno degli edifici considerando un fattore cautelativo di amplificazione di **+5dB** per tener conto della propagazione nell'accoppiamento terreno-fondazioni.

I modelli di attenuazione con la distanza dalla mezzeria dell'asse del binario esterno possono essere così ricavati ed illustrati dai seguenti grafici, riferiti ai tre assi x, y, e z:





Considerando quindi i livelli di emissione complessivi, dall'applicazione del modello previsionale individuato, si evince:

- Il livello limite diurno di 77 dB per le abitazioni nel periodo diurno viene raggiunto internamente agli edifici ad una distanza inferiore a 7 metri dalla mezzera del binario esterno;
- Il livello limite notturno di 74 dB per le abitazioni nel periodo notturno viene raggiunto internamente agli edifici ad una distanza inferiore a 5 metri dalla mezzera del binario esterno.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

### 3.4.5 Valutazione del livello di vibrazione sui ricettori

L'individuazione delle aree critiche si basa sull'analisi del contesto territoriale attraversato dalla linea ferroviaria oggetto di studio e dalle analisi sviluppate nell'ambito dello studio acustico di individuazione dei ricettori all'interno dei diversi ambiti di studio. Specificatamente alle analisi vibrazionali l'analisi del contesto territoriale è stata eseguita assumendo un ambito di studio definito da una ampiezza di 50 m per lato.

La determinazione dei livelli equivalenti delle accelerazioni calcolate secondo il modello di esercizio futuro della linea ferroviaria oggetto di studio e riferiti sia al singolo transito ferroviario che all'intero modello di esercizio attraverso il modello previsionale specifico, ha individuato nei diversi casi una distanza dall'asse dalla sorgente emissiva alla quale vengono raggiunti i valori limite previsti dalla norma UNI 9614:1990 sia nel caso di singolo transito emissivo (valori vibrazioni di origine ferroviaria indicati in appendice A4) sia nel caso di modello di esercizio complessivo (valori vibrazioni livelli costante) nel periodo diurno e notturno.

Di seguito si riportano le distanze alle quali i suddetti limiti soglia vengono raggiunti nelle diverse condizioni di analisi assunte nello studio previsionale.

Massima emissione singolo transito			Emissione complessiva modello di esercizio	
Limite asse X	Limite asse Y	Limite asse Z	Limite diurno	Limite notturno
86,7 dB	86,7 dB	89,5 dB	77 dB	74 dB
< 5 metri	< 5 metri	< 5 metri	< 7 metri	< 5 metri

*Tabella 3-7 Tabella di sintesi dell'applicazione del modello previsionale: distanze alle quali vengono raggiunti i livelli soglia indicati dalla norma UNI 9614:1990 nelle diverse condizioni di emissione*

Ne consegue quindi come all'interno delle suddette fasce e riportate in Tabella 3-7, gli edifici residenziali ubicati all'interno risultino essere soggetti a livelli di vibrazione indotti dalla ferrovia superiori a quelli limite e quindi soggetti a potenziale disturbo vibrazionale.

Considerando in primo luogo la condizione associata al transito di un singolo convoglio ferroviario, le ridotte distanze alle quali si trovano i valori limiti consentono di escludere condizioni di potenziale criticità.

La condizione di assenza di aree critiche, ovvero di ricettori residenziali con livelli di vibrazione superiori a quelli limite previsti dalla norma UNI 9614:1990 nel caso di vibrazioni costanti, viene verificata anche considerando l'intero programma di esercizio di progetto nel periodo diurno e notturno.



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>  <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01	CODIFICA R22 RG	DOCUMENTO IM0004 001	REV. B

Anche in questo caso, infatti, non si riscontrano distanze per le quali si possano presentare condizioni di criticità, sulla base del censimento dei ricettori effettuato (77 dB nel periodo diurno, 74 dB nel periodo notturno).



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA VOGHERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R22 RG	IM0004 001	B	90 di 90

## ALLEGATO A

**CARATTERIZZAZIONE DELLE VIBRAZIONI DA SORGENTE FERROVIARIA  
IN CORRISPONDENZA DI DUE SEZIONI DELLA LINEA VOGHERA-TORTONA**

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**INDICE**

1	PREMESSA.....	2
2	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE MISURE VIBRAZIONALI .....	2
3	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	3
3.1	TAVOLE PLANIMETRICHE E RILIEVI FOTOGRAFICI DELLE SEZIONI DI MISURA.....	7
4	QUADRO DEI TRANSITI.....	11
5	VALORI SPETTRALI .....	13
6	SPETTRI SORGENTE MISURATI IN PROSSIMITÀ DELLA LINEA FERROVIARIA .....	67
7	MEDIE E SCARTO QUADRATICO DEI VALORI SPETTRALI MISURATI.....	67
8	MEDIE E SCARTO QUADRATICO DELLE ATTENUAZIONI TRA I PUNTI DI MISURA.....	78

## **STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

### **1 PREMESSA**

Il presente rapporto tecnico riferisce in merito ai rilievi di caratterizzazione dei transiti ferroviari, eseguiti in corrispondenza di due distinte sezioni di misura prossime alla linea ferroviaria ed ubicate sulla tratta Voghera - Tortona. In particolare una sezione di misura è stata ubicata nell'abitato di Pontecurone ed una sezione di misura è stata ubicata nell'abitato di Tortona.

I rilievi sono stati effettuati con acquisizione di n. 5 postazioni di misura accelerometriche ciascuna costituita da n. 3 accelerometri monoassiali a costituire una terna di sensori mutuamente ortogonali ed acquisendo contemporaneamente tutti i sensori di misura.

La campagna di misure è stata condotta nei giorni 13 e 14 maggio 2010. In particolare il giorno 13 maggio 2010 le misure hanno interessato il sito di via F.lli Kennedy a Pontecurone ed il giorno 14 maggio 2010 le misure hanno interessato il sito di via Cuniolo a Tortona.

### **2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE MISURE VIBRAZIONALI**

Le registrazioni sono state eseguite in corrispondenza dei transiti ferroviari rilevati lungo la linea sui binari più prossimi a ciascun sito di misura.

Per l'esecuzione delle misure e prove è stata impiegata una rete di sensori accelerometrici ubicati come indicato nelle tavole grafiche allegate (vedi Figure da C1e C4). In linea generale un sensore è stato posizionato in prossimità della linea ferroviaria e quattro sensori sono stati dedicati alla caratterizzazione della risposta vibrazionale al variare della distanza dalla sorgente di misura in campo libero o all'interno di punti ricettori definiti.

I rilievi sono stati effettuati a fronte del superamento di valori di soglia preimpostati o «trigger» connessi nel caso specifico con il transito del convoglio, oppure con attivazione manuale dell'operatore al raggiungimento di una posizione di relativa vicinanza del treno al ricettore.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

E' stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Sistema di acquisizione dati:

Sistema di controllo e acquisizione automatico composto da un personal computer dotato di scheda di acquisizione analogico/digitale (A/D) a 16 bit ad elevate prestazioni. Il sistema – gestito da software appositamente sviluppato e operante in ambiente Windows – consente una completa supervisione all'esecuzione delle prove e dei rilievi delle postazioni di misura individuate;

- Sensori accelerometrici:

in corrispondenza di ciascuna postazione di misura è stata utilizzata una terna accelerometrica costituita da tre sensori accelerometrici sismici monoassiali PCB 393B12. Di seguito si riporta un estratto della scheda tecnica del sensore fornita dal costruttore:

Model Number <b>393B12</b>	<b>SEISMIC ICP® ACCELEROMETER</b>		Revision J ECN # 25881
<b>Performance</b>	<b>ENGLISH</b>	<b>SI</b>	<b>OPTIONAL VERSIONS</b>
Sensitivity(± 10 %)	10,000 mV/g	1019.4 mV/(m/s <sup>2</sup> )	Optional versions have identical specifications and accessories as listed for the standard model except where noted below. More than one option may be used.
Measurement Range	0.5 g pk	4.9 m/s <sup>2</sup> pk	
Frequency Range(± 5 %)	0.15 to 1000 Hz	0.15 to 1000 Hz	
Frequency Range(± 10 %)	0.10 to 2000 Hz	0.10 to 2000 Hz	
Frequency Range(± 3 dB)	0.05 to 4000 Hz	0.05 to 4000 Hz	
Resonant Frequency	≥ 10 kHz	≥ 10 kHz	
Phase Response(± 5 °)	1 to 1000 Hz	1 to 1000 Hz	
Broadband Resolution(1 to 10,000 Hz)	0.000068 g rms	0.00008 m/s <sup>2</sup> rms	[1]
Non-Linearity	± 1 %	± 1 %	[2]
Transverse Sensitivity	± 7.0 %	± 7.0 %	
<b>Environmental</b>			
Overload Limit(Shock)	± 5000 g pk	± 49,050 m/s <sup>2</sup> pk	
Temperature Range	-50 to +180 °F	-45 to +82 °C	
Temperature Response	See Graph	See Graph	
Base Strain Sensitivity	± 0.0005 g/µε	± 0.005 (m/s <sup>2</sup> )/µε	[1]
<b>Electrical</b>			<b>NOTES:</b>
Excitation Voltage	18 to 30 VDC	18 to 30 VDC	[1] Typical.
Constant Current Excitation	2 to 20 mA	2 to 20 mA	[2] Zero-based, least-squares, straight line method.
Output Impedance	<1000 ohm	<1500 ohm	[3] See PCB Declaration of Conformance PS023 for details.
Output Bias Voltage	8 to 12 VDC	8 to 12 VDC	
Discharge Time Constant	± 3.5 sec	± 3.5 sec	
Setting Time	<80 sec	<80 sec	
Spectral Noise(1 Hz)	1.30 µg/√Hz	12.7 (µm/s <sup>2</sup> )/√Hz	[1]
Spectral Noise(10 Hz)	0.32 µg/√Hz	3.1 (µm/s <sup>2</sup> )/√Hz	[1]
Spectral Noise(100 Hz)	0.13 µg/√Hz	1.3 (µm/s <sup>2</sup> )/√Hz	[1]
Spectral Noise(1 kHz)	0.10 µg/√Hz	1.0 (µm/s <sup>2</sup> )/√Hz	[1]
Electrical Isolation(Case)	≥ 10 <sup>8</sup> ohm	≥ 10 <sup>8</sup> ohm	
<b>Physical</b>			<b>SUPPLIED ACCESSORIES:</b>
Sensing Element	Ceramic	Ceramic	Model 081B20 Mounting Stud, with shoulder (1/4-28 to 1/4-28) (1)
Sensing Geometry	Shear	Shear	Model 085A31 Protective Thermal Jacket (1)
Housing Material	Stainless Steel	Stainless Steel	Model ACS-1 MIST traceable frequency response (10 Hz to upper 9% point) (1)
Sealing	Hermetic	Hermetic	Model ACS-4 Single-axis, low frequency phase and amplitude response calibration (1)
Size (Hex x Height)	1 3/16 in x 2 3/16 in	30.2 mm x 55.6 mm	Model M081B20 Mounting Stud 1/4-28 to M8 X 0.75 (1)
Weight	7.4 oz	210 gm	
Electrical Connector	2-Pin MIL-C-5015	2-Pin MIL-C-5015	
Electrical Connection Position	Top	Top	
Mounting Thread	1/4-28 Female	1/4-28 Female	
Mounting Torque	2 to 5 ft-lb	2.7 to 6.8 N-m	
<b>CE</b> [3]			
All specifications are at room temperature unless otherwise specified. In the interest of constant product improvement, we reserve the right to change specifications without notice. ICP® is a registered trademark of PCB Group, Inc.			
		<b>PCB PIEZOTRONICS™</b> VIBRATION DIVISION 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043 Phone: 716-684-0001 Fax: 716-685-3886 E-Mail: vibration@pcb.com	
Entered: [Signature]	Engineer: [Signature]	Sales: [Signature]	Approved: [Signature] Spec Number: 393-2120-80
Date: 2-21-07	Date: 2/23/07	Date: 2/23/07	Date: 2/23/07

Nella tabella di seguito riportata vengono indicati per ciascun sensore di misura la posizione di impiego ed il numero di matricola del sensore. Per brevità sono state omesse le costanti strumentali già inserite nel programma di acquisizione dati in funzione durante l'esecuzione della campagna di misure in oggetto. Le direzioni di misura sono così identificate:

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

- L: parallela alla linea in direzione Voghera
- T: perpendicolare alla linea
- V: verticale

**Sezione Pontecurone**

<b>Posizione</b>	<b>Sensore</b>	<b>Numero di serie</b>
A1L	PCB Piezotronics – 393B12	9252
A1T	PCB Piezotronics – 393B12	9254
A1V	PCB Piezotronics – 393B12	13399
A2L	PCB Piezotronics – 393B12	13401
A2T	PCB Piezotronics – 393B12	13425
A2V	PCB Piezotronics – 393B12	13428
A3L	PCB Piezotronics – 393B12	13430
A3T	PCB Piezotronics – 393B12	13434
A3V	PCB Piezotronics – 393B12	13435
A4L	PCB Piezotronics – 393B12	13436
A4T	PCB Piezotronics – 393B12	13440
A4V	PCB Piezotronics – 393B12	16913
A5L	PCB Piezotronics – 393B12	16914
A5T	PCB Piezotronics – 393B12	17545
A5V	PCB Piezotronics – 393B12	17546

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A****Sezione Tortona**

<b>Posizione</b>	<b>Sensore</b>	<b>Numero di serie</b>
A1L	PCB Piezotronics – 393B12	9252
A1T	PCB Piezotronics – 393B12	9254
A1V	PCB Piezotronics – 393B12	13399
A2L	PCB Piezotronics – 393B12	13430
A2T	PCB Piezotronics – 393B12	13434
A2V	PCB Piezotronics – 393B12	13435
A3L	PCB Piezotronics – 393B12	13436
A3T	PCB Piezotronics – 393B12	13440
A3V	PCB Piezotronics – 393B12	16913
A4L	PCB Piezotronics – 393B12	16914
A4T	PCB Piezotronics – 393B12	17545
A4V	PCB Piezotronics – 393B12	17546
A5L	PCB Piezotronics – 393B12	13401
A5T	PCB Piezotronics – 393B12	13425
A5V	PCB Piezotronics – 393B12	13428

- Banchi di alimentazione dei sensori

Per l'alimentazione dei sensori sono stati utilizzati banchi PCB 483A11 appositamente studiati per l'impiego in combinazione con i sensori utilizzati.

Nel caso della sezione di misura di Pontecurone sono stati posizionati i seguenti sensori (Vedi Fig. C1 e Fig. C3):

- A1: in prossimità della linea al piede del rilevato ferroviario;
- A2: a 15 metri da A1;
- A3: a 25 metri da A2;
- A4: a 30 metri da A3;
- A5: a 40 metri da A4.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Nel caso della sezione di misura di Tortona sono stati posizionati i seguenti sensori (Vedi Fig. C2 e Fig. C4):

- A1: in prossimità della linea al piede del rilevato ferroviario;
- A2: a 15 metri da A1;
- A3: a 25 metri da A2;
- A4: fronte edificio al piede del fabbricato;
- A5: centro solaio a piano secondo.



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**4 TAVOLE PLANIMETRICHE E RILIEVI FOTOGRAFICI DELLE SEZIONI DI MISURA**

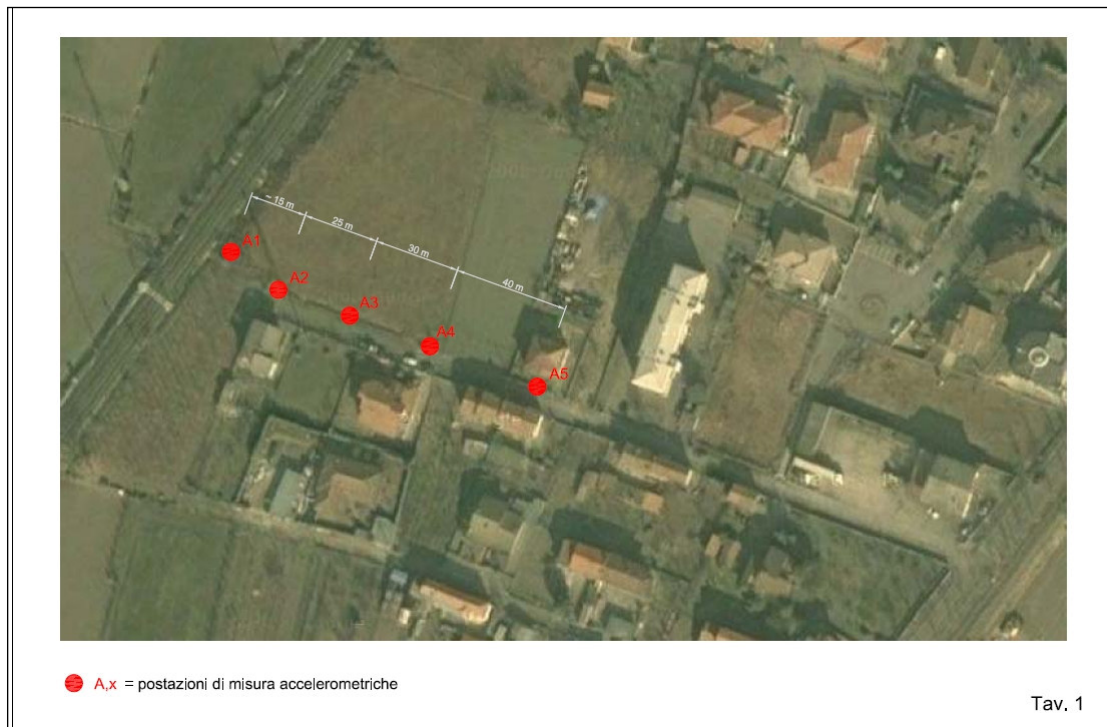


Figura C1: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Inquadramento del sito e posizione dei sensori di misura.



Figura C2: Sezione di misura 2 (Tortona). Inquadramento del sito e posizione dei sensori di misura.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**



	
Foto 1: Sezione 1 – Pontecurone. Postazione di misura accelerometrica A1 in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria	Foto 2: Sezione 1 – Pontecurone. Postazione di misura accelerometrica A2 a circa 15 m di distanza dalla postazione A1
	
Foto 3: Sezione 1 – Pontecurone. Postazione di misura accelerometrica A3 a circa 25 m di distanza dalla postazione A2	Foto 4: Sezione 1 – Pontecurone. Postazione di misura accelerometrica A4 a circa 30 m di distanza dalla postazione A3
	
Foto 5: Sezione 1 – Pontecurone. Postazione di misura accelerometrica A5 a circa 40 m di distanza dalla postazione A4	Foto 6: Sezione 1 – Pontecurone. Vista di insieme dell'area di esecuzione dei rilievi vibrazionali

Figura C3: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Foto delle posizioni dei punti di misura.



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

	
<p>Foto 7: Sezione 2 – Tortona. Postazione di misura accelerometrica A1 in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria</p>	<p>Foto 8: Sezione 2 – Tortona. Postazione di misura accelerometrica A2 a circa 15 m di distanza dalla postazione A1</p>
	
<p>Foto 9: Sezione 2 – Tortona. Postazione di misura accelerometrica A3 a circa 26.5 m di distanza dalla postazione A2</p>	<p>Foto 10: Sezione 2 – Tortona. Postazione di misura accelerometrica A4 ai piedi del fabbricato a circa 22.5 m di distanza dall'infrastruttura ferroviaria</p>
	
<p>Foto 11: Sezione 2 – Tortona. Postazione di misura accelerometrica A5 a centro solaio a piano secondo del fabbricato, lato linea ferroviaria</p>	<p>Foto 12: Sezione 2 – Tortona. Vista di insieme dell'area di esecuzione dei rilievi vibrazionali dal piano alto del ricettore</p>

Figura C4: Sezione di misura 2 (Tortona). Foto delle posizioni dei punti di misura e della tipologia dei treni in transito.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

	
<p>Foto 13: Sezione 2 – Tortona. Tipologia di treno passeggeri in transito presso la sezione di misura</p>	<p>Foto 14: Sezione 2 – Tortona. Tipologia di treno merci in transito presso la sezione di misura</p>

Figura C4 (continua): Sezione di misura 2 (Tortona). Foto delle posizioni dei punti di misura e della tipologia dei treni in transito.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**5 QUADRO DEI TRANSITI**

Tabella C1: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transiti utili misurati sulla linea ferroviaria e livelli equivalenti calcolati a partire dalle registrazioni accelerometriche.

ID	Descrizione treno						Livelli equivalenti (dB)				
	ora	Tipologia	Direzione	n. carrozze	binario	Velocità	A1	A2	A3	A4	A5
1_SE2	12.00.00	passengeri	Tortona	10	dispari		94	82	67	60	69
1_SE4	12.09.00	passengeri	Voghera	10	pari		90	78	67	60	67
1_SE5	12.13.00	passengeri	Voghera	10	pari		89	78	65	58	69
1_SE6	12.14.00	passengeri	Tortona	7	dispari		93	83	68	62	70
1_SE8	12.30.00	merci	Voghera	15	pari		87	76	66	61	66
1_SE10	12.42.00	merci	Tortona	19	dispari		89	77	67	60	66
1_SE11	12.46.00	merci	Voghera	22	pari		87	76	65	59	66
1_SE12	12.49.00	passengeri	Voghera	12	pari		90	77	64	58	68
1_SE13	12.51.00	passengeri	Voghera	3	pari		80	67	55	49	68
1_SE14	12.52.00	passengeri	Tortona	10	dispari		92	81	66	59	68
1_SE16	12.57.00	passengeri	Voghera	6	pari		87	75	63	57	69
1_SE18	13.03.00	passengeri	Voghera	10	pari		89	77	66	58	71
1_SE21	13.17.00	passengeri	Tortona	3	dispari		84	71	63	56	66
1_SE23	13.24.00	passengeri Eurostar	Tortona	9	dispari		92	81	67	61	68
1_SE26	13.38.00	merci	Tortona	30	dispari		88	75	63	57	65
1_SE26bis	13.38.00	passengeri	Voghera	3	pari		82	69	58	50	69
1_SE28	13.44.00	merci	Voghera	12	pari		88	76	65	59	68
1_SE29	13.54.00	passengeri Eurostar	Tortona	11	dispari		92	81	65	59	68
1_SE30	14.01.00	merci	Tortona	9	dispari		92	80	66	61	68
1_SE31	14.22.00	passengeri	Voghera	4	pari	molto lento	83	71	59	50	69
1_SE32	14.27.00	passengeri	Voghera	9	pari		87	75	62	56	67
1_SE33	14.28.00	passengeri	Voghera	8	pari		90	76	64	57	69
1_SE34	14.32.00	motrice	Voghera	1	pari		82	69	60	54	70
1_SE36	14.40.00	passengeri	Voghera	9	pari		87	75	63	56	66
1_SE38	14.49.00	merci	Voghera	19	pari	lento	86	74	65	60	66
1_SE45	15.00.00	passengeri	Tortona	9	dispari	veloce	94	84	68	60	70

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C2: Sezione di misura 2 (Tortona). Transiti utili misurati sulla linea ferroviaria e livelli equivalenti calcolati a partire dalle registrazioni accelerometriche.

ID	Descrizione treno						Livelli equivalenti (dB)				
	ora	Tipologia	Direzione	n. carrozze	binario	Velocità	A1	A2	A3	A4	A5
2_SE28	12.03.00	passengeri	Voghera	10	pari	lento	79	68	69	70	69
2_SE29	12.08.00	passengeri	Voghera	10	pari	lento	79	68	68	70	69
2_SE29bis	12.08.00	passengeri	Tortona	10	dispari	lento	73	61	62	59	68
2_SE31	12.12.00	passengeri	Tortona	7	dispari	lento	72	60	59	58	68
2_SE32	12.16.00	passengeri Eurostar	Voghera	11	pari	lento	80	69	70	70	69
2_SE33	12.18.00	motrice	Tortona	1	dispari	lento	73	62	63	57	70
2_SE37	12.36.00	passengeri	Voghera	9	pari	veloce	78	67	68	68	68
2_SE39	12.43.00	passengeri	Voghera	2	pari	veloce	72	62	60	61	68
2_SE43	12.49.00	passengeri	Voghera	7	pari	medio	75	66	65	65	68
2_SE45	12.57.00	merci	Tortona	10	dispari	veloce	76	64	62	63	67
2_SE46	12.58.00	passengeri	Voghera	7	pari	veloce	77	68	69	68	68
2_SE54	13.09.00	merci	Voghera	19	pari	lento	78	68	68	67	68
2_SE57	13.17.00	merci	Voghera	20	pari	lento	79	67	66	68	68
2_SE61	13.26.00	passengeri	Tortona	9	dispari	veloce	73	61	63	60	67
2_SE66	13.38.00	motrice	Voghera	1	pari	lento	71	61	61	60	67
2_SE73	13.52.00	merci	Voghera	32	pari	lento	76	65	62	66	71
2_SE74	13.52.00	merci	Voghera	32	pari	lento	77	65	65	65	67
2_SE78	13.57.00	passengeri Eurostar	Tortona	10	dispari	veloce	76	64	65	63	67
2_SE83	14.07.00	merci	Tortona	19	dispari	veloce	75	63	63	61	68
2_SE83	14.07.00	passengeri	Voghera	10	pari	veloce	77	68	69	68	68
2_SE94	14.20.00	passengeri	Voghera	3	pari	lento	72	62	61	62	67
2_SE97	14.25.00	merci	Voghera	circa 20	pari	medio	77	66	66	66	67
2_SE99	14.30.00	passengeri	Tortona	5	dispari	veloce	78	66	64	63	69
2_SE102	14.40.00	passengeri	Voghera	7	pari	veloce	77	68	69	67	68
2_SE109	14.44.00	passengeri	Voghera	3	pari	medio	73	63	62	62	69
2_SE114	15.01.00	passengeri	Tortona	9	dispari	lento	77	65	64	63	67
2_SE119	15.08.00	passengeri	Tortona	6	dispari	medio	71	60	60	59	68
2_SE124	15.15.00	passengeri	Voghera	11	pari	medio	78	67	68	68	68

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**6 VALORI SPETTRALI**

Tabella C3: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE2. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
<b>F (Hz)</b>	<b>dB</b>														
1	53.9	57.1	62.9	42.1	41.8	38.3	27.7	35.7	21.6	24.6	22.3	31.1	33.4	62.9	50.1
1.25	54.0	56.4	57.9	41.9	40.6	36.4	26.9	35.6	24.2	24.5	24.3	30.1	32.2	62.0	49.2
1.6	53.1	55.6	69.8	41.3	40.8	35.0	27.4	35.1	22.3	22.9	20.9	30.3	30.6	61.1	48.4
2	52.6	53.8	61.3	39.7	38.8	35.6	25.6	35.2	23.2	23.5	20.7	27.8	32.1	60.0	47.5
2.5	49.2	54.3	59.1	38.5	38.2	34.8	26.2	34.6	26.1	24.3	21.3	27.3	30.4	59.0	46.5
3.2	51.4	53.9	61.5	38.2	37.4	34.6	25.9	35.7	28.2	24.6	25.0	27.4	29.2	58.1	45.4
4	51.5	53.3	65.6	39.0	39.2	35.1	32.5	37.0	31.5	30.7	30.5	31.5	31.6	57.2	44.7
5	52.6	54.4	66.0	42.3	42.8	41.2	40.1	38.2	39.7	38.8	37.2	37.9	38.7	56.1	44.8
6.3	55.2	57.6	61.0	50.2	46.6	41.8	49.2	43.1	41.0	44.0	43.6	41.3	39.8	55.2	45.1
8	57.1	64.1	64.2	51.0	52.7	42.2	47.0	47.8	38.4	44.3	44.9	36.2	40.2	54.4	42.9
10	66.1	68.4	67.9	62.3	62.9	52.8	53.5	53.3	48.2	49.2	52.0	45.6	42.8	53.6	43.7
12.5	80.0	79.4	79.2	70.0	67.9	64.1	60.0	61.5	56.7	51.6	51.8	52.7	46.8	53.5	46.8
16	88.0	81.9	77.9	83.0	84.4	81.3	65.5	65.1	67.0	54.8	58.5	62.8	46.2	53.4	54.3
20	91.4	87.6	79.1	77.6	84.3	79.4	64.7	62.9	65.8	52.4	56.3	61.7	44.4	50.9	49.2
25	91.1	93.0	84.4	77.2	79.6	69.6	62.6	58.7	56.7	50.1	49.5	47.7	37.3	49.6	41.3
31.5	96.4	100.8	98.5	85.9	85.5	69.6	69.6	66.7	61.7	52.7	54.8	46.3	41.0	49.1	43.2
40	89.4	91.9	99.4	85.5	84.4	74.2	64.6	66.9	60.6	52.5	57.7	51.2	40.0	48.1	42.2
50	86.6	93.6	106.7	83.9	83.2	82.6	69.7	72.6	64.9	60.5	68.0	56.0	40.7	47.1	45.6
63	86.6	90.3	101.8	73.4	71.0	87.6	75.0	79.1	64.7	64.2	62.7	57.2	38.6	46.3	43.2
80	82.7	82.5	92.2	61.5	65.1	78.6	67.3	71.8	57.0	58.8	44.3	51.7	35.8	45.1	39.8
100	76.8	78.9	82.1	54.5	61.5	63.9	48.2	50.5	53.3	41.1	40.0	48.8	35.9	44.6	41.0
125	72.6	75.9	76.8	51.4	58.4	58.3	44.9	40.8	55.7	39.0	46.8	55.1	32.5	44.8	40.1
160	67.2	72.0	69.7	48.2	50.2	51.8	41.8	37.2	51.0	32.8	44.5	48.4	34.3	44.7	38.2
200	72.8	74.6	73.4	52.9	52.8	53.7	38.7	38.6	41.8	34.6	35.0	36.7	34.7	42.1	37.0
250	68.1	72.7	68.4	48.0	48.6	48.7	37.7	37.5	37.7	31.9	32.7	31.4	33.5	41.1	36.7
320	69.0	77.2	69.0	49.2	50.8	49.2	39.5	38.8	37.3	32.9	33.6	34.2	42.8	42.9	42.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>94</b>			<b>82</b>			<b>67</b>			<b>60</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C4: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE4. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	45.4	48.9	56.8	41.9	29.8	27.7	52.0	46.6	43.3	43.3	26.2	32.8	20.3	60.6	50.9
1.25	42.5	49.2	55.9	41.2	26.9	27.3	51.0	44.9	42.3	42.2	24.5	32.3	20.4	59.7	50.1
1.6	46.4	47.8	59.3	40.6	28.5	29.7	50.1	43.7	41.2	41.2	25.4	30.8	18.4	58.7	49.1
2	45.3	45.8	55.5	39.2	26.4	26.6	49.0	43.0	40.3	40.2	23.4	28.9	22.0	57.8	48.2
2.5	45.0	48.4	55.4	38.5	26.4	29.7	48.1	42.0	39.4	39.2	23.0	28.8	21.7	56.8	47.3
3.2	46.1	47.8	55.9	38.5	30.3	32.5	47.2	41.5	38.4	38.5	27.3	29.4	29.7	55.8	46.3
4	46.2	51.4	56.4	39.6	37.2	34.9	46.2	41.5	37.6	38.2	31.1	31.5	31.9	54.8	45.5
5	49.7	52.6	56.5	39.7	39.8	38.3	45.8	41.2	40.0	39.0	35.3	36.3	36.1	53.9	44.6
6.3	56.8	64.1	59.3	49.2	52.7	50.0	50.4	48.8	47.6	46.8	46.9	43.2	41.4	53.7	46.0
8	67.1	71.1	60.6	59.8	58.8	54.8	56.6	53.3	50.3	52.2	52.6	47.1	49.5	54.5	47.6
10	66.9	73.5	64.9	69.0	63.7	55.8	58.9	58.5	48.4	56.1	52.7	51.0	48.0	52.9	45.1
12.5	79.2	79.8	77.4	72.6	70.9	61.6	58.5	60.2	57.1	53.8	54.7	53.2	47.1	51.8	48.4
16	88.2	82.7	81.0	75.7	77.7	72.2	64.9	61.7	65.6	54.6	58.4	58.0	49.7	51.4	52.1
20	88.2	82.7	74.9	72.6	76.3	69.1	58.3	56.1	58.2	49.6	48.4	50.9	43.5	48.4	44.9
25	87.7	85.2	79.5	69.2	74.3	65.8	60.2	55.0	54.0	49.1	51.1	43.5	37.3	47.1	40.2
31.5	94.6	95.0	92.7	82.7	83.3	70.0	68.8	63.6	61.0	51.5	51.5	44.0	39.5	46.4	41.2
40	87.0	87.4	93.2	85.6	84.0	71.6	62.9	66.1	59.8	50.2	56.0	49.7	37.9	45.5	41.7
50	86.7	89.3	101.8	80.9	81.6	78.9	67.0	69.9	64.6	56.5	62.4	53.6	37.2	44.8	42.9
63	81.5	86.8	97.8	68.9	68.1	81.7	74.5	78.2	63.6	63.9	59.1	56.0	37.0	44.0	43.3
80	81.5	78.6	87.8	57.0	62.5	75.5	64.3	68.6	55.1	57.4	44.1	51.1	36.3	42.9	40.2
100	75.6	77.9	77.4	53.3	57.7	60.5	46.7	48.8	52.0	41.0	40.4	48.9	35.8	42.8	41.0
125	71.4	74.7	72.4	52.9	56.9	56.9	44.5	41.2	55.1	39.5	45.8	55.2	33.9	44.0	42.4
160	67.1	70.2	68.1	48.0	50.2	51.7	42.5	37.2	51.0	33.5	44.8	48.9	36.1	46.0	40.8
200	74.0	74.6	74.0	54.0	54.1	54.7	39.7	39.1	41.9	35.7	36.1	37.8	35.5	40.7	37.3
250	68.6	70.0	68.3	48.2	48.7	48.9	37.5	37.5	37.6	33.2	34.0	32.1	32.9	38.8	35.3
320	69.3	72.0	69.3	48.9	50.1	49.7	38.1	38.0	37.1	32.1	32.9	33.2	39.2	39.9	38.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>90</b>			<b>78</b>			<b>67</b>			<b>60</b>			<b>67</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C5: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitio 1\_SE5. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	57.8	58.9	51.1	41.0	39.2	38.0	46.7	35.5	44.2	35.2	33.2	33.8	50.7	62.3	47.4
1.25	56.8	58.8	51.7	39.6	36.6	37.9	45.7	33.7	43.6	33.8	32.7	33.0	49.6	61.3	46.4
1.6	55.2	57.7	54.4	39.0	36.1	36.9	44.7	33.5	42.5	33.1	30.9	32.4	48.5	60.4	45.6
2	54.6	55.8	51.3	37.9	34.7	35.6	43.7	31.4	41.7	32.6	30.5	30.8	47.4	59.4	44.8
2.5	54.4	54.7	51.8	37.6	33.5	34.6	42.7	29.5	40.6	31.4	29.7	30.2	46.6	58.5	44.0
3.2	52.9	55.0	52.7	37.7	35.0	32.7	41.7	31.5	39.5	30.7	30.0	29.3	45.8	57.5	42.8
4	53.9	54.7	54.7	37.7	36.2	35.2	41.4	32.8	38.8	33.6	30.0	31.0	44.8	56.5	41.8
5	52.8	54.7	54.3	38.5	40.1	38.1	42.0	36.5	39.9	36.8	36.0	36.9	44.4	55.6	41.4
6.3	53.6	59.9	53.6	43.7	47.6	44.9	47.2	44.0	43.7	43.6	44.7	41.1	44.0	54.8	42.7
8	58.7	64.4	56.7	51.6	51.8	46.2	47.7	47.2	42.3	45.2	45.7	37.7	44.6	53.8	40.8
10	66.4	71.1	63.9	68.8	62.8	53.5	57.7	58.0	46.5	56.2	52.4	49.7	46.5	54.0	43.5
12.5	78.6	79.8	78.2	71.2	68.7	60.6	57.5	57.0	53.9	51.1	52.8	50.9	46.3	53.0	45.3
16	85.6	81.7	78.6	74.0	76.3	70.0	64.7	58.2	63.5	52.2	56.3	55.8	48.4	52.2	48.3
20	88.7	84.7	75.5	72.2	78.2	71.3	59.9	56.6	57.4	51.0	48.7	51.8	44.5	50.0	44.2
25	88.3	84.2	80.1	70.8	74.8	65.2	59.7	56.9	54.3	51.0	51.8	43.5	40.4	49.0	39.7
31.5	95.4	96.2	92.9	84.3	83.6	70.4	68.7	62.8	61.1	50.5	51.7	43.2	40.6	48.0	41.1
40	86.2	86.3	92.3	84.0	82.4	70.3	61.3	63.2	58.3	47.1	53.6	45.9	37.9	47.1	39.4
50	85.3	87.9	99.5	79.5	81.2	76.5	62.8	66.0	62.4	54.2	59.9	51.8	36.6	46.3	40.0
63	80.2	85.9	95.9	65.7	67.0	81.1	74.7	78.7	63.4	63.6	54.5	54.3	37.4	45.3	40.6
80	80.3	76.8	85.5	55.8	60.2	71.9	62.4	66.7	52.8	54.5	41.2	48.0	36.6	44.4	37.9
100	75.5	76.6	76.8	53.6	57.2	60.4	46.2	47.6	53.1	40.2	40.6	48.7	36.9	44.0	40.5
125	70.2	72.7	71.2	51.2	55.8	56.0	44.1	40.4	54.9	38.3	45.9	55.5	34.7	44.5	41.6
160	66.3	69.5	67.4	47.5	49.8	51.4	41.8	36.5	50.6	32.5	43.6	47.9	35.6	45.3	39.1
200	72.9	73.6	73.6	53.2	53.0	53.8	39.0	38.2	41.6	34.9	35.2	37.1	35.7	41.6	36.2
250	68.1	69.1	68.5	48.0	48.4	48.5	36.4	37.1	37.1	32.9	33.8	32.3	33.8	40.4	35.0
320	68.7	71.0	69.4	49.1	50.0	49.3	36.9	37.1	36.5	31.9	32.7	33.3	39.4	40.9	37.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>89</b>			<b>78</b>			<b>65</b>			<b>58</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C6: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transit 1\_SE6. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	46.1	55.2	61.1	41.3	24.2	32.4	46.6	37.3	37.8	31.3	27.1	30.2	35.7	63.5	50.7
1.25	47.9	54.0	61.8	41.4	26.5	29.5	45.6	36.5	36.6	29.8	24.5	30.2	35.4	62.5	49.8
1.6	48.4	53.4	67.7	39.6	28.1	30.8	44.7	36.0	35.5	28.2	24.5	29.2	33.9	61.6	48.9
2	45.4	52.8	64.1	39.2	28.5	29.1	43.9	32.1	35.4	30.0	20.4	28.4	33.6	60.6	47.9
2.5	47.4	51.9	61.1	39.1	31.0	31.1	43.6	30.9	34.1	31.5	23.7	27.4	34.3	59.7	47.0
3.2	48.3	59.3	60.3	41.5	50.5	43.5	45.5	47.4	42.9	41.3	42.1	43.6	42.0	58.6	47.8
4	51.4	67.6	58.3	48.7	55.6	49.8	49.5	49.3	46.3	46.0	42.8	44.9	43.2	57.7	46.1
5	59.4	69.0	65.2	44.1	47.1	46.9	43.1	42.2	44.3	40.7	43.2	43.7	41.2	56.9	45.4
6.3	64.3	70.3	64.2	58.6	54.8	53.1	57.2	52.3	49.9	51.0	53.4	48.2	53.7	56.1	48.0
8	69.0	72.5	62.3	62.3	59.8	50.9	58.1	55.3	48.8	55.1	53.7	47.4	54.5	56.8	45.7
10	66.5	73.5	66.6	61.7	61.8	52.8	56.9	54.7	46.5	53.8	53.1	46.6	46.7	54.5	43.3
12.5	80.8	82.1	79.2	70.1	68.8	62.9	59.6	60.9	54.4	55.4	54.0	51.6	45.3	53.9	45.8
16	90.1	85.6	79.4	83.3	82.9	78.0	64.9	62.3	65.8	55.1	54.4	59.0	47.3	53.9	51.7
20	93.1	88.1	82.5	80.1	88.8	82.4	63.7	67.6	64.1	56.6	58.4	61.8	47.1	52.0	53.0
25	94.4	90.8	86.7	79.3	81.9	74.6	68.1	63.2	59.8	54.5	56.4	50.7	41.8	50.5	44.7
31.5	93.4	96.0	94.6	84.2	86.0	67.3	69.1	64.1	57.8	50.8	51.0	45.6	37.8	49.2	41.2
40	91.8	92.1	104.2	84.9	86.0	71.2	62.4	64.6	60.6	51.9	57.1	49.4	39.9	48.4	42.7
50	84.8	91.0	104.3	79.8	78.7	82.6	68.0	70.9	62.7	58.2	67.1	55.7	37.6	47.4	42.1
63	82.7	88.4	102.0	71.6	68.7	82.2	72.9	76.5	64.1	58.9	64.7	56.2	36.0	46.5	40.2
80	81.2	81.5	89.7	59.2	62.6	75.0	62.2	67.0	57.1	55.6	43.7	49.2	34.8	45.7	39.9
100	77.4	77.7	81.2	53.3	59.2	62.6	45.8	47.6	52.6	40.5	40.4	49.2	35.7	45.1	41.0
125	70.3	72.8	75.1	50.2	55.4	55.1	44.1	40.1	55.2	38.9	45.4	55.4	32.6	45.1	41.7
160	67.2	71.4	69.0	47.1	49.3	49.4	41.6	36.3	50.3	32.3	43.4	47.7	33.9	45.3	39.0
200	72.6	74.6	72.9	52.8	52.7	53.4	39.4	38.7	41.7	34.7	34.9	36.6	34.5	42.3	36.8
250	68.5	71.3	68.4	48.1	48.7	48.9	38.1	37.4	37.3	31.9	32.8	31.4	33.1	41.5	36.3
320	69.2	77.0	69.2	49.2	51.6	49.4	40.4	39.1	36.8	33.1	34.6	34.8	43.4	43.8	42.9
<b>Lw (dB)=</b>	<b>93</b>			<b>83</b>			<b>68</b>			<b>62</b>			<b>70</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C7: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transit 1\_SE8. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	49.0	50.1	51.3	38.7	36.0	32.2	47.9	42.9	16.1	31.8	32.7	37.9	33.4	58.8	46.3
1.25	48.7	49.9	51.5	38.6	35.3	31.1	46.9	42.0	19.8	29.7	31.3	37.0	32.4	57.9	45.3
1.6	47.7	51.1	52.4	37.4	35.0	31.6	46.0	41.3	20.0	30.2	30.7	35.6	31.3	56.9	44.3
2	47.5	49.6	55.1	37.0	34.1	29.2	44.9	40.1	18.7	28.3	29.5	35.0	30.8	55.9	43.2
2.5	47.9	49.2	50.9	36.4	33.5	28.7	44.0	38.9	21.6	27.2	28.7	34.4	30.1	54.9	42.4
3.2	47.9	50.0	52.2	38.1	34.1	30.3	43.1	38.3	24.5	26.6	27.9	33.4	29.5	54.0	41.3
4	49.2	50.5	56.5	40.4	38.0	42.7	43.7	39.3	40.5	37.6	34.5	38.9	36.5	53.0	41.5
5	51.3	52.4	53.6	42.4	42.5	40.2	44.2	41.9	38.6	40.0	39.6	40.1	39.6	52.2	41.7
6.3	62.6	58.7	57.9	54.5	53.6	52.4	54.1	53.8	52.4	52.6	50.8	51.7	49.9	53.2	50.9
8	59.7	64.5	57.4	55.1	52.0	47.9	50.9	47.8	45.8	46.0	47.0	42.5	41.5	51.6	43.0
10	69.4	66.9	65.0	65.5	63.9	55.1	54.8	59.6	54.8	55.3	56.5	49.8	47.0	51.8	46.8
12.5	80.7	77.9	79.5	74.9	71.5	63.3	62.9	66.2	60.7	58.8	60.4	56.2	53.3	55.2	53.7
16	81.6	79.1	71.1	71.3	68.2	63.5	58.0	54.4	57.0	47.1	48.1	50.4	41.1	48.7	45.4
20	85.5	87.2	73.8	73.4	76.3	67.8	57.5	57.1	57.1	49.1	47.4	48.8	41.7	47.4	46.1
25	84.7	82.1	79.5	70.8	75.2	63.5	58.7	52.9	50.5	47.2	47.4	41.3	38.2	46.1	42.6
31.5	88.2	90.1	86.8	78.2	78.0	64.3	68.1	62.0	56.4	47.1	48.5	40.8	38.8	45.2	41.8
40	88.8	88.0	94.6	84.9	81.5	70.1	62.7	63.5	59.7	46.7	53.1	44.3	39.4	44.5	41.4
50	80.9	86.9	99.1	77.5	75.9	76.3	65.5	68.4	60.9	54.2	64.2	50.8	37.8	44.5	42.9
63	74.0	81.8	92.9	66.5	64.2	74.0	66.9	70.5	57.7	54.2	59.2	48.9	34.1	42.3	40.0
80	76.7	74.1	82.6	53.5	56.0	66.2	56.7	60.9	50.4	50.2	41.8	46.6	33.8	41.6	40.3
100	73.2	75.1	75.7	53.0	57.9	59.0	46.7	45.6	54.7	42.8	43.2	52.1	36.1	42.8	43.6
125	68.8	71.9	70.0	50.4	57.4	54.5	45.3	40.6	56.1	39.4	45.7	55.7	32.5	42.6	43.2
160	66.1	68.5	66.6	46.8	48.2	48.1	41.3	36.3	49.9	32.3	44.2	48.3	34.8	44.6	40.0
200	72.9	73.7	73.1	52.9	52.9	53.7	39.0	38.6	41.9	35.2	35.6	37.5	35.0	39.6	37.0
250	68.4	69.2	68.3	48.4	48.5	49.0	37.1	37.6	37.8	33.3	34.5	32.3	32.6	37.6	34.9
320	69.1	71.3	69.0	49.3	50.1	49.6	37.8	38.0	37.2	32.1	32.8	33.7	40.1	39.3	38.1
<b>Lw (dB)=</b>	<b>87</b>			<b>76</b>			<b>66</b>			<b>61</b>			<b>66</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C8: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE10. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	52.3	53.3	47.3	39.3	36.5	33.2	34.0	24.1	25.1	23.6	18.6	28.9	28.0	59.4	46.7
1.25	50.7	52.6	56.0	38.4	35.6	32.3	32.3	21.7	23.5	22.4	19.6	28.8	26.8	58.4	45.8
1.6	49.6	51.7	53.8	38.6	33.9	31.7	31.8	23.2	23.7	23.4	18.9	26.8	26.0	57.5	44.8
2	49.7	50.8	51.1	36.8	34.1	30.7	30.8	21.6	22.9	22.1	20.1	26.0	25.4	56.5	43.8
2.5	49.0	50.7	53.7	36.6	33.3	30.3	31.1	23.8	22.0	22.7	22.5	25.3	24.5	55.5	42.8
3.2	47.6	50.3	51.6	35.2	33.1	30.9	31.0	25.0	23.7	24.7	23.0	25.8	26.4	54.6	42.0
4	49.5	50.6	54.5	40.0	36.5	42.4	39.8	32.2	37.5	37.6	33.8	38.3	34.3	53.6	42.9
5	50.9	52.0	61.8	46.0	40.1	41.9	43.9	40.3	42.2	40.4	42.6	42.4	41.5	52.8	43.9
6.3	51.3	54.8	58.9	44.5	44.3	39.3	42.1	41.2	40.4	39.9	42.3	40.0	40.3	52.1	41.2
8	55.9	60.2	56.6	51.4	51.0	43.1	47.5	47.9	42.6	44.5	46.6	40.2	39.0	51.0	40.5
10	68.1	68.9	65.1	65.7	63.4	53.9	58.3	61.0	55.8	54.4	60.8	51.0	46.7	54.2	49.4
12.5	79.8	79.9	77.9	69.6	66.2	60.7	59.3	59.9	56.6	54.9	56.1	51.6	47.9	51.8	47.5
16	83.6	80.5	80.6	73.9	76.4	68.9	65.1	60.6	70.0	55.8	56.3	58.8	42.8	51.1	51.3
20	85.3	83.4	78.9	70.3	77.2	69.8	57.5	56.4	59.9	47.8	49.7	53.8	37.8	47.4	41.7
25	92.6	89.8	85.1	75.7	78.6	68.4	60.6	56.7	53.0	46.7	48.1	43.6	38.9	46.2	37.5
31.5	91.3	94.1	88.8	79.9	82.4	67.8	72.9	63.4	57.4	51.9	51.8	46.0	39.4	45.7	38.3
40	91.9	91.5	96.3	84.6	83.9	71.7	62.2	63.7	58.9	47.9	55.3	46.6	36.5	44.4	38.7
50	87.9	89.5	100.9	80.9	79.9	74.6	63.4	65.1	60.8	51.2	58.2	47.9	35.1	43.5	39.8
63	76.1	84.1	95.3	64.1	62.6	78.6	69.4	73.2	59.1	56.3	53.5	50.2	33.4	42.4	36.0
80	78.0	76.5	88.4	54.6	56.8	70.4	56.1	60.5	49.9	49.9	40.5	45.4	33.5	41.8	37.7
100	73.3	75.5	78.5	52.4	57.5	59.9	44.9	45.1	52.7	40.4	40.9	49.3	36.5	42.5	41.8
125	69.0	71.7	71.2	50.2	56.2	53.5	44.4	38.9	55.0	38.7	45.2	54.7	32.0	42.2	41.4
160	66.2	69.4	67.4	47.0	48.3	48.2	40.9	36.1	49.7	32.2	42.8	47.1	34.4	43.8	38.7
200	72.6	74.5	73.2	52.8	52.9	53.5	40.2	38.8	43.4	35.3	35.9	38.2	35.1	39.9	37.5
250	68.2	71.3	68.7	48.1	49.2	48.6	38.6	37.9	38.2	33.0	34.0	32.6	34.9	38.7	36.9
320	69.0	78.9	69.6	49.4	53.0	49.7	40.7	39.7	37.6	35.8	35.3	37.9	48.3	43.5	44.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>89</b>			<b>77</b>			<b>67</b>			<b>60</b>			<b>66</b>		

Tabella C9: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE11. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	51.9	52.9	46.5	40.5	38.2	32.5	34.5	35.6	24.5	24.4	18.2	20.5	29.3	59.8	47.2
1.25	49.8	51.9	46.6	38.9	37.1	31.7	34.0	36.6	22.2	22.1	19.1	21.6	27.6	58.8	46.4
1.6	49.4	51.6	56.3	38.0	35.9	31.5	33.2	37.3	21.2	22.4	20.2	22.5	26.3	57.8	45.5
2	50.6	50.6	48.2	37.7	34.5	31.2	32.3	34.3	23.7	22.6	21.5	20.1	26.5	56.8	44.6
2.5	49.9	51.0	50.7	37.1	34.7	33.2	31.2	34.3	27.0	24.8	22.5	25.6	27.4	55.9	43.5
3.2	50.0	51.1	54.6	39.3	37.3	40.1	35.7	35.1	38.0	33.8	30.1	37.1	34.4	55.0	42.8
4	52.7	52.7	53.7	47.0	43.5	47.7	45.8	44.3	47.8	42.6	43.6	46.2	40.6	54.2	46.6
5	54.2	54.7	55.5	50.7	47.8	50.2	49.2	47.4	50.7	45.8	47.5	49.8	43.6	53.7	48.7
6.3	53.7	58.8	54.2	48.6	49.8	45.0	44.9	46.6	43.6	42.0	45.2	41.9	40.3	52.5	43.0
8	63.4	69.7	60.0	58.3	59.9	51.8	55.7	55.4	49.9	51.8	52.8	47.1	46.9	53.1	46.5
10	67.4	70.8	64.8	63.2	63.8	51.2	56.6	56.2	51.2	53.1	55.3	46.6	45.8	52.6	45.5
12.5	79.7	79.2	78.9	74.2	66.3	61.9	57.2	63.1	56.9	53.2	53.5	50.1	47.6	51.9	48.8
16	80.3	76.2	71.6	69.3	68.9	64.7	55.5	56.1	56.6	47.5	48.7	50.8	39.4	49.2	45.1
20	85.4	81.7	75.4	67.5	72.4	64.5	57.5	51.9	51.9	48.4	44.5	43.6	37.8	47.5	40.0
25	90.5	83.5	81.2	73.3	76.6	67.7	62.3	57.1	53.9	50.0	51.2	43.8	37.5	46.7	40.8
31.5	90.2	91.5	87.5	80.4	82.5	69.6	70.0	64.6	58.5	49.3	51.5	42.7	38.8	45.6	39.5
40	86.7	87.5	92.9	84.8	83.2	71.3	64.8	63.0	58.5	48.1	54.0	46.0	40.8	44.9	41.4
50	81.5	90.4	99.1	78.4	75.3	71.8	60.9	64.8	58.4	50.3	57.8	46.2	33.1	43.5	37.1
63	77.7	86.4	96.1	66.7	65.9	77.7	73.4	77.2	61.3	58.7	56.3	52.1	33.2	43.1	39.0
80	81.0	82.0	89.5	59.4	63.8	75.5	64.1	68.5	57.8	57.3	46.7	51.9	35.9	42.4	41.7
100	75.6	78.0	78.4	53.8	59.6	62.0	48.9	50.6	56.1	42.5	43.2	51.0	37.0	42.8	42.3
125	69.6	73.5	70.8	52.4	59.4	56.5	47.7	41.5	58.6	41.0	48.7	58.4	33.4	43.9	43.2
160	66.1	70.1	67.2	48.4	51.0	51.1	43.7	37.8	53.3	34.1	46.8	50.8	37.1	46.6	41.6
200	72.7	73.9	73.1	53.0	52.8	53.5	40.6	38.9	44.8	36.5	37.9	40.0	36.1	41.1	39.2
250	68.2	70.1	68.4	48.3	48.8	48.9	37.3	37.9	38.4	34.3	35.3	33.8	35.9	39.0	38.4
320	68.9	74.2	69.2	49.4	51.6	49.6	38.2	38.5	37.1	34.4	34.0	36.8	46.3	42.3	41.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>87</b>			<b>76</b>			<b>65</b>			<b>59</b>			<b>66</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C10: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE12. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	54.5	55.4	55.8	40.6	32.8	32.5	24.0	27.2	29.6	29.3	22.7	27.9	28.1	61.4	48.0
1.25	52.5	54.7	49.4	39.2	33.3	31.7	24.5	30.2	28.0	27.8	20.1	26.4	27.2	60.4	47.1
1.6	51.7	53.7	49.6	39.1	33.4	31.7	21.4	27.0	27.4	26.9	19.7	23.1	27.3	59.4	46.1
2	52.7	52.6	55.1	38.8	32.6	29.3	22.9	24.4	27.2	26.4	20.3	24.1	25.3	58.5	45.3
2.5	51.9	51.9	54.2	38.0	31.0	29.8	24.1	25.9	27.6	26.5	21.7	24.6	25.9	57.6	44.4
3.2	50.9	52.1	55.0	35.6	31.9	31.6	26.0	26.5	25.5	27.9	22.5	24.5	25.1	56.6	43.3
4	51.1	50.8	61.0	37.4	34.6	32.7	29.4	31.1	27.3	29.4	26.5	27.3	29.9	55.6	42.3
5	51.7	53.1	55.8	38.7	36.1	33.0	33.9	32.6	29.8	30.4	33.5	30.3	31.3	54.7	41.2
6.3	53.8	60.0	61.1	45.6	48.0	45.1	44.4	46.7	41.9	40.3	45.0	37.9	39.3	54.0	42.3
8	64.7	69.8	61.9	59.6	58.0	53.1	54.1	50.7	50.7	51.6	52.3	44.2	45.2	54.2	45.6
10	70.1	75.1	66.1	65.9	67.9	55.1	58.2	58.8	50.6	55.1	55.3	49.6	47.9	53.4	46.9
12.5	78.6	78.7	78.2	64.0	64.2	59.4	49.7	54.5	49.7	46.4	50.5	45.4	43.7	51.7	42.8
16	75.6	76.0	67.1	66.1	64.8	60.0	50.4	49.5	52.3	42.7	42.0	45.1	35.5	49.8	40.5
20	85.2	80.9	77.7	68.0	73.5	64.9	57.2	53.3	54.8	46.2	49.0	48.0	37.7	49.1	40.4
25	89.0	86.0	82.3	78.0	81.2	71.9	64.5	60.6	59.6	54.2	55.6	47.3	41.0	48.7	42.0
31.5	95.4	96.7	90.3	84.7	85.2	69.4	68.7	64.7	58.8	51.9	52.4	43.5	38.1	47.5	41.2
40	88.5	87.9	100.2	84.1	84.5	72.9	64.7	66.1	62.0	51.1	59.0	49.7	40.4	46.4	42.1
50	85.3	89.7	101.7	79.9	78.6	74.9	64.2	67.8	65.0	55.0	63.4	51.0	35.3	45.2	39.1
63	76.3	84.3	95.7	66.3	65.1	76.1	70.9	74.8	60.5	59.2	55.4	51.1	30.9	44.2	36.5
80	80.0	78.7	87.8	56.0	61.0	72.8	64.4	68.7	53.6	56.5	41.7	48.8	34.6	43.4	37.4
100	76.7	78.3	79.0	53.9	58.8	59.5	46.8	48.8	52.1	39.0	38.9	47.5	36.8	43.5	41.0
125	68.3	71.7	69.7	49.6	53.3	51.9	40.4	37.6	49.9	34.7	41.1	50.3	30.6	42.2	37.7
160	65.8	68.2	66.4	47.4	47.6	48.5	39.2	36.0	48.0	30.8	41.3	45.2	33.6	43.9	37.7
200	72.7	73.3	73.2	53.2	52.8	53.5	38.7	37.9	41.3	34.9	34.8	36.6	34.9	41.0	37.2
250	68.2	69.5	68.5	48.7	48.4	48.8	36.9	37.4	37.6	32.4	33.0	31.7	33.3	39.7	35.4
320	68.9	71.9	69.1	49.8	50.1	49.5	37.7	38.0	37.1	32.8	32.7	33.7	43.0	41.5	39.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>90</b>			<b>77</b>			<b>64</b>			<b>58</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C11: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE13. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	54.0	54.4	41.3	40.2	35.8	35.3	39.8	35.5	26.7	27.3	22.5	26.8	25.4	61.5	49.1
1.25	52.3	54.1	41.9	40.2	35.0	34.1	38.8	31.2	25.6	26.1	23.8	26.2	24.8	60.5	48.1
1.6	50.8	53.5	45.4	39.1	33.5	33.9	38.2	26.9	23.9	25.5	22.6	25.6	24.3	59.5	47.1
2	49.8	51.9	48.8	39.6	32.9	32.1	37.1	28.6	24.0	25.3	22.7	24.4	23.9	58.6	46.3
2.5	50.1	51.8	46.1	38.1	32.7	32.6	36.1	29.5	22.9	23.8	22.3	24.9	23.3	57.6	45.2
3.2	49.1	50.0	46.9	39.2	31.3	32.2	35.1	29.3	23.9	25.4	23.4	23.9	23.2	56.6	44.3
4	48.9	50.4	45.2	38.9	33.8	30.8	34.5	31.5	23.1	26.2	26.1	24.6	27.8	55.6	43.4
5	49.5	51.4	47.6	36.8	36.2	32.6	34.6	31.7	27.2	29.4	30.7	27.8	29.6	54.6	42.3
6.3	51.6	53.0	52.2	40.9	40.6	35.5	37.4	38.1	30.6	34.5	38.3	29.4	34.8	53.5	41.4
8	56.3	63.1	53.1	50.2	48.9	44.0	44.1	44.4	39.5	41.5	44.2	35.8	38.5	52.9	41.0
10	63.7	66.9	63.5	54.3	55.2	47.7	48.3	47.3	42.0	44.3	47.6	41.4	40.1	52.1	40.3
12.5	78.0	78.3	78.7	59.5	59.5	58.9	43.1	44.5	41.9	41.2	42.3	39.9	39.5	51.3	41.8
16	65.8	64.7	60.2	55.1	55.5	51.3	41.8	40.7	42.5	34.5	33.9	36.4	30.9	49.9	38.3
20	75.6	72.4	65.7	59.2	64.1	55.8	45.2	43.4	43.5	36.4	35.6	36.8	30.1	48.9	37.3
25	76.2	73.1	69.9	63.4	67.6	57.9	51.4	49.3	42.9	38.9	39.9	33.9	28.5	48.0	36.6
31.5	81.4	83.2	78.6	70.1	73.6	61.1	61.0	55.5	48.5	41.1	40.7	34.4	29.5	47.0	36.4
40	79.4	79.7	87.7	76.7	75.4	62.4	55.7	56.4	52.2	41.0	45.2	39.9	32.5	46.1	36.3
50	75.5	81.1	89.6	70.1	68.4	60.9	51.8	55.2	52.6	40.9	49.0	38.0	26.8	45.0	34.2
63	68.4	76.4	88.2	56.7	56.4	70.0	64.2	68.1	53.2	51.3	47.3	44.0	27.4	44.1	33.9
80	74.1	74.7	82.5	53.2	56.0	67.8	56.9	61.2	48.2	47.3	35.7	42.1	33.2	43.4	35.4
100	72.7	73.1	74.6	51.6	53.3	54.7	39.5	41.9	43.8	33.8	34.5	38.6	36.0	42.9	37.1
125	67.8	68.7	68.5	48.1	49.0	49.3	35.8	35.1	42.0	30.3	34.3	42.5	29.4	41.6	33.8
160	65.6	66.5	66.5	46.2	46.5	47.2	34.6	34.1	40.0	28.0	33.5	36.8	29.5	41.2	32.8
200	73.2	73.3	73.5	52.9	53.1	53.8	37.1	37.2	37.9	33.6	33.7	34.0	34.2	40.6	35.2
250	68.3	68.9	68.9	48.3	48.5	49.1	36.2	36.7	36.5	30.6	30.8	30.1	31.8	39.6	33.0
320	69.0	69.8	69.8	49.2	49.4	49.9	36.8	37.4	36.8	31.1	31.8	31.3	35.3	39.8	35.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>80</b>			<b>67</b>			<b>55</b>			<b>49</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C12: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE14. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	53.1	55.3	54.3	40.7	41.3	35.1	34.7	32.8	26.6	26.6	22.5	28.5	28.7	61.4	49.2
1.25	52.8	54.0	52.8	40.2	39.0	34.3	34.6	30.5	25.6	27.2	22.9	27.0	26.9	60.4	48.5
1.6	51.4	53.9	67.2	40.3	38.0	34.7	33.4	28.4	26.1	26.3	22.7	26.3	28.8	59.5	47.5
2	49.0	54.1	63.9	39.5	38.4	33.5	32.4	27.6	24.6	26.5	22.3	26.3	26.5	58.5	46.3
2.5	49.2	53.0	61.3	39.6	36.9	32.2	30.5	27.6	22.1	24.0	22.9	25.2	24.0	57.6	45.4
3.2	50.1	52.4	60.2	37.2	36.8	32.3	30.5	27.3	24.7	28.0	23.6	26.1	26.9	56.6	44.6
4	50.2	51.7	53.9	39.5	37.3	34.7	33.3	30.8	31.1	30.4	29.7	30.2	30.6	55.7	43.6
5	50.3	53.9	63.5	43.0	44.4	43.5	40.9	36.4	42.3	38.6	41.6	40.7	35.6	54.7	44.6
6.3	54.0	57.7	60.0	48.5	47.3	40.0	47.9	45.3	40.3	42.2	44.4	40.3	38.5	54.2	43.9
8	59.2	64.5	59.2	52.1	52.1	43.4	49.6	50.0	39.7	45.8	47.8	39.9	44.6	53.1	42.3
10	65.1	66.4	64.9	59.6	57.7	50.8	51.6	51.1	44.9	49.8	50.9	41.9	40.5	52.1	42.3
12.5	79.9	80.4	79.5	69.8	68.0	63.8	59.6	60.6	55.7	53.7	53.6	52.8	46.8	52.9	45.8
16	88.5	79.9	75.9	83.5	82.0	77.7	64.8	61.9	67.4	53.8	55.6	59.7	45.9	51.8	52.1
20	89.0	85.9	77.6	75.9	86.0	80.0	63.2	65.0	63.8	54.0	58.1	60.7	43.2	49.5	51.6
25	88.8	88.4	80.3	73.0	76.4	68.5	60.0	57.6	52.8	47.2	47.3	45.2	35.4	48.0	40.0
31.5	94.1	98.9	96.4	82.4	84.9	66.9	67.8	66.0	58.9	51.3	50.2	44.1	39.5	47.3	40.7
40	90.1	91.8	99.4	83.9	82.8	71.5	61.8	63.0	60.2	51.5	57.4	47.7	38.5	46.4	41.5
50	86.3	93.0	104.6	81.5	81.3	81.5	67.0	69.9	62.3	55.5	66.9	52.8	38.4	45.8	44.3
63	83.1	87.8	100.3	70.6	68.9	83.9	73.1	76.8	64.1	60.7	61.2	54.5	35.3	44.6	40.8
80	83.0	82.5	92.6	61.5	63.4	78.1	65.7	70.1	57.4	58.2	43.4	50.2	35.0	43.6	40.9
100	77.9	78.9	83.9	54.1	61.2	64.2	48.9	51.3	53.3	41.3	41.2	48.3	36.6	43.5	41.2
125	71.0	74.7	77.1	50.8	58.0	56.3	44.5	39.5	54.9	39.0	46.0	54.9	31.9	43.2	41.2
160	67.3	72.3	70.0	48.2	50.1	50.2	41.0	36.6	50.3	31.3	43.8	47.7	33.2	43.9	38.1
200	72.9	74.6	73.6	53.1	52.9	53.7	39.1	38.0	42.0	34.5	34.8	36.7	34.8	40.9	36.9
250	68.2	72.6	68.8	48.8	48.6	48.7	38.1	37.1	37.1	31.9	32.3	31.4	33.5	39.8	36.6
320	69.0	77.3	69.5	49.8	50.6	49.5	39.7	38.5	36.9	32.7	34.1	34.0	42.9	42.0	41.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>92</b>			<b>81</b>			<b>66</b>			<b>59</b>			<b>68</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C13: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE16. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	55.0	55.2	45.7	42.3	38.5	35.2	28.9	36.6	25.4	25.4	17.4	24.1	34.2	62.3	50.1
1.25	54.3	53.8	51.8	42.0	38.8	33.8	26.9	37.5	25.8	25.1	15.9	26.5	31.9	61.4	49.3
1.6	53.2	54.2	53.9	41.8	36.4	30.8	25.4	31.7	22.4	24.1	18.9	23.9	31.2	60.4	48.1
2	52.9	52.9	47.2	40.9	36.0	31.0	26.5	26.0	24.5	25.2	20.5	21.4	30.2	59.4	47.0
2.5	52.2	52.0	47.0	40.3	35.6	31.3	25.5	27.1	22.8	24.5	23.3	21.7	30.7	58.5	46.1
3.2	51.9	54.6	51.0	40.5	45.0	38.5	38.1	43.3	36.1	36.9	37.1	37.4	38.0	57.5	45.6
4	52.3	55.4	54.1	39.9	43.2	37.7	31.5	41.9	37.0	34.7	32.0	36.1	36.4	56.5	44.8
5	52.0	56.4	53.8	43.0	43.1	41.3	40.2	38.9	40.6	37.4	39.1	38.0	35.3	55.6	44.0
6.3	55.7	60.2	53.6	47.7	51.7	45.4	48.1	47.9	46.2	46.1	50.7	44.7	45.4	55.0	45.7
8	58.2	63.9	55.8	52.4	51.3	46.5	49.2	46.3	43.0	46.4	47.8	39.8	42.5	54.3	43.3
10	67.2	68.9	63.3	62.2	60.3	50.0	56.1	53.7	45.0	50.1	51.2	47.4	44.2	53.3	42.6
12.5	78.5	78.9	78.5	67.6	66.3	59.9	55.9	56.1	51.6	49.9	48.6	47.9	44.2	52.4	43.9
16	81.8	77.8	72.4	72.2	72.7	66.0	61.9	55.8	60.8	51.9	53.0	53.1	42.5	51.5	47.1
20	82.7	85.6	74.1	67.9	71.2	62.9	53.0	50.3	51.8	44.6	44.6	45.3	37.2	49.8	41.1
25	85.5	80.7	77.4	70.5	72.2	63.6	56.6	52.4	51.0	45.4	48.8	40.0	34.7	48.8	39.9
31.5	92.8	95.6	89.3	81.0	81.5	66.4	65.2	61.4	53.4	46.6	49.2	41.2	36.3	47.9	40.0
40	86.9	85.8	91.3	83.1	81.8	67.4	59.5	63.0	58.1	47.1	51.9	46.1	34.9	47.0	39.4
50	85.5	89.2	97.8	77.8	81.7	72.7	63.2	65.2	61.9	51.0	59.6	50.7	33.1	46.1	40.0
63	77.5	82.3	92.5	64.4	65.6	77.6	73.9	77.8	61.9	60.9	55.5	51.4	33.3	45.4	39.0
80	75.7	74.6	82.3	53.7	56.7	65.8	58.7	62.8	49.1	48.6	38.2	43.3	33.4	44.2	36.6
100	73.3	75.6	74.9	52.8	55.6	57.2	43.7	45.6	48.6	37.2	36.7	44.3	36.0	43.9	38.9
125	68.5	71.6	69.6	49.8	54.4	53.4	42.4	38.4	52.7	35.2	42.8	51.7	31.2	43.1	38.6
160	66.0	68.1	66.6	47.3	48.2	49.0	39.3	35.6	48.4	30.8	42.4	46.3	34.3	44.7	38.3
200	72.9	73.5	73.4	53.0	53.2	54.0	38.5	37.5	40.7	34.4	34.5	36.3	34.8	41.7	36.2
250	68.3	69.4	68.5	48.6	48.6	49.2	36.4	37.0	37.0	32.2	33.3	31.4	33.1	40.3	34.7
320	68.9	71.3	69.3	49.6	50.1	49.8	37.2	37.7	36.9	32.0	32.5	33.9	40.0	40.9	37.7
<b>Lw (dB)=</b>	<b>87</b>			<b>75</b>			<b>63</b>			<b>57</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C14: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE18. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	55.4	57.7	51.5	40.4	36.1	41.3	52.5	40.9	44.9	39.5	24.9	36.8	25.6	64.4	49.7
1.25	54.9	57.3	52.3	41.7	35.9	40.1	51.5	38.3	43.6	38.8	24.0	36.2	25.2	63.4	48.7
1.6	54.8	56.8	57.8	39.7	35.1	39.6	50.6	37.6	42.9	37.5	25.7	35.3	23.2	62.4	47.9
2	53.3	55.3	47.5	40.0	34.6	38.9	49.6	36.3	42.0	36.8	23.4	34.1	23.4	61.4	46.8
2.5	51.8	54.6	50.3	38.0	35.2	37.9	48.7	36.0	41.0	35.8	24.5	33.1	23.5	60.5	45.9
3.2	52.2	54.5	53.0	37.8	33.8	36.8	47.7	35.6	40.1	34.9	26.1	32.0	26.6	59.5	45.0
4	51.2	53.4	53.3	38.7	35.4	36.4	47.2	34.8	39.5	36.3	30.6	33.5	31.9	58.5	44.0
5	52.4	54.3	54.6	40.1	40.6	39.5	46.4	38.0	40.5	38.4	36.0	38.2	36.8	57.7	43.6
6.3	55.0	59.7	55.5	42.9	48.5	45.5	48.0	45.1	43.9	44.0	44.1	40.4	36.9	56.6	43.4
8	58.5	65.2	57.7	52.6	51.2	47.7	50.3	47.2	43.6	45.6	46.3	40.4	41.8	55.6	42.3
10	65.9	71.2	64.9	68.2	62.4	53.6	57.4	56.8	45.5	54.6	50.0	48.5	45.7	55.5	43.4
12.5	79.2	79.7	78.5	72.0	68.6	61.3	57.4	58.7	53.4	52.2	52.1	52.9	46.7	54.9	47.0
16	85.8	82.0	78.2	73.5	76.5	70.7	63.6	59.3	62.9	51.9	56.1	55.4	48.4	53.8	48.1
20	87.7	83.9	75.8	71.8	77.2	70.0	59.9	58.2	59.4	48.3	48.4	51.7	43.8	51.9	44.3
25	87.3	83.7	77.9	68.5	74.5	64.6	58.1	55.1	54.2	48.6	49.9	42.5	36.6	50.8	40.1
31.5	95.6	96.3	93.1	83.1	83.9	69.5	68.2	64.0	60.5	50.7	50.8	44.3	39.4	50.0	40.2
40	88.2	88.4	92.8	82.8	81.8	69.3	60.9	62.3	56.9	47.9	53.0	45.0	36.0	49.0	39.4
50	86.6	87.3	100.4	80.5	82.2	77.0	63.4	66.4	63.8	55.2	60.6	52.3	35.6	48.0	42.2
63	78.5	85.4	95.7	66.1	67.1	79.9	73.8	77.7	62.0	61.9	55.4	52.4	34.4	47.1	40.3
80	79.0	76.4	85.3	55.9	59.2	72.3	63.5	67.7	51.8	54.0	41.5	47.1	34.7	46.2	38.1
100	74.7	76.0	76.2	53.1	56.2	58.9	46.0	47.3	51.3	39.6	39.7	48.4	36.1	45.5	40.5
125	69.7	73.0	70.9	51.2	56.3	56.1	44.6	40.4	55.2	39.8	45.3	55.3	31.3	44.5	40.9
160	65.9	69.3	67.6	47.9	50.2	50.9	41.4	36.9	50.6	32.2	43.8	47.9	33.9	45.3	39.4
200	72.7	73.3	73.5	53.2	53.0	53.4	40.0	38.5	42.4	34.9	35.3	37.1	34.9	43.2	36.8
250	67.9	69.5	68.7	49.0	48.6	48.4	37.8	37.5	37.6	33.5	34.1	32.1	32.9	42.2	34.9
320	68.8	71.3	69.4	49.2	50.1	49.4	38.2	37.8	37.1	32.1	32.6	33.5	39.1	42.4	37.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>89</b>			<b>77</b>			<b>66</b>			<b>58</b>			<b>71</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C15: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transito 1\_SE21. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	48.4	51.9	57.3	43.7	36.8	37.4	54.0	47.8	19.0	40.8	41.5	46.2	51.4	58.8	50.9
1.25	51.0	50.7	55.9	41.8	35.9	36.4	53.1	46.6	17.3	40.1	40.8	45.3	50.4	57.9	50.0
1.6	51.3	48.9	55.3	42.6	35.7	36.0	52.1	45.6	21.0	39.4	40.0	44.3	49.3	56.9	48.9
2	47.9	49.5	55.5	40.1	34.8	34.8	51.1	44.7	20.5	38.3	38.6	43.4	48.5	56.0	48.2
2.5	49.7	50.1	55.5	39.1	34.6	32.9	50.1	43.8	20.7	37.9	37.6	42.5	47.6	55.0	47.1
3.2	46.3	50.0	53.7	38.1	34.5	33.7	49.2	44.1	21.0	36.7	37.1	41.6	46.6	54.0	46.2
4	48.6	47.6	55.2	40.7	34.4	32.8	48.0	44.7	21.9	35.8	36.6	40.6	45.5	53.0	45.3
5	48.9	48.6	54.4	39.5	36.3	32.7	47.4	42.2	25.9	35.9	35.9	39.7	44.8	52.2	44.4
6.3	52.3	52.3	54.2	40.9	38.2	34.9	46.5	42.0	28.7	35.4	39.3	38.9	43.9	51.2	43.4
8	56.1	56.4	55.3	46.2	45.1	40.1	47.2	46.2	34.6	40.7	43.5	38.9	43.1	50.6	42.4
10	65.2	66.5	63.8	54.7	54.9	47.7	49.2	49.1	43.2	47.4	48.4	42.3	43.2	50.0	42.4
12.5	78.4	78.4	78.2	66.0	64.5	61.4	51.1	56.0	51.4	46.8	47.5	45.3	44.5	50.0	44.3
16	74.3	73.3	64.9	66.2	63.7	58.1	52.2	48.6	51.5	42.8	42.6	44.9	40.7	47.5	43.2
20	76.5	79.3	72.6	61.6	70.3	62.8	50.4	47.1	48.9	39.9	39.6	42.6	39.5	46.3	39.3
25	86.8	86.3	77.3	70.2	76.2	70.3	56.5	54.2	49.8	45.1	45.8	40.7	38.9	45.5	38.6
31.5	87.3	90.0	84.0	72.9	71.9	61.5	59.2	54.1	48.5	41.5	42.5	36.0	37.7	44.5	37.8
40	82.7	85.9	90.1	77.7	77.0	64.8	57.7	59.7	55.2	44.1	49.5	42.1	38.2	43.7	38.2
50	79.2	84.4	94.9	76.6	74.1	71.1	59.6	61.7	57.0	51.2	56.9	47.8	36.5	42.7	37.7
63	71.3	79.5	90.1	61.9	60.0	75.0	65.3	69.1	54.9	49.7	47.5	42.8	34.8	41.6	34.9
80	74.8	74.4	85.9	53.8	57.3	68.4	55.7	59.7	49.3	47.9	35.3	41.3	35.8	41.3	35.9
100	74.1	75.2	79.2	52.0	54.5	56.9	41.1	42.7	47.0	36.3	35.9	41.9	36.7	40.8	37.3
125	68.7	70.7	73.3	48.6	52.3	51.7	39.3	36.7	46.9	32.1	36.5	46.7	33.1	39.4	36.2
160	66.0	68.9	67.4	47.0	46.8	47.2	37.4	35.1	42.9	29.0	35.0	39.4	32.9	39.3	34.2
200	72.9	73.7	72.9	52.7	52.7	53.5	38.7	38.0	38.8	33.7	33.8	34.5	35.3	38.7	35.8
250	68.7	69.6	68.4	48.4	48.5	48.7	37.7	37.2	36.7	30.9	31.3	31.2	33.4	37.4	33.8
320	69.2	72.5	68.9	49.2	49.7	49.6	38.0	37.8	36.9	31.5	32.0	32.2	38.1	38.5	36.7
<b>Lw (dB)=</b>	<b>84</b>			<b>71</b>			<b>63</b>			<b>56</b>			<b>66</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C16: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitio 1\_SE23. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	53.6	54.4	56.5	40.0	34.0	32.8	27.1	22.3	23.2	24.9	25.0	33.5	25.7	61.5	48.9
1.25	52.6	53.4	57.2	38.7	32.6	30.1	24.0	23.2	16.2	23.8	24.6	32.0	23.4	60.6	48.2
1.6	52.5	52.3	65.8	40.0	31.7	30.4	26.3	24.0	20.4	23.6	23.1	32.1	25.4	59.7	47.0
2	51.7	52.5	55.4	39.9	31.5	28.6	23.8	23.4	19.6	23.9	23.5	30.5	25.3	58.7	46.0
2.5	51.5	50.8	54.0	38.1	32.9	29.1	23.6	26.9	21.4	22.5	26.2	30.0	24.0	57.7	45.2
3.2	50.3	52.8	61.7	38.8	41.0	32.9	32.6	35.6	30.3	31.4	32.6	32.2	33.6	56.8	44.4
4	50.3	54.7	57.5	40.2	42.5	37.0	37.4	37.4	35.4	36.3	32.8	34.9	36.3	55.7	43.9
5	51.9	58.1	65.8	41.6	43.4	40.8	39.2	40.3	37.4	38.8	39.6	38.2	36.9	54.8	43.7
6.3	55.2	61.2	63.4	53.1	51.6	46.8	50.1	49.2	46.9	45.6	47.6	44.9	44.2	54.4	46.2
8	60.6	66.5	64.6	53.5	55.4	47.9	50.5	52.2	44.6	48.6	49.9	42.4	43.5	53.6	42.8
10	67.4	68.5	67.7	64.7	61.6	52.6	56.6	56.1	49.0	52.9	54.7	48.0	45.9	53.8	44.6
12.5	79.5	79.5	79.0	69.3	68.0	62.8	58.3	58.8	56.2	53.0	53.2	52.3	47.5	52.9	46.7
16	89.7	82.6	80.7	81.8	83.2	80.4	68.2	64.0	68.8	56.5	59.9	64.8	47.3	53.1	55.7
20	89.3	84.1	78.2	75.5	80.9	75.9	61.6	59.7	63.0	49.4	52.3	58.6	41.2	49.6	46.2
25	92.3	89.8	82.2	74.9	78.6	69.4	60.6	55.5	54.2	47.7	48.1	46.0	35.3	48.2	39.4
31.5	95.2	98.5	96.0	83.1	83.5	66.7	68.8	65.4	58.5	50.3	52.7	44.9	39.3	47.6	41.1
40	88.2	90.8	98.3	80.0	81.6	66.6	60.9	62.5	57.5	47.8	52.2	45.0	37.7	46.5	39.3
50	83.8	91.2	104.9	82.9	82.7	80.1	67.7	70.1	63.0	57.9	64.9	54.0	38.9	45.7	44.3
63	80.9	86.7	99.8	70.0	68.1	82.5	72.7	76.5	63.1	60.2	59.5	52.9	35.1	44.5	39.4
80	79.1	78.7	90.5	60.4	61.1	75.9	66.5	70.6	56.1	56.7	42.7	48.0	34.4	43.7	39.1
100	75.5	77.5	81.3	54.3	58.9	61.1	46.1	49.1	51.4	39.5	39.0	46.6	35.5	43.2	39.4
125	70.3	75.1	74.2	51.9	55.2	54.2	42.5	38.5	53.1	36.2	42.0	53.2	30.5	42.1	38.9
160	66.8	70.6	69.0	52.3	48.9	49.6	40.8	35.5	49.3	31.1	40.6	46.1	32.5	43.1	37.5
200	72.9	74.1	73.5	56.7	53.1	53.7	39.1	37.9	41.1	34.3	34.2	35.7	35.0	41.1	36.8
250	68.5	72.1	68.6	53.8	49.0	49.1	38.1	37.6	37.2	31.9	32.9	31.5	34.8	40.1	36.6
320	69.3	77.4	69.5	54.4	51.1	49.9	39.8	39.1	37.5	33.1	35.5	34.7	46.1	43.4	43.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>92</b>			<b>81</b>			<b>67</b>			<b>61</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C17: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE26. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	49.7	51.3	54.0	43.2	30.0	28.3	44.0	40.6	34.0	18.2	25.4	25.9	38.4	58.4	47.3
1.25	50.2	49.9	54.0	46.2	27.8	27.2	43.2	40.2	33.9	20.6	24.5	25.3	38.0	57.4	46.3
1.6	47.6	50.3	54.3	48.1	30.7	26.3	42.3	39.1	35.3	19.9	24.5	24.2	38.1	56.5	45.4
2	47.8	50.0	53.9	43.9	29.8	27.1	41.5	39.3	36.2	20.9	25.4	23.9	37.8	55.5	44.5
2.5	48.9	48.0	56.8	39.4	30.8	31.0	41.2	38.3	37.5	21.7	25.6	25.3	37.8	54.5	44.0
3.2	48.7	49.2	57.2	39.9	32.5	36.4	41.0	39.1	38.8	27.6	27.8	30.5	39.2	53.6	43.2
4	50.6	50.9	55.2	40.0	36.1	36.6	40.9	41.0	41.0	32.5	31.9	33.6	39.1	52.6	42.3
5	52.0	51.1	57.5	46.1	42.4	45.3	43.9	43.0	45.9	39.4	39.1	40.5	40.4	52.0	44.6
6.3	51.6	54.5	58.3	45.4	44.7	43.2	44.0	43.3	43.9	39.5	40.3	38.8	40.7	51.2	43.2
8	58.8	61.3	59.1	50.8	52.0	45.7	48.7	46.9	44.9	44.3	46.5	40.8	43.9	50.7	43.3
10	67.3	66.4	65.5	63.0	62.1	51.0	54.7	57.7	51.3	54.8	55.9	48.1	47.1	51.8	46.3
12.5	79.1	78.6	78.4	68.0	63.9	60.9	54.3	57.2	53.6	50.2	51.3	47.3	47.3	50.7	45.6
16	76.7	75.0	71.1	68.9	68.7	63.7	56.0	53.1	56.0	46.2	47.1	49.2	45.6	49.1	45.9
20	84.5	82.5	75.4	71.1	76.9	67.0	56.5	54.3	57.0	46.5	46.8	49.2	45.9	48.3	44.9
25	89.4	85.3	79.2	72.8	74.9	66.3	58.3	54.1	53.6	46.1	45.6	40.6	46.5	48.1	44.9
31.5	91.2	94.2	89.1	79.7	80.2	64.8	65.5	62.1	54.8	48.2	48.6	40.0	47.5	48.2	46.0
40	86.4	88.6	95.1	82.7	81.9	69.4	61.7	64.0	60.0	46.8	54.2	47.3	48.6	48.5	47.2
50	85.1	89.4	100.0	76.2	75.3	75.9	61.0	63.4	58.0	50.7	59.6	48.9	49.1	48.8	47.6
63	79.0	87.1	97.7	67.2	65.4	82.7	72.1	75.7	62.3	57.6	55.8	52.0	50.0	49.4	48.5
80	79.1	76.9	87.7	56.1	58.6	72.2	60.7	64.6	54.6	52.7	40.2	46.2	50.8	50.1	49.3
100	74.9	76.1	79.6	52.9	57.0	59.7	51.1	50.9	54.3	40.5	40.3	47.8	51.7	50.9	50.3
125	69.1	72.9	74.2	51.1	56.0	53.4	51.2	49.7	57.8	38.1	44.5	54.9	52.2	51.3	51.0
160	66.7	71.5	68.6	49.5	49.4	49.0	51.1	49.6	56.4	33.4	44.8	49.4	52.7	52.1	51.3
200	72.7	74.5	73.2	55.4	53.0	53.6	50.3	49.6	52.2	36.0	37.1	38.8	52.8	51.7	51.4
250	68.5	70.7	68.7	51.1	49.3	48.8	49.0	48.4	50.4	34.5	35.9	33.4	52.5	51.3	51.1
320	68.8	77.3	69.3	51.6	52.1	49.7	47.7	47.1	48.6	35.4	36.2	37.3	53.2	50.9	51.1
<b>Lw (dB)=</b>	<b>88</b>			<b>75</b>			<b>63</b>			<b>57</b>			<b>65</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C18: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE26bis. Livelli di accelerazione e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	51.7	53.9	51.9	43.2	38.5	31.9	38.5	41.4	24.2	22.1	31.6	27.6	30.8	62.6	50.4
1.25	50.4	52.5	52.2	43.0	38.4	30.1	37.9	39.3	22.9	20.7	30.6	27.7	27.8	61.6	49.2
1.6	50.0	52.7	53.2	49.9	38.3	30.9	37.2	37.1	20.6	19.3	30.6	26.1	27.7	60.6	48.4
2	49.6	52.2	51.1	43.7	37.2	28.6	35.9	34.2	21.8	18.3	27.6	25.3	26.8	59.7	47.2
2.5	49.7	51.1	50.8	45.7	35.8	29.7	35.1	35.8	24.8	19.2	27.2	24.3	26.4	58.7	46.3
3.2	49.5	50.0	50.6	45.5	36.2	32.2	35.0	37.3	27.8	22.9	26.6	29.4	27.1	57.7	45.3
4	48.8	50.8	51.5	43.9	35.7	31.0	34.7	36.6	26.2	27.5	29.3	25.3	29.1	56.8	44.4
5	49.8	51.0	52.1	43.6	38.3	34.5	35.7	36.0	31.6	30.2	32.7	31.7	33.5	55.8	43.5
6.3	53.2	53.4	53.0	44.8	41.2	38.4	38.3	37.3	35.8	34.9	37.8	33.6	33.0	54.8	42.6
8	55.8	62.8	55.0	51.1	48.5	44.3	46.3	44.9	39.6	43.4	45.3	37.2	37.5	54.2	42.5
10	64.2	66.6	63.3	52.1	54.0	46.9	48.4	47.6	40.9	46.2	46.0	40.3	38.4	53.2	41.7
12.5	78.2	78.5	78.1	59.3	59.1	59.0	44.8	45.4	42.2	41.3	42.1	40.8	39.9	52.0	42.5
16	71.4	72.7	63.3	58.4	60.5	56.6	46.4	45.1	47.0	38.7	39.2	41.7	32.7	51.0	40.0
20	77.4	72.2	67.3	60.9	65.7	56.3	46.8	45.0	46.9	39.7	37.9	37.9	29.3	50.1	38.4
25	80.9	77.6	74.2	69.1	68.1	63.6	54.7	50.4	48.8	42.8	43.7	37.4	31.2	49.1	38.5
31.5	85.0	85.8	81.6	73.2	74.9	64.8	65.7	58.3	54.2	44.0	45.5	38.5	33.0	48.1	37.8
40	82.4	82.7	89.1	78.4	77.1	65.5	58.4	57.4	54.8	41.7	48.7	40.8	32.6	47.2	37.8
50	75.8	83.6	93.1	75.8	73.3	66.0	55.7	59.0	53.9	44.4	53.8	42.9	29.0	46.2	37.5
63	71.1	79.7	88.3	61.1	61.4	72.9	66.7	70.3	55.4	52.0	50.4	44.7	28.8	45.3	35.3
80	76.9	75.4	83.5	54.1	56.7	68.3	57.4	61.5	48.8	49.3	36.0	43.4	33.3	44.6	35.9
100	72.4	73.4	73.7	52.0	53.1	54.5	40.5	43.0	44.9	34.4	34.1	39.2	35.4	43.9	36.8
125	67.8	69.4	68.2	49.6	50.0	49.5	37.2	36.0	45.5	30.9	34.4	43.9	29.8	42.6	34.6
160	66.2	66.4	66.0	51.9	46.4	47.3	36.3	35.0	43.6	28.6	34.9	39.0	30.3	42.3	34.7
200	73.1	73.6	73.3	60.2	52.8	53.7	38.0	37.8	39.1	34.0	33.9	34.7	34.4	41.6	36.1
250	68.6	69.1	68.5	56.9	48.3	49.0	36.6	37.0	36.8	30.8	30.9	30.5	31.8	40.5	33.9
320	69.2	69.9	69.0	55.1	49.1	49.5	37.2	37.5	37.0	32.0	31.7	31.9	38.6	40.8	36.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>82</b>			<b>69</b>			<b>58</b>			<b>50</b>			<b>69</b>		

Tabella C19: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE28. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

<b>F (Hz)</b>	<b>dB</b>														
1	54.7	56.1	55.7	43.3	39.1	31.0	32.5	33.6	26.6	23.8	21.0	17.0	35.8	61.6	48.8
1.25	53.9	54.7	56.7	43.4	38.4	30.0	31.3	36.2	25.8	22.9	20.1	17.5	34.8	60.6	48.1
1.6	54.6	53.4	54.2	43.5	37.5	30.0	29.7	33.1	26.0	25.7	20.1	19.0	34.2	59.7	47.3
2	52.7	52.8	53.2	42.3	36.8	32.3	29.3	32.9	25.3	24.2	22.7	21.7	33.9	58.7	46.0
2.5	51.8	53.8	53.2	41.6	37.0	36.7	30.8	33.7	32.6	29.5	29.3	30.1	33.6	57.7	44.8
3.2	51.6	52.3	53.2	38.9	37.0	38.3	34.9	35.4	37.0	31.3	32.5	35.2	34.1	56.7	44.7
4	52.4	53.2	55.9	40.6	39.2	40.7	36.4	37.7	39.9	33.9	34.4	38.2	36.0	55.8	44.2
5	52.8	56.7	56.1	43.7	43.8	44.1	41.7	41.4	44.2	40.7	40.8	42.7	38.9	55.0	45.1
6.3	58.5	60.9	56.1	52.7	52.7	48.4	48.4	49.5	49.0	46.9	48.9	47.5	45.5	54.9	45.6
8	60.8	64.8	56.2	53.8	54.8	47.8	50.8	50.6	44.7	47.9	47.7	43.6	44.5	53.2	43.7
10	69.0	70.9	64.7	64.8	63.1	53.5	56.2	56.8	51.2	52.7	54.0	47.3	44.9	53.4	45.2
12.5	81.7	79.9	78.8	74.9	70.0	63.0	61.8	64.2	60.7	56.0	58.4	55.1	50.1	55.9	50.8
16	79.9	79.2	70.8	71.8	69.4	64.6	57.2	54.7	56.5	47.9	48.2	51.2	41.0	50.3	44.9
20	86.0	85.9	76.3	73.1	75.5	67.4	55.8	55.5	56.5	48.2	47.9	49.6	40.3	49.2	41.7
25	86.8	83.9	80.2	71.2	77.0	66.6	58.5	55.6	52.0	47.9	46.9	42.6	36.7	48.1	38.9
31.5	91.5	92.2	89.3	80.9	82.2	69.3	69.9	63.0	58.2	49.1	50.1	42.8	36.9	47.1	40.1
40	90.6	88.7	93.6	84.0	82.6	71.4	64.7	63.3	58.7	49.3	53.5	45.6	36.7	46.2	39.8
50	82.7	88.7	100.5	78.1	77.8	74.3	63.6	65.9	62.1	52.7	62.8	50.6	34.4	45.4	39.4
63	76.0	81.9	92.9	65.8	63.9	73.1	68.7	72.4	57.9	54.7	54.8	45.1	30.6	44.2	36.4
80	76.8	75.9	83.6	56.2	59.3	67.9	60.0	64.0	52.4	51.3	41.6	47.3	34.3	43.4	38.5
100	75.7	76.8	78.1	55.9	58.8	60.6	46.5	48.6	54.5	40.7	41.6	49.2	35.9	43.3	41.4
125	69.8	72.7	70.7	54.8	57.4	54.6	44.4	40.3	55.2	37.9	43.9	54.8	31.0	42.3	41.5
160	65.8	68.5	66.8	52.9	49.1	49.1	42.0	37.0	51.5	31.7	43.1	47.7	33.3	43.3	38.6
200	72.7	73.5	73.3	55.3	52.8	53.5	39.5	38.4	42.3	34.8	35.7	37.7	35.3	41.2	37.5
250	68.3	69.0	68.6	55.4	48.4	48.8	36.8	37.5	37.6	32.7	34.0	32.3	33.9	39.8	36.6
320	68.7	71.5	69.3	55.2	49.8	49.5	37.6	38.2	37.2	32.2	33.7	34.5	42.1	41.2	39.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>88</b>			<b>76</b>			<b>65</b>			<b>59</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C20: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitio 1\_SE29. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	54.9	55.4	51.8	40.3	28.4	37.2	36.7	25.4	28.4	27.4	21.1	28.4	33.5	61.6	48.5
1.25	53.9	55.6	51.7	40.5	26.7	36.7	36.0	24.5	28.5	27.0	22.4	28.2	32.4	60.7	47.4
1.6	52.6	53.9	69.1	38.3	25.6	36.1	34.5	20.3	27.1	25.8	23.7	26.6	31.3	59.7	46.8
2	52.5	53.6	58.8	38.7	26.1	33.8	34.5	21.0	26.7	23.8	20.5	26.4	30.4	58.7	45.6
2.5	51.6	52.5	54.4	38.9	27.2	33.7	33.2	23.5	26.0	24.9	21.3	25.9	30.2	57.7	44.7
3.2	51.3	52.3	58.4	37.3	31.4	33.3	33.4	26.9	27.3	26.8	23.7	26.3	29.3	56.8	43.8
4	52.0	53.7	58.2	37.9	38.0	37.0	34.0	29.9	33.6	31.2	30.2	32.7	31.7	55.8	43.4
5	52.8	57.8	65.8	40.3	43.3	43.8	40.8	37.5	41.9	38.9	40.2	41.0	36.3	54.9	43.7
6.3	53.0	60.3	61.7	49.4	51.2	42.8	48.1	48.2	42.0	45.1	45.4	41.2	42.3	54.4	44.1
8	58.7	64.1	62.0	51.3	52.6	43.7	47.2	49.7	39.1	45.7	46.9	39.7	42.2	53.6	41.4
10	66.2	68.5	66.5	59.8	60.9	51.9	52.8	51.1	46.4	48.4	50.0	44.1	41.4	52.4	41.4
12.5	79.7	79.1	79.0	69.4	67.9	62.4	58.3	59.4	54.8	52.1	52.3	51.2	46.2	52.3	45.5
16	86.2	79.5	75.3	82.7	82.8	79.5	64.8	63.0	66.4	54.2	56.9	60.9	45.1	51.6	54.1
20	87.2	84.7	76.9	73.5	82.9	77.4	62.4	61.2	63.1	49.7	54.8	59.9	41.5	49.5	48.1
25	89.4	91.6	81.8	74.6	77.0	67.4	59.3	56.0	52.0	48.8	47.4	44.9	35.3	48.3	38.6
31.5	96.1	100.2	97.2	83.2	83.9	67.4	67.9	64.4	59.6	51.0	52.6	44.3	39.6	47.8	40.7
40	88.9	91.5	97.6	83.7	83.9	69.6	64.0	64.4	59.0	48.2	55.9	47.1	37.6	46.6	40.0
50	86.3	92.4	104.9	83.1	83.2	80.8	67.7	69.8	62.8	57.7	65.9	53.7	39.3	45.9	45.0
63	80.2	87.7	99.1	70.6	68.6	83.9	71.7	75.4	61.6	60.8	61.4	53.2	35.3	44.7	39.8
80	80.2	79.5	90.4	60.0	62.6	77.0	65.9	69.9	55.4	58.4	43.4	48.9	34.3	43.7	38.5
100	75.8	77.2	80.9	52.9	59.7	61.8	46.9	50.0	50.6	39.6	39.3	46.0	35.1	43.2	39.4
125	70.9	74.9	76.3	50.6	56.4	56.0	43.0	39.1	53.3	36.8	42.8	52.7	30.5	42.1	38.7
160	66.7	70.6	69.5	47.4	49.1	49.5	39.9	36.2	49.2	30.4	41.3	45.9	32.0	42.8	36.9
200	72.8	74.7	73.6	53.0	52.9	53.5	38.6	38.0	40.4	34.2	34.2	36.0	34.7	41.0	36.0
250	68.3	72.9	68.7	48.1	48.6	48.4	37.4	37.1	37.2	31.5	32.1	31.0	32.4	39.7	35.0
320	68.7	77.5	69.6	49.1	50.2	49.5	38.7	38.3	37.0	32.2	34.0	33.4	41.3	41.0	40.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>92</b>			<b>81</b>			<b>65</b>			<b>59</b>			<b>68</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C21: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE30. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	54.6	55.5	52.9	40.7	31.7	37.4	21.7	33.9	31.6	21.3	32.5	28.8	33.9	61.3	48.7
1.25	52.6	55.0	54.6	40.4	32.0	36.0	21.8	33.7	30.8	21.6	31.1	26.3	33.8	60.3	47.3
1.6	52.8	54.5	54.6	38.3	33.9	35.9	19.6	32.9	30.2	13.7	31.3	24.9	31.7	59.3	46.9
2	52.4	53.4	54.6	37.3	32.1	35.7	22.3	32.0	29.9	18.5	30.3	25.7	30.1	58.4	45.9
2.5	51.1	54.8	56.3	38.0	39.8	36.3	30.2	36.9	29.6	27.5	32.5	29.4	33.7	57.4	44.7
3.2	50.8	55.3	57.1	36.2	35.6	34.7	27.5	31.8	28.8	25.2	29.9	27.0	31.7	56.4	43.7
4	52.0	54.6	57.7	39.4	36.8	41.4	36.5	36.0	38.4	34.3	33.6	35.8	34.2	55.5	42.3
5	53.3	53.5	59.6	44.9	40.7	41.6	41.0	39.4	39.9	39.0	39.5	38.6	37.4	54.7	42.7
6.3	55.9	58.7	59.7	49.3	47.5	48.2	45.7	45.6	45.9	44.1	45.2	44.4	42.9	54.0	44.6
8	62.7	70.4	60.6	57.7	57.6	51.7	52.6	54.0	47.2	48.7	51.7	44.7	44.6	53.5	44.6
10	70.8	71.1	67.5	69.1	64.6	55.0	59.6	61.0	54.0	56.0	61.1	51.4	48.3	55.6	51.0
12.5	78.8	79.1	78.5	71.4	68.9	61.2	56.4	60.9	56.2	55.1	56.7	53.4	48.0	55.1	48.6
16	82.4	83.9	78.1	76.5	76.9	69.4	62.1	57.7	62.9	52.1	51.5	56.5	44.4	52.3	49.0
20	90.7	89.7	85.2	80.7	84.5	75.8	63.1	60.8	65.0	53.2	53.4	58.6	43.1	49.8	47.5
25	94.6	92.5	86.5	78.5	80.9	72.0	62.7	58.4	58.0	50.0	52.0	47.7	39.8	48.1	39.8
31.5	97.1	98.7	92.9	82.9	86.1	69.2	73.8	65.9	59.6	51.8	54.6	46.2	41.0	47.7	42.7
40	91.8	94.5	98.0	85.7	86.3	74.3	64.9	65.9	62.1	52.7	61.8	50.4	39.1	46.3	41.7
50	89.4	91.9	102.4	84.6	85.0	77.0	67.3	68.7	63.7	55.4	65.2	53.3	37.7	45.7	42.9
63	78.2	86.4	97.4	66.3	64.8	79.2	70.6	74.0	60.6	53.7	57.5	51.1	32.7	44.0	35.8
80	78.8	77.6	90.4	55.4	57.2	72.3	58.6	62.5	50.4	51.7	38.9	44.9	33.3	43.3	36.5
100	74.0	77.0	80.2	52.6	57.9	60.9	44.3	46.3	51.1	39.6	40.0	47.2	35.1	42.9	39.7
125	69.1	72.5	72.4	49.9	56.1	53.3	42.7	40.1	53.4	36.6	43.4	54.0	30.5	41.9	39.9
160	66.0	68.8	67.7	47.0	48.7	48.6	41.6	36.8	50.9	31.4	42.5	47.7	34.0	43.9	39.1
200	72.7	74.5	73.2	52.8	52.9	53.5	40.3	39.8	43.7	35.4	36.0	38.4	34.9	40.8	37.2
250	68.4	72.1	68.7	48.4	49.9	48.9	38.4	38.7	38.2	34.3	36.2	33.4	34.2	39.6	37.1
320	68.9	79.0	69.4	49.5	52.6	49.7	39.0	38.7	37.1	34.6	35.1	36.6	45.4	42.4	43.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>92</b>			<b>80</b>			<b>66</b>			<b>61</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C22: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE31. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	55.4	52.8	52.8	41.4	40.1	35.4	42.1	45.3	34.0	18.4	34.9	34.7	47.1	62.2	48.3
1.25	54.6	53.5	51.9	41.7	38.8	34.9	41.1	41.1	32.9	17.3	33.6	33.7	46.0	61.2	47.6
1.6	53.1	51.7	49.4	41.4	37.8	33.7	40.0	40.7	31.6	17.6	32.3	32.4	45.1	60.2	46.5
2	52.6	51.9	51.3	39.4	37.4	33.6	39.2	39.0	31.2	20.8	31.2	31.9	44.2	59.2	45.6
2.5	52.5	50.6	51.2	38.9	36.5	33.0	38.2	37.3	29.5	21.0	31.0	31.4	43.2	58.2	44.7
3.2	50.6	50.6	51.1	38.4	36.2	33.0	37.6	37.0	29.0	23.5	30.2	30.5	42.2	57.3	43.9
4	52.2	49.6	49.5	36.9	36.0	33.4	37.1	38.0	28.3	26.9	30.1	30.0	41.1	56.3	42.7
5	51.1	51.9	54.1	37.7	36.3	33.8	37.0	36.7	29.6	29.7	32.3	30.3	40.4	55.3	42.0
6.3	53.3	55.3	53.7	41.1	42.7	39.7	39.0	39.4	36.3	35.6	39.2	33.3	40.3	54.4	41.2
8	53.5	59.6	56.4	46.5	48.6	42.9	44.4	45.2	36.7	40.8	43.8	34.4	41.1	53.8	40.4
10	63.2	64.2	63.7	50.0	48.9	45.4	41.8	42.9	36.5	39.1	40.7	33.3	39.3	52.8	39.4
12.5	77.6	78.1	77.9	59.5	59.5	58.6	45.1	46.4	44.3	41.1	41.8	40.3	41.8	52.1	41.7
16	71.6	69.4	66.0	62.0	63.1	55.7	48.6	47.8	49.5	40.1	40.2	42.9	38.3	50.9	39.9
20	74.3	73.5	68.1	62.6	65.3	55.0	47.4	44.9	45.6	40.8	39.0	38.2	37.9	49.7	37.7
25	80.6	80.9	77.1	69.0	69.7	62.1	54.2	49.4	49.8	43.5	43.5	36.8	35.7	48.8	37.3
31.5	87.0	90.1	83.5	75.9	76.9	63.8	66.3	56.3	52.5	44.8	46.0	38.1	35.6	47.8	37.1
40	83.2	83.3	90.5	82.3	79.3	67.4	55.6	57.4	53.8	42.8	46.8	40.6	35.1	46.8	36.4
50	81.7	83.8	94.8	76.1	76.7	70.2	59.7	62.1	57.5	48.8	57.2	45.8	34.1	45.9	36.0
63	73.4	84.4	92.0	65.4	65.0	74.7	69.8	73.2	58.9	53.5	52.9	48.0	33.0	45.0	35.6
80	74.6	75.1	82.3	54.2	54.4	66.6	59.0	62.8	48.4	48.3	35.2	40.2	34.2	44.0	35.2
100	72.3	73.2	74.0	51.5	52.6	54.0	39.9	42.2	43.3	34.6	34.3	39.3	35.8	43.6	36.9
125	68.0	69.8	68.4	48.2	50.6	49.9	37.4	36.1	46.0	31.2	34.8	45.3	31.5	42.3	34.9
160	65.6	66.6	66.0	45.9	46.6	47.2	37.6	34.6	44.8	29.0	35.7	41.1	31.6	42.0	34.5
200	72.8	73.4	73.3	52.6	52.7	53.5	38.2	37.8	39.8	34.0	34.0	34.5	34.9	41.3	35.3
250	68.2	69.1	68.5	48.3	48.5	48.9	36.8	37.0	36.9	30.8	31.0	30.1	32.4	40.2	33.1
320	68.8	70.2	69.3	48.8	49.3	49.5	37.3	37.7	37.2	31.4	31.7	31.5	37.0	40.4	35.7
<b>Lw (dB)=</b>	<b>83</b>			<b>71</b>			<b>59</b>			<b>50</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C23: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE32. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	53.7	53.5	53.3	41.3	32.2	31.8	33.1	40.8	20.4	19.6	22.5	26.5	25.5	60.7	48.4
1.25	52.9	51.2	52.1	40.5	32.1	31.4	32.1	40.7	17.8	17.2	23.0	24.9	26.0	59.7	47.5
1.6	51.9	50.5	49.2	40.5	30.3	31.1	31.5	35.4	19.5	21.8	21.8	23.1	26.8	58.8	46.6
2	51.8	50.7	49.0	38.2	30.1	31.5	31.3	34.9	20.1	16.3	22.6	24.0	25.2	57.8	45.5
2.5	50.4	51.2	50.1	38.2	31.4	32.2	30.6	38.6	24.3	21.2	24.1	25.9	24.9	56.8	44.5
3.2	50.7	50.5	54.7	36.3	33.5	30.8	30.6	35.8	23.7	23.1	26.1	25.3	25.3	55.9	43.6
4	50.5	50.0	56.6	38.2	34.4	32.4	30.1	38.6	28.6	26.3	26.4	28.9	29.1	55.0	42.7
5	49.9	50.8	54.6	38.6	34.6	33.0	34.0	33.7	27.0	29.2	32.1	27.9	30.7	53.9	41.9
6.3	51.3	53.9	55.6	41.4	41.3	37.6	38.4	38.7	34.0	36.0	37.6	31.8	35.9	52.9	41.1
8	59.0	64.8	59.9	56.1	54.7	47.2	51.2	49.6	43.7	49.8	47.2	42.4	44.4	52.7	41.5
10	70.4	71.3	64.3	66.5	65.1	52.8	55.9	57.1	46.7	53.7	51.3	47.9	44.6	51.9	44.4
12.5	78.3	79.3	78.1	69.5	68.2	60.0	55.0	58.3	52.5	53.3	54.5	50.4	45.5	51.9	44.2
16	75.3	74.0	68.1	67.3	64.4	59.1	54.3	51.1	51.8	47.6	46.1	46.8	39.8	49.8	41.9
20	82.4	81.2	74.5	67.0	71.1	64.1	52.9	52.1	53.5	43.9	42.9	43.4	37.2	48.4	38.3
25	85.1	81.5	78.3	73.3	72.4	64.3	56.5	53.9	55.3	46.2	46.2	40.9	35.0	47.5	38.3
31.5	93.7	94.3	88.3	80.7	81.5	69.6	69.5	65.2	58.6	49.2	49.7	42.4	36.9	46.6	39.6
40	89.5	89.6	97.0	84.8	82.0	69.0	62.8	63.1	61.3	48.0	51.9	44.6	35.9	45.7	39.2
50	83.8	86.5	98.3	80.0	79.4	74.4	64.9	66.8	61.5	52.9	58.9	48.6	34.7	44.8	39.5
63	74.3	82.6	94.5	68.3	64.6	76.1	69.1	72.5	59.3	56.8	56.2	49.4	30.9	43.7	35.9
80	78.8	77.9	87.9	56.7	60.7	71.0	60.5	64.5	53.8	55.2	41.6	48.4	34.3	43.0	37.6
100	76.6	77.6	78.9	54.0	59.3	61.6	46.4	48.4	52.5	39.0	39.7	46.9	35.5	42.5	39.2
125	68.9	71.8	69.5	49.1	53.4	53.0	40.2	37.4	49.2	33.1	37.3	48.7	30.2	41.1	36.8
160	65.8	67.4	66.2	46.2	47.6	47.9	40.1	35.6	48.9	30.2	38.4	44.2	31.7	41.9	37.0
200	72.9	73.4	73.2	53.0	52.8	53.5	38.4	37.8	40.2	34.4	34.9	35.9	34.8	40.3	35.7
250	68.3	69.2	68.2	48.2	48.4	48.5	36.6	37.7	37.5	32.8	34.1	31.9	32.5	38.9	34.7
320	68.9	70.7	69.1	48.9	49.4	49.6	37.3	37.9	37.3	32.0	32.7	32.8	39.1	39.8	37.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>87</b>			<b>75</b>			<b>62</b>			<b>56</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C24: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE33. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	52.4	56.5	53.9	42.8	34.4	35.8	32.8	21.9	44.6	39.2	38.8	33.0	34.4	62.5	48.5
1.25	52.2	55.6	54.3	39.9	31.5	34.3	31.6	24.7	43.8	37.8	38.1	31.7	33.7	61.5	47.7
1.6	51.9	54.6	51.7	39.1	33.2	31.8	31.2	24.8	42.9	36.9	36.9	31.1	32.6	60.6	46.8
2	51.0	53.8	52.0	38.6	33.1	33.1	30.0	23.4	41.8	36.3	35.3	29.8	31.2	59.6	45.7
2.5	50.3	52.4	53.2	39.7	31.9	31.8	28.7	23.0	40.9	34.9	34.2	29.8	31.5	58.7	44.8
3.2	49.9	53.0	56.9	38.7	31.5	31.6	29.5	29.3	40.0	34.4	33.6	29.5	30.5	57.7	43.7
4	49.8	52.6	59.0	37.3	34.9	35.0	33.0	30.1	39.1	35.7	34.5	30.2	29.8	56.6	43.0
5	49.1	53.2	60.4	38.7	36.8	34.7	33.7	32.5	39.3	34.7	36.4	32.1	32.0	55.7	42.1
6.3	52.1	54.1	64.6	41.9	41.0	36.7	39.2	39.1	39.7	37.8	40.3	33.0	36.0	54.8	41.4
8	54.5	58.9	59.0	46.1	47.2	40.5	43.2	44.0	38.1	39.7	42.7	34.6	36.3	53.9	40.6
10	65.6	66.2	65.6	57.4	57.8	51.0	53.7	52.1	45.2	51.4	48.8	42.7	42.8	53.6	43.2
12.5	80.0	78.5	78.7	71.2	66.4	64.2	56.2	61.9	60.8	55.2	53.4	52.2	46.8	54.8	48.0
16	83.9	82.9	78.0	75.2	73.5	67.6	59.7	58.6	62.0	52.2	50.3	56.4	43.5	51.9	47.4
20	81.4	80.7	74.9	66.9	70.3	65.2	52.4	50.3	53.3	42.7	44.0	47.9	36.1	50.0	39.8
25	92.9	91.2	83.9	77.2	79.0	71.8	61.7	58.9	56.1	49.4	48.1	43.6	37.4	49.1	38.6
31.5	93.3	95.0	88.0	76.6	80.0	64.6	65.3	60.7	53.4	45.4	47.8	39.4	36.3	48.3	39.0
40	91.4	93.4	96.5	83.7	84.7	73.8	63.4	66.4	60.7	51.9	60.0	51.9	40.3	47.5	40.4
50	88.0	91.8	103.1	75.4	76.5	75.6	63.6	66.5	59.6	52.7	60.9	51.1	35.7	46.5	39.4
63	79.4	84.1	98.5	71.7	68.2	83.3	72.7	76.2	65.1	56.1	63.4	56.9	38.7	46.2	41.5
80	78.7	77.5	90.5	55.9	59.8	75.2	61.4	65.2	52.6	51.0	41.3	45.2	33.7	44.5	36.7
100	75.6	77.3	80.0	52.4	57.7	61.0	45.1	48.2	50.3	38.0	38.9	44.5	35.4	43.7	39.1
125	71.0	74.3	75.7	49.3	55.3	55.2	40.9	38.0	50.7	33.8	38.4	50.6	30.4	42.7	37.3
160	67.2	70.4	68.8	46.6	47.9	48.4	38.6	35.4	47.4	29.5	37.4	43.0	30.8	42.5	35.4
200	72.9	73.9	73.3	53.1	52.8	53.6	37.8	37.7	39.9	33.8	34.0	34.9	34.3	41.6	35.9
250	68.4	71.0	68.9	48.1	48.5	48.7	36.6	37.4	37.5	31.3	32.3	30.9	32.5	40.4	34.2
320	68.9	75.9	69.7	49.0	50.2	49.7	37.8	38.3	37.4	32.5	33.1	33.9	42.1	41.5	39.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>90</b>			<b>76</b>			<b>64</b>			<b>57</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C25: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE34. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	57.0	57.6	46.7	41.3	37.0	32.6	35.8	33.8	32.4	31.9	21.2	27.2	33.6	63.3	50.2
1.25	56.0	57.0	45.5	40.6	35.6	31.5	35.1	33.7	31.1	31.4	20.8	26.8	32.0	62.3	49.1
1.6	55.1	55.9	44.9	40.8	34.5	31.0	34.6	33.0	30.3	30.4	20.9	27.7	31.3	61.4	48.4
2	53.7	55.6	46.6	38.5	33.9	31.5	33.4	31.7	29.0	29.0	20.3	25.7	30.3	60.4	47.2
2.5	52.9	53.7	46.3	39.2	32.8	30.7	32.8	29.6	28.2	27.9	20.7	24.6	30.6	59.4	46.2
3.2	52.3	53.5	46.2	36.3	33.0	31.3	31.8	28.1	27.1	27.6	24.5	24.8	29.2	58.5	45.5
4	50.9	52.2	48.2	39.2	35.3	36.0	33.6	34.1	34.3	30.6	31.4	32.6	32.1	57.5	44.7
5	53.9	53.4	50.6	43.9	40.3	42.3	39.4	40.5	40.8	37.3	38.7	40.2	35.7	56.6	45.5
6.3	54.4	57.6	53.2	44.2	45.1	43.6	43.2	39.7	41.2	39.1	42.2	38.8	36.7	55.6	44.0
8	62.7	68.5	57.5	55.8	56.3	48.4	52.3	51.6	44.2	48.5	48.7	43.2	45.0	54.9	44.4
10	66.4	65.5	64.3	59.7	57.1	48.2	49.8	53.2	46.9	48.4	49.4	41.3	40.5	54.1	43.0
12.5	79.1	78.6	78.7	67.2	64.5	60.6	54.6	58.3	53.2	48.8	51.1	47.3	44.2	53.4	46.9
16	77.7	72.9	69.5	65.8	66.6	60.0	52.0	49.5	52.0	41.3	43.3	45.5	36.3	51.7	42.9
20	74.4	73.9	66.8	61.6	64.3	57.3	50.0	47.3	46.4	42.4	39.6	40.1	33.0	50.6	39.1
25	78.4	76.8	69.7	66.2	66.3	55.4	53.2	48.4	44.7	41.9	40.8	34.2	29.7	49.8	37.9
31.5	82.0	86.3	79.9	71.8	72.6	62.2	64.0	55.3	49.9	42.8	42.5	33.4	32.0	48.8	37.2
40	78.6	80.0	85.8	75.4	75.0	64.1	57.5	55.9	52.2	41.8	46.5	38.0	34.4	47.9	37.5
50	75.6	82.8	92.4	76.1	73.7	68.2	54.9	57.4	54.2	45.7	51.3	42.8	29.1	46.9	36.2
63	72.5	80.9	89.7	63.9	64.1	76.3	69.8	73.4	58.4	53.6	52.4	47.0	30.6	46.0	36.5
80	76.3	75.6	83.6	55.2	58.6	67.9	60.4	64.3	51.8	50.8	37.8	45.8	34.0	45.1	37.1
100	72.3	73.2	73.5	51.8	53.7	55.0	41.7	43.9	45.1	35.6	35.5	40.8	35.2	44.6	37.9
125	67.8	68.7	68.4	48.1	51.1	49.5	37.9	36.3	47.2	31.6	36.4	46.8	29.8	43.2	35.6
160	65.9	66.6	66.6	46.2	46.8	47.3	37.3	34.6	45.0	29.0	36.1	41.6	29.9	42.8	34.9
200	72.9	73.3	73.4	53.0	53.0	53.8	37.4	37.3	38.5	33.6	34.0	34.3	34.4	42.1	35.6
250	68.3	68.7	68.8	48.2	48.4	49.1	36.3	37.0	36.6	30.8	31.2	30.6	31.6	41.2	33.7
320	69.0	69.9	69.5	48.8	49.2	49.8	37.0	37.8	37.1	31.1	31.5	31.2	35.9	41.2	35.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>82</b>			<b>69</b>			<b>60</b>			<b>54</b>			<b>70</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C26: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE36. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	34.2	23.1	52.6	40.2	34.7	32.9	36.9	32.1	21.7	20.8	25.2	24.6	26.9	59.1	46.7
1.25	32.7	25.9	46.9	37.9	33.7	33.0	36.1	31.2	21.1	21.8	25.6	23.7	25.8	58.1	45.7
1.6	32.8	31.3	44.1	38.2	32.3	31.9	34.9	30.0	21.6	20.4	24.8	23.6	26.0	57.2	44.8
2	32.7	30.8	53.4	38.4	33.0	31.1	33.7	29.3	19.8	21.3	23.9	23.5	23.9	56.2	43.8
2.5	32.5	38.6	53.5	35.7	33.8	31.6	33.5	30.6	23.4	20.7	25.8	24.0	24.6	55.2	42.9
3.2	33.6	38.1	50.0	36.1	32.5	31.0	32.6	28.7	22.4	22.6	24.0	22.7	25.7	54.3	41.9
4	34.0	39.2	51.4	36.1	35.1	32.6	33.7	32.0	26.0	28.5	29.1	27.1	30.6	53.3	41.2
5	40.9	48.6	54.8	41.8	40.3	37.2	40.5	37.2	35.9	35.6	36.1	35.6	34.8	52.3	40.9
6.3	50.1	61.3	55.1	48.6	50.4	47.7	49.0	46.9	45.7	44.2	46.4	43.1	41.9	52.1	43.6
8	56.8	65.2	54.2	53.0	54.3	47.1	51.0	50.4	42.0	45.5	48.4	40.8	42.8	51.6	41.1
10	62.3	67.5	56.5	63.0	57.8	49.7	53.0	53.1	42.7	50.5	48.1	44.5	41.5	50.6	39.3
12.5	71.1	70.7	64.5	65.6	64.9	60.3	54.8	56.6	52.8	51.1	51.7	48.5	44.4	50.5	43.9
16	80.9	77.9	73.5	72.4	73.0	66.5	61.5	55.8	62.1	51.2	54.3	52.9	44.4	49.9	46.5
20	83.9	84.1	75.4	68.5	71.7	65.0	53.7	51.8	52.3	45.3	45.8	45.3	37.1	46.9	40.8
25	83.6	83.4	76.5	70.6	72.5	62.5	56.9	53.2	51.0	47.5	49.2	41.4	35.4	46.0	38.7
31.5	92.7	94.6	89.6	80.9	81.1	67.9	66.0	61.4	56.4	47.5	48.4	41.7	37.6	44.9	38.5
40	86.4	86.1	91.9	83.8	80.4	69.8	62.2	64.9	59.6	47.1	55.0	46.6	37.0	44.1	39.1
50	85.1	87.6	98.5	82.1	83.8	75.1	64.1	66.0	63.6	53.7	61.8	51.4	36.4	43.6	42.2
63	76.1	82.5	93.6	67.0	67.0	77.6	73.4	76.8	62.3	57.6	59.0	53.2	33.7	42.6	38.4
80	74.4	72.2	82.6	54.5	56.9	68.1	60.3	64.0	50.5	50.0	39.7	43.1	33.3	41.4	36.1
100	70.0	71.6	72.7	52.6	56.0	57.8	44.2	45.1	50.5	38.3	38.7	46.2	35.8	41.4	39.0
125	62.6	68.8	64.7	49.9	55.1	54.0	42.4	37.5	52.9	35.9	41.2	52.1	30.6	40.1	38.9
160	54.9	64.1	60.4	46.5	49.0	49.3	41.1	35.8	50.3	31.0	40.9	46.3	32.8	41.7	38.0
200	53.4	61.4	53.7	52.8	53.2	53.8	39.3	38.5	41.8	34.8	35.0	37.1	35.1	39.9	36.2
250	48.4	61.9	48.8	48.1	48.5	49.1	36.7	37.5	37.1	31.8	32.4	31.3	32.5	37.8	34.1
320	49.4	66.5	50.2	48.8	50.1	49.7	37.4	40.4	37.2	32.0	32.7	33.1	39.3	38.9	36.8
<b>Lw (dB)=</b>	<b>87</b>			<b>75</b>			<b>63</b>			<b>56</b>			<b>66</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C27: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE38. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	36.4	40.2	40.9	40.7	34.1	32.4	31.9	28.1	23.7	21.3	17.0	16.9	21.9	59.5	46.8
1.25	33.9	38.9	42.9	40.3	32.7	31.9	30.9	24.4	21.4	17.4	16.9	18.7	24.3	58.6	45.6
1.6	34.3	37.8	45.6	37.7	33.0	31.2	30.1	22.7	22.7	19.4	20.4	19.6	21.4	57.6	44.8
2	33.2	37.3	45.1	36.1	32.7	30.8	28.6	25.1	21.0	20.2	21.9	18.4	23.0	56.6	43.8
2.5	33.1	38.6	46.9	35.7	31.0	30.6	28.2	25.8	24.6	23.3	23.1	23.4	23.8	55.6	42.6
3.2	39.1	45.3	47.3	36.9	35.1	34.2	34.6	34.4	33.2	33.6	33.9	33.0	30.9	54.8	42.5
4	37.7	42.0	48.5	36.6	36.2	36.4	32.9	36.6	34.3	30.1	31.2	33.9	30.0	53.7	41.9
5	44.7	48.7	54.1	42.6	43.4	44.2	40.4	40.0	42.0	37.6	39.2	41.9	36.1	52.8	44.0
6.3	58.0	59.5	57.3	54.4	55.2	50.6	51.7	51.2	51.5	49.5	49.0	49.3	46.7	53.2	47.2
8	65.7	65.2	59.7	60.4	59.3	54.9	54.7	56.4	51.7	53.9	53.6	50.5	51.0	53.7	48.5
10	66.3	68.5	58.6	67.5	63.1	51.1	56.5	60.6	54.2	56.3	56.5	48.6	45.5	52.6	46.6
12.5	75.2	71.7	66.4	69.7	65.6	61.4	58.4	61.1	56.1	54.7	53.7	50.3	44.6	52.8	47.9
16	79.3	74.0	69.3	66.1	68.8	63.2	53.2	51.9	53.9	44.3	45.7	48.2	36.5	48.3	41.6
20	85.3	84.2	75.9	68.2	73.1	64.4	53.8	52.2	53.6	45.3	43.1	45.8	36.9	47.4	40.0
25	86.5	85.3	79.3	74.9	74.9	63.9	60.3	56.4	51.8	49.5	48.0	41.4	38.1	46.4	39.2
31.5	91.2	92.0	84.1	78.3	79.0	65.3	68.3	63.0	54.3	50.8	52.0	44.6	40.4	45.4	39.2
40	82.8	84.6	92.2	83.3	80.2	66.7	60.5	59.6	55.1	46.0	50.4	43.3	37.6	44.4	37.5
50	84.6	84.9	96.9	77.6	75.7	73.3	58.4	61.3	58.7	48.2	55.4	44.9	34.3	43.3	36.2
63	76.2	85.0	94.9	68.1	66.0	76.6	73.2	76.6	61.5	57.5	55.0	51.6	31.7	42.9	38.6
80	74.1	77.5	87.1	57.7	59.0	73.3	67.4	71.1	54.7	54.2	43.8	49.0	34.8	42.1	40.8
100	70.5	72.9	75.4	53.1	58.4	59.9	48.0	49.0	53.9	42.5	43.7	51.1	36.6	42.7	43.4
125	62.3	69.7	65.0	52.3	60.7	56.1	47.0	39.5	57.8	40.6	46.1	57.3	31.7	41.5	43.2
160	56.6	66.8	60.0	47.8	51.0	50.7	44.1	37.0	54.2	33.5	45.5	50.7	34.4	43.6	41.0
200	53.6	62.6	54.2	52.8	53.0	53.5	40.6	39.8	43.8	35.7	37.2	39.4	35.5	40.7	37.1
250	48.4	60.4	49.3	48.1	48.6	48.7	36.5	39.0	38.7	33.9	35.6	33.6	33.4	38.3	35.6
320	49.5	67.8	51.4	48.9	50.3	49.5	37.4	41.6	37.4	32.9	34.0	35.3	40.7	39.6	37.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>86</b>			<b>74</b>			<b>65</b>			<b>60</b>			<b>66</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C28: Sezione di misura 1 (Pontecurone). Transitto 1\_SE45. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	49.0	48.1	60.6	41.0	36.3	39.6	45.5	26.7	22.2	22.1	28.1	22.5	38.7	63.6	51.0
1.25	48.0	48.2	57.8	42.1	35.7	38.5	44.5	25.9	17.9	20.5	27.5	22.9	37.3	62.6	50.0
1.6	48.0	46.1	69.3	40.4	35.8	38.5	43.3	24.8	15.9	20.5	26.7	20.4	35.9	61.7	49.0
2	46.6	46.6	64.3	39.9	38.2	37.0	42.3	26.1	16.9	22.8	26.2	22.0	35.7	60.6	48.0
2.5	45.4	44.2	57.6	39.4	39.0	36.1	41.3	27.5	20.8	22.1	26.9	20.9	35.1	59.7	47.2
3.2	44.7	46.2	59.5	42.0	40.7	35.4	40.1	29.8	24.5	25.4	26.4	24.3	34.8	58.7	46.3
4	43.9	46.4	56.1	38.7	36.8	36.5	39.7	30.5	30.4	30.6	29.6	30.2	34.8	57.6	45.2
5	48.0	51.5	65.1	39.3	44.1	42.6	41.8	38.7	40.8	38.3	40.3	38.9	36.2	56.6	45.2
6.3	50.2	54.7	61.6	49.3	48.0	43.9	49.9	46.8	42.0	43.1	45.0	41.4	40.0	56.4	45.8
8	57.0	63.4	63.8	52.7	53.1	43.1	50.2	48.5	40.3	47.2	48.0	39.9	41.4	55.5	42.8
10	63.7	67.2	64.4	61.7	59.8	52.7	51.6	52.9	46.4	50.2	51.6	43.7	41.4	54.6	43.2
12.5	78.3	77.1	75.2	72.8	69.8	64.9	59.5	63.1	57.6	53.0	53.4	54.4	47.7	54.8	46.7
16	88.6	82.4	78.6	84.6	84.2	79.6	65.9	64.6	68.1	54.2	57.6	60.9	47.5	53.7	53.5
20	92.1	88.1	81.0	78.8	89.1	83.2	65.1	68.3	66.5	56.7	60.5	63.8	46.6	51.7	55.0
25	90.3	90.3	83.8	75.9	77.6	70.7	61.5	59.3	55.7	49.7	50.2	47.3	37.7	50.1	41.9
31.5	97.3	101.7	98.1	83.6	86.3	67.6	69.2	67.2	60.0	52.9	52.7	46.3	40.0	49.2	41.4
40	91.2	92.9	100.9	84.7	85.4	72.2	65.1	64.2	61.0	52.4	58.3	48.7	39.4	48.5	43.5
50	87.6	94.7	106.5	83.9	84.0	84.3	69.3	71.6	64.5	58.4	68.3	55.2	40.5	48.1	46.4
63	84.9	90.4	102.9	72.6	71.5	85.4	75.0	78.4	65.8	63.0	64.1	56.8	37.6	46.6	42.1
80	83.7	83.0	94.5	64.3	66.1	80.8	69.3	73.5	60.6	62.5	46.1	52.2	36.5	45.5	40.7
100	79.4	80.4	88.1	55.7	63.2	67.5	51.4	54.6	55.7	44.1	44.5	50.1	39.4	45.7	42.8
125	70.8	76.6	78.6	51.8	59.8	58.5	45.6	40.9	55.7	39.1	44.6	55.4	31.9	43.7	41.5
160	64.4	72.8	69.1	48.5	51.5	51.5	42.2	36.8	51.6	32.1	43.9	48.7	33.9	44.6	39.9
200	58.2	70.0	62.3	53.0	53.2	53.7	39.9	38.2	43.2	35.2	35.9	37.9	35.6	42.8	37.5
250	50.0	71.9	56.6	48.2	48.9	48.7	38.2	37.6	37.5	32.7	33.7	32.4	33.7	41.5	36.2
320	52.4	78.5	58.0	49.1	50.7	49.6	39.1	38.4	36.9	33.4	34.4	34.5	41.0	42.1	40.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>94</b>			<b>84</b>			<b>68</b>			<b>60</b>			<b>70</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C29: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE28. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	35.8	37.5	47.8	43.6	45.7	34.5	31.6	37.1	21.5	25.4	35.1	22.5	26.4	60.5	48.2
1.25	35.1	36.4	45.4	42.5	42.3	34.5	34.0	36.1	22.5	25.8	31.9	24.7	26.8	59.6	47.3
1.6	34.5	35.3	43.2	41.2	42.5	34.1	33.3	35.7	19.0	25.3	35.3	25.7	27.9	58.6	46.4
2	33.5	34.1	42.2	39.9	37.7	32.4	34.6	34.4	20.3	29.6	38.1	32.2	30.5	57.6	45.2
2.5	33.2	34.6	46.1	39.1	35.8	32.8	31.9	33.4	22.6	29.9	36.8	34.6	29.6	56.7	44.6
3.2	32.4	33.8	41.9	38.3	36.9	30.1	31.0	32.7	22.4	30.7	37.3	35.2	30.0	55.7	43.2
4	32.3	33.4	40.0	37.9	35.2	32.0	30.7	32.4	23.4	26.6	35.4	31.3	32.0	54.7	42.3
5	34.2	34.0	40.1	36.8	35.3	33.0	32.7	32.4	29.0	28.4	34.8	36.8	46.6	54.0	42.4
6.3	39.0	42.6	44.8	38.4	35.8	37.4	37.8	37.1	32.9	34.7	36.1	39.1	46.3	54.6	44.2
8	47.8	55.1	49.7	44.6	42.8	44.2	48.3	48.3	42.0	41.8	42.0	45.1	53.6	53.7	48.3
10	61.0	68.5	57.0	59.0	55.5	54.4	59.3	62.5	49.5	52.4	49.2	52.6	57.4	57.8	55.2
12.5	61.1	62.6	50.6	52.6	52.9	45.6	61.4	54.1	43.2	43.1	44.8	43.4	48.6	52.1	49.4
16	65.0	69.7	64.4	62.0	60.5	54.1	71.9	62.4	54.3	46.8	51.3	47.7	43.3	49.3	60.5
20	69.9	70.7	70.3	65.2	62.0	62.3	73.1	66.7	58.7	48.7	54.7	51.5	42.5	49.7	58.9
25	75.2	77.6	75.7	68.1	64.3	66.8	61.1	74.2	60.9	55.8	55.7	59.1	50.4	52.0	68.5
31.5	78.3	79.3	78.6	64.8	64.8	67.0	46.5	60.6	62.4	61.2	62.1	58.1	52.5	53.6	69.8
40	82.4	79.9	78.9	72.1	70.6	71.0	45.4	56.9	75.4	73.4	71.4	69.1	62.4	61.9	68.7
50	86.2	82.9	89.5	75.9	71.5	73.9	54.1	60.9	71.5	73.7	77.3	77.5	61.4	60.2	69.0
63	91.1	90.9	89.7	78.2	73.6	75.6	57.9	61.6	65.7	78.2	81.4	85.4	64.1	68.5	69.4
80	88.4	92.0	83.2	71.2	73.3	76.0	53.2	55.2	55.1	74.9	81.7	83.3	65.4	64.9	62.9
100	79.6	87.7	79.9	67.1	69.5	64.3	36.9	40.8	41.2	74.2	83.1	72.1	63.8	66.8	61.4
125	60.9	65.7	71.6	56.5	60.3	55.3	31.8	31.3	33.5	68.2	69.9	66.8	53.0	52.2	51.9
160	57.4	55.1	67.2	53.8	52.8	52.2	29.5	29.8	29.0	50.3	53.3	65.2	49.8	41.8	57.4
200	54.0	51.5	59.6	50.4	50.6	49.9	30.7	30.2	30.4	41.6	43.9	56.7	50.4	42.1	57.9
250	50.9	51.6	52.3	50.0	50.2	50.4	31.8	31.3	31.5	37.7	38.7	49.9	52.0	45.8	59.6
320	48.0	49.1	50.2	48.2	49.2	48.8	31.2	30.1	30.8	44.0	46.4	45.9	49.4	47.9	54.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>79</b>			<b>68</b>			<b>69</b>			<b>70</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C30: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE29. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	38.2	38.0	39.6	43.4	49.7	41.4	28.1	37.4	26.0	24.6	37.7	20.1	26.7	61.0	48.4
1.25	37.6	36.8	39.0	41.9	49.0	40.2	30.2	36.8	24.1	23.4	35.8	21.6	28.5	60.0	47.6
1.6	36.8	36.2	41.2	41.1	47.5	39.1	23.8	35.8	20.3	24.7	36.8	20.8	25.8	59.0	46.7
2	35.3	35.8	38.9	40.0	46.9	38.1	23.6	34.4	19.7	21.7	32.7	22.0	28.6	58.1	45.5
2.5	35.4	34.7	44.7	39.1	45.5	38.0	22.0	34.3	23.6	24.4	35.7	25.2	29.7	57.1	44.8
3.2	34.3	34.2	39.9	38.1	44.7	36.8	23.5	33.1	22.5	22.4	36.1	25.6	29.4	56.2	44.0
4	35.6	33.8	37.8	36.9	43.6	36.0	28.5	33.1	28.0	25.6	35.1	28.5	35.9	55.2	43.2
5	38.1	37.1	43.6	37.8	43.1	39.9	39.2	34.9	37.0	32.2	36.1	37.4	51.1	55.0	43.7
6.3	41.1	44.8	45.8	38.8	43.2	40.5	42.2	37.9	37.6	35.8	35.5	39.4	50.3	55.0	44.6
8	51.8	58.0	50.7	46.3	46.9	47.7	50.5	51.1	44.9	45.8	43.8	46.8	56.6	55.2	50.9
10	60.2	68.2	56.3	56.9	53.6	52.8	57.0	59.3	48.2	51.0	48.9	50.7	54.8	57.0	54.5
12.5	57.8	61.0	50.9	51.3	51.5	45.7	60.6	53.3	43.3	41.3	44.4	41.9	45.0	51.3	51.5
16	65.8	68.8	62.0	62.0	59.6	55.5	72.1	61.6	54.1	48.0	50.5	47.0	43.9	49.8	60.8
20	68.0	68.7	68.7	64.9	62.3	62.0	72.7	64.2	56.7	48.6	53.7	50.3	42.5	49.9	58.3
25	72.5	74.0	72.7	66.1	62.5	64.0	59.4	71.0	58.5	54.9	55.7	57.5	50.2	51.2	65.3
31.5	77.2	79.1	78.8	64.5	64.8	67.8	46.0	60.5	64.7	62.6	61.8	60.6	54.4	54.0	72.3
40	80.8	78.6	79.2	70.9	70.0	70.4	44.5	56.8	74.3	72.9	71.5	68.5	62.4	61.6	68.2
50	86.9	84.1	89.4	76.1	71.0	75.1	55.6	62.5	71.7	73.8	77.4	77.8	61.0	60.3	68.1
63	91.7	91.9	89.3	78.4	74.3	75.7	58.2	61.7	66.4	78.6	82.2	85.6	64.9	68.9	70.3
80	89.5	93.1	83.3	71.1	73.0	75.4	53.2	55.5	56.3	75.0	82.4	82.9	66.6	65.5	63.3
100	79.5	88.2	79.4	66.1	68.8	64.0	36.9	40.0	41.0	73.1	82.4	71.8	63.8	66.8	61.5
125	60.1	65.6	69.8	56.0	59.7	54.9	31.7	31.3	33.3	66.5	68.8	66.9	53.5	52.4	51.8
160	57.5	55.0	66.5	53.6	52.7	51.4	29.5	30.1	29.0	49.6	52.8	64.7	50.1	42.2	57.8
200	53.8	51.6	59.9	50.4	50.6	49.9	30.3	30.1	30.3	41.5	43.5	56.5	51.1	43.0	58.6
250	50.9	51.9	52.6	49.8	50.1	50.7	31.6	31.1	31.3	37.8	39.1	51.2	53.0	47.4	60.8
320	47.8	49.1	50.4	48.0	49.6	49.0	31.1	30.1	30.7	45.4	47.6	46.8	49.4	48.2	53.9
<b>Lw (dB)=</b>	<b>79</b>			<b>68</b>			<b>68</b>			<b>70</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C31: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE29bis. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	40.2	35.3	29.3	37.7	46.2	45.1	35.0	41.6	27.6	23.8	35.9	19.5	28.2	60.1	47.8
1.25	39.1	34.5	26.3	36.5	45.3	44.5	34.8	40.7	26.5	22.6	37.3	21.8	28.2	59.1	46.8
1.6	37.9	33.1	29.7	35.7	43.6	43.5	33.7	39.5	24.4	20.8	35.7	21.2	28.1	58.2	45.8
2	37.0	32.8	32.4	34.8	41.9	42.3	31.3	38.4	24.1	22.4	36.6	19.6	27.8	57.2	44.9
2.5	36.1	32.6	32.0	34.2	39.5	41.3	32.7	37.6	21.9	20.7	34.0	22.4	29.5	56.2	44.0
3.2	36.1	32.8	31.4	33.8	38.5	40.2	31.0	36.2	24.3	21.8	35.4	25.1	31.3	55.3	43.1
4	38.2	32.9	38.0	34.8	38.6	40.2	32.9	35.0	34.5	29.9	35.1	38.4	41.7	54.5	43.5
5	40.6	38.1	44.5	38.6	39.3	42.4	34.7	39.1	38.0	30.8	35.8	41.2	48.8	55.4	44.5
6.3	43.1	42.7	46.5	38.3	39.9	41.1	38.8	39.7	38.3	35.5	37.6	41.5	51.4	56.0	45.4
8	49.4	53.8	49.1	42.3	42.3	44.4	50.6	46.2	43.1	41.6	39.2	47.6	57.8	55.3	49.7
10	53.9	55.7	46.6	47.6	43.5	45.0	53.5	54.9	41.6	43.1	42.4	41.9	46.8	53.0	45.2
12.5	58.0	61.2	53.8	51.4	48.8	44.6	56.6	54.2	43.3	42.7	44.1	42.9	45.1	50.1	48.4
16	62.8	66.6	59.3	56.2	54.7	50.0	66.4	56.0	48.4	44.7	45.7	40.5	39.5	48.6	55.4
20	65.1	65.7	67.7	59.7	58.6	55.0	64.7	59.1	50.6	45.7	47.1	43.7	39.8	48.5	54.7
25	67.7	68.9	69.9	59.1	58.5	59.9	53.5	63.7	50.8	46.7	48.4	46.0	42.1	47.9	57.4
31.5	77.1	79.4	76.5	61.4	62.8	63.4	47.6	58.2	55.8	55.5	53.8	53.6	48.9	48.7	68.6
40	72.8	75.8	72.8	58.6	57.5	61.7	36.1	45.5	62.6	62.0	60.2	56.9	49.7	50.3	58.5
50	72.5	75.1	77.2	61.3	60.7	62.9	43.2	47.7	61.0	64.4	65.5	67.5	51.2	49.5	57.1
63	83.6	80.3	81.1	66.0	64.0	65.8	47.8	49.9	54.9	69.4	68.9	74.2	56.2	59.1	60.1
80	83.7	87.6	81.8	65.2	67.7	69.8	45.1	45.3	46.2	65.8	71.9	70.8	58.0	58.1	56.8
100	73.8	82.8	75.8	66.5	68.6	58.2	33.7	35.6	36.6	69.2	77.2	68.2	60.1	62.8	57.2
125	62.8	69.0	72.9	56.3	60.2	52.8	31.6	32.5	32.7	63.4	65.2	64.6	51.9	50.8	51.1
160	56.5	55.2	67.3	49.9	49.5	49.2	29.5	31.3	29.5	48.7	48.9	59.5	49.9	41.2	57.7
200	58.4	53.8	64.8	49.9	49.9	49.5	30.7	31.6	30.9	39.9	40.6	55.1	51.3	42.2	58.9
250	53.3	52.5	55.8	49.9	49.9	50.1	31.8	32.2	31.6	37.1	37.6	48.0	50.5	48.6	59.2
320	48.0	49.2	51.5	48.3	49.1	48.8	31.2	31.5	31.0	45.4	48.2	47.6	50.5	50.2	55.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>73</b>			<b>61</b>			<b>62</b>			<b>59</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C32: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE31. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	32.1	36.5	31.8	43.9	45.1	38.4	37.5	42.0	26.4	25.5	34.7	18.4	24.9	61.0	48.6
1.25	31.3	35.7	24.4	42.9	45.4	36.4	37.0	40.7	24.2	24.7	31.5	19.6	24.8	60.1	47.7
1.6	30.5	34.5	26.2	41.9	45.2	35.7	36.1	39.6	24.8	24.4	35.9	20.3	26.4	59.1	46.7
2	30.3	34.0	31.2	40.9	43.8	35.8	35.7	38.7	22.9	21.6	36.5	21.6	27.4	58.1	45.7
2.5	30.4	33.5	32.0	40.5	43.6	36.5	33.4	37.8	22.9	21.5	32.8	20.3	28.6	57.2	44.9
3.2	30.7	33.2	34.4	39.5	41.7	34.8	32.8	37.1	25.1	23.1	32.9	24.2	28.3	56.2	43.8
4	30.1	34.9	37.0	38.4	40.5	36.1	32.4	36.1	28.5	22.4	34.4	29.2	32.0	55.2	42.9
5	33.7	35.2	34.0	37.4	39.8	35.6	32.6	35.5	28.5	25.1	35.2	30.0	42.4	54.4	41.9
6.3	37.8	40.6	36.7	37.4	39.3	35.8	34.4	37.0	31.6	30.7	34.8	34.4	44.3	54.0	41.9
8	46.4	52.4	46.0	40.9	40.6	42.5	47.5	44.3	41.1	38.9	38.1	44.2	53.9	54.5	48.0
10	49.3	53.9	42.6	43.1	39.7	39.4	45.2	45.1	36.4	37.1	38.2	38.1	42.2	52.2	42.9
12.5	55.3	58.7	51.8	46.0	44.5	38.8	52.2	49.2	38.0	38.3	42.3	39.8	44.5	51.2	45.1
16	59.5	64.6	55.9	52.1	52.0	46.6	64.1	51.3	46.9	41.1	41.9	38.8	37.4	49.6	53.1
20	63.3	63.0	63.0	55.1	54.9	54.6	60.7	52.4	46.9	45.1	46.0	42.4	38.1	48.9	53.6
25	66.7	67.3	68.0	57.4	58.2	57.5	50.4	61.0	48.3	46.8	45.6	45.3	43.1	48.7	56.8
31.5	74.8	78.4	74.8	59.4	59.4	61.5	43.7	55.1	55.8	54.1	51.4	52.7	47.7	48.8	68.4
40	71.9	74.5	71.3	56.2	55.2	60.3	33.4	43.2	60.0	62.2	58.0	56.7	48.6	49.8	57.9
50	72.7	75.4	76.5	61.1	59.9	61.7	42.4	46.9	60.9	63.7	64.4	65.3	51.2	50.3	56.6
63	80.0	79.6	80.4	66.0	62.6	65.0	46.0	48.7	52.4	68.5	68.3	73.0	54.7	58.8	59.6
80	83.1	85.4	79.9	63.8	66.4	69.5	42.6	44.0	44.1	65.8	70.0	69.7	57.8	56.7	56.0
100	75.2	84.1	77.0	66.2	68.1	59.1	33.4	35.4	35.2	70.1	78.4	68.7	60.0	62.8	57.0
125	63.9	70.5	74.3	56.7	60.4	53.3	31.1	31.5	32.4	64.2	66.8	65.8	50.3	49.8	50.3
160	57.5	56.5	69.0	53.1	52.1	51.7	29.0	30.0	29.1	50.7	51.7	62.7	48.8	41.6	56.6
200	59.1	54.1	65.6	49.9	50.5	49.7	30.5	30.9	30.6	42.1	42.8	57.4	48.9	42.1	56.3
250	54.3	53.1	56.4	49.8	50.2	50.2	31.7	31.7	31.5	39.0	39.4	49.8	50.1	43.9	57.3
320	48.4	49.6	51.9	48.2	49.2	48.9	30.9	30.8	31.0	46.3	47.5	47.6	47.8	46.8	52.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>72</b>			<b>60</b>			<b>59</b>			<b>58</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C33: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE32. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	37.6	37.1	48.6	39.9	37.7	35.9	39.6	34.4	35.0	21.1	35.1	19.5	25.0	60.7	48.4
1.25	36.4	36.2	43.6	39.3	37.1	35.0	38.6	34.0	34.0	18.7	39.1	19.6	29.4	59.8	47.4
1.6	35.5	35.5	40.7	38.3	37.5	33.6	37.4	32.8	33.3	21.1	34.9	22.1	29.1	58.8	46.5
2	34.9	34.5	44.2	37.6	36.1	33.3	36.0	32.1	31.9	22.2	34.0	20.9	27.1	57.9	45.5
2.5	34.1	33.9	41.4	36.3	34.6	33.4	34.8	31.1	30.8	21.1	35.6	23.1	30.1	56.9	44.5
3.2	34.5	33.8	40.7	35.4	33.6	32.3	33.4	30.5	31.4	20.8	33.9	24.6	29.1	56.0	43.6
4	33.4	34.6	40.0	34.9	33.0	31.5	32.9	30.5	31.2	23.5	35.8	28.0	33.6	55.0	42.7
5	34.4	33.5	42.1	34.8	33.5	32.9	32.6	30.9	30.1	26.5	34.8	34.3	45.1	55.0	42.1
6.3	44.5	46.2	48.3	40.2	39.6	41.4	41.3	40.5	38.8	37.4	37.8	40.5	54.8	57.4	46.4
8	48.9	52.7	46.3	43.7	42.0	43.7	48.6	47.4	40.6	39.8	42.1	43.6	52.9	54.4	48.9
10	64.1	68.4	56.1	62.3	59.8	55.7	63.2	64.5	49.6	54.4	48.2	52.8	56.8	56.9	57.5
12.5	65.1	66.1	54.3	56.9	54.8	49.8	62.6	59.8	46.7	46.2	47.7	43.4	49.8	51.4	51.4
16	64.6	68.4	64.5	61.8	59.9	53.4	71.9	61.3	54.8	49.8	54.5	49.0	43.4	49.7	60.0
20	71.8	73.5	72.9	64.1	62.0	63.2	71.2	68.9	59.4	51.7	58.8	56.0	44.7	51.7	61.6
25	76.6	80.8	77.6	69.0	67.1	68.7	61.8	74.8	61.6	59.1	59.5	59.9	52.3	53.4	71.4
31.5	75.7	79.4	77.1	65.0	62.8	67.9	47.5	61.8	64.2	62.2	63.6	59.1	51.5	54.3	71.1
40	84.1	82.9	83.0	75.3	73.4	74.7	48.1	58.3	79.2	75.6	75.8	71.3	62.3	63.7	70.4
50	86.2	83.3	88.7	78.5	72.1	75.3	56.6	63.3	75.4	76.5	79.1	79.0	63.3	62.6	71.7
63	91.8	89.5	89.5	78.7	73.8	75.3	57.6	62.7	66.4	77.2	80.9	84.0	64.0	67.9	69.2
80	88.3	91.4	82.5	70.0	72.1	76.0	52.3	53.7	54.9	75.6	82.0	82.6	65.0	63.9	62.9
100	80.1	88.2	81.0	70.1	71.5	65.8	38.2	41.9	42.9	75.1	84.8	73.6	64.6	67.6	62.4
125	62.3	66.9	73.4	58.4	62.2	56.3	32.5	31.9	34.2	68.4	71.5	68.1	55.0	53.7	53.5
160	58.3	56.1	68.1	55.9	54.6	53.6	29.9	30.6	29.1	52.1	55.1	66.6	51.1	42.8	58.7
200	54.4	51.9	60.5	50.8	51.1	50.1	30.7	30.2	30.3	43.7	45.5	58.6	52.6	43.9	60.3
250	51.1	52.2	53.1	50.0	50.1	51.2	32.0	31.5	31.3	39.0	39.6	51.1	54.1	48.0	62.1
320	48.0	49.4	50.9	48.4	49.9	49.6	31.1	30.4	30.8	46.6	48.9	48.4	51.1	49.8	55.9
<b>Lw (dB)=</b>	<b>80</b>			<b>69</b>			<b>70</b>			<b>70</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C34: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE33. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	27.5	34.0	33.5	39.9	50.1	40.6	33.0	41.0	31.8	15.2	34.3	17.9	30.0	63.5	51.0
1.25	30.5	33.9	37.0	39.0	49.2	38.4	35.7	40.1	32.1	19.1	29.0	21.4	24.8	62.6	50.1
1.6	26.8	34.1	35.8	37.8	47.1	36.9	35.8	39.1	29.5	20.6	36.2	20.1	27.2	61.6	49.3
2	28.3	32.9	30.6	36.8	45.8	36.4	34.0	38.5	29.3	15.3	31.7	18.6	27.3	60.6	48.1
2.5	24.1	31.8	29.8	35.8	45.8	35.6	37.0	37.3	28.6	19.9	31.9	21.4	27.2	59.7	47.1
3.2	25.7	32.2	30.8	35.9	44.6	34.0	33.1	36.9	28.2	19.4	33.2	22.3	28.7	58.7	46.2
4	31.2	33.2	34.6	34.5	43.5	35.6	30.2	35.5	27.8	21.3	33.1	24.0	30.6	57.7	45.2
5	33.9	38.7	39.8	34.0	42.8	35.5	31.6	34.8	31.5	25.4	33.3	31.7	40.5	56.8	44.5
6.3	39.5	43.5	42.0	35.7	42.3	38.8	37.0	36.8	35.1	32.5	34.4	37.5	46.4	56.8	45.7
8	41.9	47.2	40.7	35.8	41.7	38.7	39.5	38.7	35.3	34.8	34.0	37.5	47.3	55.3	44.2
10	48.4	53.3	45.8	40.9	42.0	38.7	45.0	44.1	31.5	36.7	36.3	33.7	38.6	53.9	43.0
12.5	57.3	61.8	50.0	47.2	45.5	40.7	55.1	51.4	37.8	39.8	42.0	39.0	42.5	53.3	46.7
16	60.7	61.7	55.7	54.7	54.9	45.8	65.9	51.6	47.3	41.7	45.1	40.5	36.5	52.0	56.4
20	65.5	63.3	66.8	59.3	56.5	55.1	63.1	57.3	48.9	43.1	46.7	43.8	37.7	51.1	56.4
25	79.4	76.8	77.4	66.0	65.3	68.1	56.6	72.8	58.9	54.5	55.2	54.8	48.0	51.8	64.5
31.5	75.4	76.7	75.9	56.8	61.5	61.2	43.8	59.1	53.6	52.9	52.5	51.3	47.0	50.7	67.2
40	71.0	71.6	68.2	56.1	57.6	59.9	32.5	44.3	61.3	61.0	58.7	55.7	48.4	50.9	56.7
50	74.4	74.3	78.6	64.9	60.0	64.6	43.3	48.3	61.3	64.7	65.1	65.8	51.0	50.0	56.7
63	80.6	79.9	80.2	67.6	62.1	63.5	42.7	48.1	51.9	66.2	66.2	70.3	51.8	53.6	54.9
80	75.4	78.1	71.9	58.6	60.0	62.4	37.5	38.3	39.5	57.0	63.2	62.6	51.5	53.7	50.1
100	67.0	76.6	67.8	55.7	57.2	51.8	30.6	31.0	31.7	60.5	67.7	58.8	56.3	59.0	53.2
125	55.6	61.2	63.7	51.6	52.9	51.3	31.8	31.5	31.9	53.2	55.1	53.9	48.6	49.0	47.1
160	51.6	51.3	61.3	49.5	49.6	48.9	30.2	30.2	30.3	45.0	41.6	53.6	44.6	43.1	52.1
200	52.5	51.3	58.0	50.1	50.5	49.8	31.0	30.4	31.2	37.6	36.4	49.8	44.1	42.4	51.3
250	50.6	50.7	51.2	49.6	50.2	49.8	31.6	31.1	31.7	32.8	34.4	38.9	41.2	42.1	48.0
320	48.8	49.2	49.4	48.1	48.9	48.4	30.6	30.3	31.0	37.1	38.9	38.1	41.5	44.4	45.0
<b>Lw (dB)=</b>	<b>73</b>			<b>62</b>			<b>63</b>			<b>57</b>			<b>70</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C35: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE37. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	26.4	32.9	41.8	28.5	45.3	33.5	36.0	35.5	23.2	29.2	33.7	22.8	28.8	60.5	48.2
1.25	27.0	31.4	37.7	27.2	43.4	31.2	32.2	34.6	20.6	28.8	34.7	24.1	30.0	59.5	47.2
1.6	26.1	30.2	36.0	26.9	42.1	30.2	30.5	33.6	21.4	26.2	35.8	20.5	24.2	58.6	46.3
2	26.1	31.3	36.7	25.2	41.3	31.0	31.0	32.9	18.4	26.8	32.3	21.8	29.5	57.6	45.6
2.5	23.6	31.1	40.0	28.0	40.4	28.8	29.5	31.6	22.2	25.8	36.5	25.6	29.7	56.6	44.5
3.2	25.4	29.6	39.6	26.0	39.4	30.3	26.7	31.8	22.6	24.8	33.6	24.5	31.7	55.7	43.8
4	30.7	30.6	42.5	31.4	38.9	35.4	28.5	32.4	31.5	27.6	33.6	34.2	38.4	54.8	42.8
5	38.7	34.9	46.6	38.6	40.3	42.4	37.7	38.7	40.3	33.5	37.6	44.1	53.0	55.9	46.2
6.3	40.0	40.0	43.6	36.5	39.0	37.0	37.5	36.2	33.7	34.0	35.9	38.3	48.9	54.8	44.5
8	53.0	55.3	50.5	47.2	44.8	46.3	48.6	49.6	44.6	41.7	44.1	47.3	56.4	54.4	49.7
10	59.0	66.8	54.2	58.3	54.3	52.7	58.1	60.5	49.7	49.8	49.6	51.5	56.2	55.5	54.5
12.5	62.4	62.5	54.0	55.0	54.6	49.2	63.2	56.3	47.6	45.9	48.3	46.8	50.2	53.0	50.9
16	65.6	67.5	62.9	62.3	57.7	53.6	72.3	62.0	55.4	48.0	52.5	46.7	43.4	49.8	58.5
20	68.0	70.2	70.0	65.2	61.6	62.4	72.2	65.7	58.6	49.0	55.0	50.8	42.6	49.9	59.0
25	69.1	73.4	70.0	62.5	60.7	62.5	57.1	67.2	54.7	50.8	51.5	52.2	44.8	48.9	60.2
31.5	72.8	76.2	74.8	61.6	60.1	63.1	45.7	57.8	60.1	58.3	56.7	55.4	48.3	50.0	65.0
40	80.4	77.6	79.2	71.6	68.1	69.3	44.6	56.0	74.7	71.4	69.5	66.7	57.2	57.7	67.8
50	85.1	81.1	85.5	76.1	69.0	73.1	53.5	59.4	70.6	74.2	76.6	76.6	60.7	59.5	69.8
63	90.9	88.2	88.3	79.7	73.3	74.9	57.9	61.9	65.8	75.3	79.3	82.4	62.8	66.0	68.1
80	87.5	90.8	81.9	69.5	71.0	73.1	52.7	53.1	53.6	73.1	80.1	80.1	63.4	62.5	61.0
100	77.5	86.1	78.5	66.3	68.2	63.4	36.1	39.6	39.9	72.0	81.6	70.8	62.9	66.0	60.5
125	58.6	64.0	68.9	56.1	58.9	54.1	31.8	30.7	32.7	65.9	68.0	64.8	52.7	52.0	52.2
160	55.3	53.7	65.3	53.6	52.5	51.6	29.3	29.8	28.8	49.6	52.7	65.0	50.5	41.9	57.8
200	53.1	51.2	58.6	50.7	50.8	50.2	30.5	30.3	30.5	41.9	43.1	56.9	50.5	42.1	58.0
250	50.5	50.8	51.3	49.5	49.9	50.2	31.6	31.1	31.3	37.2	37.8	47.6	50.2	44.6	57.7
320	48.0	49.1	50.8	48.3	49.9	49.2	31.5	30.3	30.8	46.3	48.4	47.7	50.5	49.3	55.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>78</b>			<b>67</b>			<b>68</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C36: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE39. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	40.6	37.6	30.7	43.6	44.2	35.0	29.9	29.5	25.8	18.9	32.3	23.3	27.3	61.8	49.4
1.25	39.9	36.0	33.0	42.9	42.9	32.1	37.0	28.9	30.2	18.6	27.7	23.2	23.3	60.8	48.5
1.6	38.7	35.1	38.1	42.2	41.4	32.3	36.6	28.4	22.0	21.5	33.3	23.0	28.6	59.8	47.5
2	38.1	34.8	34.7	41.3	40.8	31.6	30.1	27.0	19.7	20.3	33.9	21.7	26.9	58.9	46.5
2.5	36.8	34.0	31.4	39.9	39.7	31.5	31.9	26.3	20.0	21.9	32.8	20.8	25.8	57.8	45.6
3.2	36.3	33.1	35.7	39.4	39.5	31.7	31.0	25.4	21.0	21.2	33.3	23.2	25.3	56.9	44.7
4	35.3	31.9	33.2	38.2	38.1	30.6	30.5	25.4	21.9	20.3	31.9	24.9	27.0	55.8	43.7
5	33.8	33.2	35.8	38.4	37.5	33.0	30.3	24.8	25.3	23.4	31.3	29.1	40.3	54.7	42.8
6.3	36.4	36.2	38.9	37.8	37.3	33.6	31.6	28.1	28.4	28.2	33.4	32.6	40.1	54.0	42.2
8	44.7	49.0	41.3	40.4	40.3	39.3	42.9	42.9	35.6	35.4	37.3	36.6	46.7	53.7	43.0
10	58.0	65.0	51.6	51.5	50.5	49.8	55.3	56.2	43.6	45.8	43.9	46.3	49.3	54.8	50.8
12.5	52.6	56.6	45.6	45.4	45.1	40.5	53.4	50.6	37.1	35.1	38.6	36.0	38.2	51.5	43.3
16	59.4	61.0	53.9	54.0	52.1	47.5	61.9	52.4	45.3	38.3	45.5	41.6	37.2	50.4	51.6
20	63.0	63.9	64.2	60.8	59.7	58.1	64.4	58.0	51.0	42.7	46.5	44.6	38.5	49.8	54.1
25	63.9	65.2	63.9	56.2	55.6	57.9	51.5	60.3	47.1	45.6	45.1	46.6	39.5	48.9	57.7
31.5	67.8	68.0	68.3	55.9	54.8	58.6	37.5	51.0	54.3	51.4	52.7	49.7	44.0	48.8	61.4
40	73.3	71.7	73.6	64.9	62.6	64.5	38.2	50.2	68.3	64.0	63.0	59.6	52.4	53.8	60.6
50	76.0	74.0	77.8	68.0	62.6	65.2	44.2	50.1	63.1	66.1	67.7	68.2	52.8	52.1	61.5
63	84.1	82.7	83.2	73.1	68.3	69.6	51.9	56.2	59.1	67.9	72.0	75.1	55.1	59.7	61.3
80	84.0	85.9	78.6	65.9	67.5	69.0	49.7	50.8	51.0	68.8	76.3	75.6	60.1	59.3	57.2
100	73.6	82.2	73.1	61.7	63.2	58.9	33.6	35.6	36.9	67.4	77.4	66.1	59.3	62.2	56.8
125	54.6	60.2	62.2	51.7	54.3	50.7	30.4	29.6	30.8	60.5	63.3	58.7	47.2	48.0	47.2
160	50.9	49.8	58.1	48.2	48.2	47.6	28.4	28.1	28.4	42.5	46.1	56.9	43.6	41.3	50.9
200	50.6	50.5	53.6	49.5	50.1	49.9	30.7	30.1	30.6	35.5	37.6	48.5	43.8	41.0	51.1
250	49.9	50.3	50.5	49.1	49.8	49.6	31.6	31.1	31.3	33.2	35.0	40.8	43.1	41.3	50.3
320	48.5	48.9	49.1	48.4	51.6	49.4	32.0	33.7	32.3	41.0	42.6	43.9	42.4	43.5	46.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>72</b>			<b>62</b>			<b>60</b>			<b>61</b>			<b>68</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C37: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE43. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	31.9	36.0	40.6	41.1	40.6	32.4	35.1	35.3	31.0	22.6	34.5	22.7	30.9	60.5	48.2
1.25	31.6	35.6	34.2	40.3	40.1	32.4	32.7	33.6	31.1	23.5	33.8	25.7	28.4	59.6	47.3
1.6	30.9	34.5	30.0	39.2	38.7	31.7	32.8	33.1	28.6	23.5	31.6	23.3	26.7	58.6	46.3
2	31.5	33.6	29.6	38.6	37.5	30.0	32.1	31.9	28.1	20.3	32.9	20.9	26.3	57.7	45.3
2.5	29.7	33.2	36.1	37.2	35.8	29.3	31.1	31.7	27.1	20.8	33.8	22.7	25.5	56.7	44.4
3.2	31.7	36.1	37.2	37.1	35.4	31.8	30.8	31.2	28.9	23.1	32.0	29.7	30.6	55.7	43.4
4	29.9	37.5	34.3	36.0	34.7	32.3	29.5	30.7	29.4	23.4	32.8	29.8	32.8	54.7	42.6
5	30.8	33.2	35.0	35.9	34.1	30.7	29.6	30.2	26.0	23.7	33.4	27.8	38.7	53.9	41.4
6.3	35.9	38.5	41.5	37.3	36.2	34.5	33.5	31.7	30.5	29.8	33.2	35.8	43.3	53.7	42.5
8	41.8	46.8	41.9	38.7	36.6	37.0	41.4	40.1	34.9	34.6	34.7	37.8	46.8	52.6	43.8
10	62.3	66.6	53.8	59.6	53.1	53.7	60.4	60.4	45.1	51.4	45.9	48.9	53.4	53.9	53.7
12.5	62.9	63.9	51.9	57.3	50.8	48.3	60.8	59.0	45.0	45.3	46.9	42.9	48.0	51.3	50.8
16	61.1	61.2	60.2	56.9	52.5	47.7	64.0	55.3	47.4	44.9	49.6	42.8	40.3	49.4	55.2
20	68.5	68.6	70.3	63.1	61.0	61.6	67.2	64.1	56.1	50.5	56.4	53.1	44.9	50.6	61.0
25	67.3	71.1	70.0	62.6	59.1	61.0	56.3	62.5	50.7	48.5	49.8	49.8	44.0	48.7	61.3
31.5	69.9	74.9	71.8	60.2	59.2	63.1	43.7	57.2	55.7	55.1	53.3	52.6	45.8	48.7	67.8
40	79.2	76.6	77.5	72.2	72.1	70.4	41.0	50.8	73.0	70.3	67.6	63.9	57.7	58.9	64.3
50	81.3	77.1	83.8	74.1	70.2	70.7	49.7	56.5	68.7	70.1	75.3	75.1	58.8	55.3	65.1
63	85.3	83.3	83.6	74.4	74.8	71.4	52.7	56.6	62.0	70.4	74.6	78.7	59.0	61.8	63.5
80	84.7	86.7	80.3	66.6	74.6	70.4	48.8	49.3	51.1	70.2	77.0	77.5	60.9	60.6	58.4
100	76.5	85.0	78.5	66.8	63.1	62.3	35.3	38.2	39.6	72.4	83.1	69.9	63.3	66.2	60.6
125	58.0	63.5	67.4	67.0	53.7	53.4	31.2	30.3	32.3	66.1	69.4	63.5	54.0	53.6	53.0
160	52.4	51.9	62.0	60.2	51.6	50.0	29.1	29.0	28.3	46.8	51.6	62.3	49.8	41.8	56.8
200	51.5	51.1	56.2	52.9	50.2	50.0	30.9	30.3	30.5	38.1	41.4	54.0	49.0	41.5	56.6
250	50.4	50.7	51.0	51.2	49.5	49.7	31.4	30.8	31.2	36.4	36.7	47.1	49.0	44.0	56.6
320	48.0	49.0	49.9	49.6	48.4	48.3	31.1	30.4	30.8	43.4	45.6	45.3	49.5	48.3	54.1
<b>Lw (dB)=</b>	<b>75</b>			<b>66</b>			<b>65</b>			<b>65</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C38: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE45. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	35.0	35.0	36.5	35.7	25.1	31.3	27.2	32.8	28.8	26.8	31.5	26.8	26.4	60.0	47.7
1.25	34.5	34.0	33.0	35.9	25.8	30.5	25.1	32.1	25.0	26.8	33.7	24.2	24.5	58.9	46.7
1.6	33.8	34.3	34.0	34.4	27.4	29.4	24.5	30.9	24.6	25.4	32.1	24.5	24.4	58.0	45.8
2	32.5	32.7	35.2	33.8	26.2	28.3	24.3	29.7	23.9	24.4	32.6	24.3	25.1	57.0	44.7
2.5	31.9	34.8	40.2	33.3	25.4	29.8	23.0	29.8	25.9	23.7	31.9	27.0	24.8	56.1	43.8
3.2	32.8	33.0	33.3	31.8	28.7	28.5	22.9	28.4	23.8	24.1	32.7	25.0	26.9	55.1	43.1
4	32.1	31.6	32.5	31.5	27.2	29.2	22.8	28.5	24.6	23.3	32.6	24.6	29.5	54.1	42.0
5	34.6	32.6	38.9	32.4	32.4	32.7	28.5	28.8	30.1	28.1	30.8	32.8	43.2	53.9	41.6
6.3	38.9	43.4	45.8	36.1	33.3	36.4	36.3	36.4	34.7	32.2	33.3	37.5	44.5	53.4	42.4
8	47.9	51.6	50.6	41.0	38.0	42.2	48.3	42.6	40.2	38.8	38.2	44.9	52.7	53.4	48.3
10	50.2	55.9	46.7	43.5	42.5	41.3	51.4	45.8	38.9	38.4	37.8	42.8	46.1	51.5	46.0
12.5	56.3	58.1	49.3	45.7	44.4	42.0	54.7	50.8	38.7	38.9	38.6	37.6	39.2	49.8	46.0
16	63.6	65.1	59.6	54.4	54.9	51.1	67.1	57.1	50.4	43.0	45.6	42.7	41.3	48.7	55.3
20	67.2	67.9	70.2	63.2	61.0	59.9	65.7	58.9	52.7	48.4	50.9	46.4	41.9	49.0	56.0
25	72.1	72.1	72.7	62.5	60.7	59.4	56.9	64.6	53.0	49.4	50.0	48.1	43.3	48.8	58.8
31.5	78.9	79.3	74.7	63.1	62.4	64.9	44.5	59.9	59.8	60.0	57.8	57.7	49.7	50.9	68.3
40	76.3	79.9	75.4	64.1	63.4	64.3	37.4	51.0	67.0	65.1	65.0	61.5	54.8	55.0	62.2
50	79.9	77.9	81.9	70.7	68.6	67.9	46.3	51.4	67.1	68.7	69.4	70.5	55.9	53.3	62.6
63	85.9	84.8	84.4	71.9	71.0	70.7	51.7	55.3	59.1	72.8	73.2	77.9	59.1	62.8	64.7
80	86.1	90.2	84.0	68.3	78.7	74.9	48.6	50.2	50.2	70.4	74.1	75.4	61.9	61.0	60.5
100	77.9	87.4	80.5	69.3	66.4	63.4	35.2	37.1	38.5	72.9	80.5	71.8	63.0	66.0	60.4
125	67.2	73.7	78.2	67.8	57.9	57.1	31.4	32.1	34.1	67.0	70.2	70.3	53.2	52.2	53.1
160	59.3	58.5	70.2	62.8	56.3	55.6	29.0	29.2	28.8	51.8	55.1	65.7	50.7	41.2	58.6
200	58.7	54.1	65.3	54.1	50.9	50.7	30.9	30.4	30.9	41.6	43.7	58.3	50.3	41.9	58.0
250	53.4	53.1	55.7	51.9	50.1	50.2	31.5	31.0	31.3	38.3	38.2	50.8	50.4	43.6	57.9
320	48.4	49.2	50.8	49.5	48.8	48.5	31.0	30.3	30.8	44.0	46.5	45.8	46.2	44.5	51.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>76</b>			<b>64</b>			<b>62</b>			<b>63</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C39: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE46. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	30.0	35.5	42.5	38.9	40.6	34.0	32.4	32.4	19.5	24.5	35.1	19.2	28.1	60.5	48.3
1.25	25.5	34.8	42.4	37.6	39.4	33.4	31.8	30.8	19.3	23.8	33.4	21.0	26.1	59.6	47.2
1.6	27.7	33.7	31.1	37.2	39.8	32.3	31.2	30.2	22.9	21.7	29.6	19.4	28.0	58.6	46.2
2	28.5	33.0	32.9	36.4	38.1	32.2	29.6	29.2	21.4	20.9	36.1	20.1	27.8	57.6	45.2
2.5	27.2	32.5	34.0	35.5	37.6	31.1	29.0	28.6	20.2	21.9	35.9	23.5	26.5	56.7	44.1
3.2	29.9	33.9	37.7	34.7	36.8	32.8	28.0	29.8	23.5	24.3	34.1	29.9	28.2	55.7	43.4
4	31.6	33.1	33.1	35.1	36.2	31.2	27.2	29.7	27.6	24.9	34.3	30.3	35.8	54.9	42.8
5	35.2	33.5	38.1	34.8	36.2	33.1	32.2	31.2	29.9	27.2	34.2	33.0	45.6	53.8	42.5
6.3	39.0	41.3	42.3	39.4	38.6	37.9	39.0	35.5	36.7	34.0	35.0	41.1	48.5	55.5	44.6
8	48.8	56.1	50.2	45.1	42.9	46.2	49.3	50.2	44.9	43.1	41.0	45.0	57.2	56.2	48.4
10	61.6	70.0	56.7	53.7	49.7	51.0	58.9	58.7	45.6	46.4	48.1	47.8	49.6	53.4	52.2
12.5	69.4	72.8	59.9	62.7	61.2	58.1	71.6	64.4	53.2	54.7	54.7	53.0	56.9	56.8	60.4
16	64.2	67.0	62.4	59.2	55.9	49.1	67.3	57.9	50.0	45.2	50.4	44.0	45.1	49.5	55.9
20	69.7	71.0	72.4	66.4	60.1	59.8	68.5	62.7	53.3	51.5	56.6	52.0	45.3	50.5	61.0
25	72.2	74.6	71.0	66.2	61.0	62.0	63.9	73.3	60.0	54.3	57.0	59.2	47.4	51.3	63.7
31.5	74.1	75.1	73.0	62.3	61.4	68.5	45.6	58.8	59.1	57.0	57.8	54.6	47.6	50.6	68.5
40	79.4	79.2	77.5	71.0	69.8	69.3	40.2	51.4	71.1	69.2	69.7	67.6	57.3	56.9	64.0
50	83.0	80.0	83.5	78.4	77.4	75.0	51.9	59.5	77.8	74.4	77.7	78.1	60.1	57.7	68.9
63	88.6	85.3	87.5	76.3	76.2	74.8	54.6	60.1	64.1	72.2	78.5	80.5	60.0	64.8	67.4
80	88.3	90.2	81.6	68.6	77.8	73.1	50.9	52.7	53.5	74.3	80.5	81.5	62.7	62.4	61.1
100	78.2	86.5	80.3	70.4	67.8	66.2	38.2	42.6	42.7	76.4	86.0	74.0	66.1	69.4	64.5
125	60.9	66.3	72.8	69.3	56.8	56.1	31.5	31.5	34.4	69.9	72.1	69.1	54.3	54.3	53.0
160	55.4	54.0	65.8	64.4	55.5	54.1	29.7	30.1	29.1	50.5	54.8	66.1	50.3	42.2	57.6
200	53.3	51.5	58.8	54.5	50.7	50.8	30.9	30.5	30.8	41.6	44.4	57.2	50.8	42.5	58.1
250	50.6	51.2	52.0	52.6	49.6	50.4	31.6	31.0	31.1	37.9	38.6	49.8	51.9	45.6	59.6
320	48.1	49.0	50.4	50.6	48.5	48.8	31.2	30.5	30.8	44.6	47.7	46.6	48.9	47.6	53.8
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>68</b>			<b>69</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C40: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE54. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	29.7	32.3	34.4	45.0	41.0	40.5	38.6	32.7	31.2	23.4	32.6	19.2	26.4	59.0	46.7
1.25	28.6	31.9	33.7	45.0	32.9	38.5	39.5	32.1	28.6	22.3	32.7	20.1	29.0	58.0	45.7
1.6	28.9	30.0	34.2	42.2	37.0	38.7	35.9	31.2	27.9	21.4	32.8	20.1	27.8	57.1	44.6
2	28.7	31.3	33.9	42.3	35.0	36.9	35.3	30.2	26.6	23.2	33.8	19.9	27.0	56.1	43.7
2.5	26.8	31.0	34.3	42.7	31.1	36.5	33.2	29.6	26.2	23.1	32.7	24.3	27.8	55.1	42.8
3.2	27.9	34.0	37.8	42.4	32.6	37.4	32.6	31.2	28.9	23.4	34.0	30.7	32.3	54.2	41.7
4	39.7	36.8	44.0	40.8	36.4	41.6	36.9	35.8	39.3	32.6	39.5	45.9	47.0	54.3	46.3
5	38.9	37.7	44.6	41.8	37.6	41.0	38.1	35.5	37.6	32.9	35.4	42.5	52.7	53.8	44.1
6.3	45.1	44.8	46.1	42.1	39.5	42.7	42.1	41.4	40.0	37.5	38.6	43.4	51.0	54.4	45.2
8	57.3	57.8	55.6	52.3	49.8	52.2	54.7	53.4	50.3	48.5	48.8	52.7	60.7	57.4	53.4
10	58.7	64.0	54.7	56.0	49.8	51.4	57.2	54.8	50.5	48.1	47.6	50.8	53.0	57.7	54.0
12.5	63.2	61.7	56.7	57.9	53.1	50.2	60.4	57.4	50.0	46.5	48.9	48.1	49.8	51.6	52.5
16	66.8	69.5	64.7	64.9	61.5	54.5	71.0	61.6	55.2	48.7	52.0	48.3	45.3	48.5	61.2
20	69.0	72.0	71.6	67.0	63.7	61.6	70.6	63.5	56.5	50.7	53.7	49.6	45.7	50.1	61.5
25	75.5	77.7	77.2	70.5	63.5	65.2	60.5	71.9	59.8	54.5	58.2	55.8	48.5	51.5	66.8
31.5	79.1	78.5	81.0	67.8	67.7	69.8	48.0	62.0	63.8	61.5	62.4	60.1	54.8	53.3	71.8
40	82.8	79.5	82.4	72.0	70.5	71.6	44.3	57.3	73.1	70.2	69.7	66.8	57.8	58.9	68.4
50	84.3	80.0	85.4	76.3	73.4	75.5	53.0	58.9	75.1	74.2	76.4	76.7	62.6	57.9	70.3
63	89.4	88.5	87.5	73.5	75.2	73.2	55.0	59.4	64.0	72.9	77.7	80.6	61.6	64.1	65.9
80	87.4	91.4	81.8	70.4	76.1	72.5	50.6	51.4	53.1	71.9	78.1	79.3	66.4	65.0	61.9
100	77.6	86.7	75.7	71.1	63.6	60.8	35.0	37.3	39.7	69.5	78.1	67.4	67.2	69.9	64.4
125	58.6	64.2	68.5	75.1	55.4	57.9	35.1	33.3	34.6	64.1	65.7	63.5	58.3	57.0	57.5
160	56.1	54.0	66.8	71.5	55.3	53.5	32.0	33.6	30.0	52.5	51.0	65.1	55.5	44.4	63.0
200	54.9	52.5	62.0	61.3	52.5	52.5	32.5	32.3	31.6	45.2	43.8	62.7	57.5	47.1	65.0
250	51.7	52.3	53.6	56.5	50.6	51.9	32.7	31.9	31.6	42.6	41.1	55.2	57.4	49.8	64.9
320	48.8	51.7	55.0	56.6	51.7	51.9	33.3	31.2	31.7	52.8	55.4	55.0	56.5	54.5	61.5
<b>Lw (dB)=</b>	<b>78</b>			<b>68</b>			<b>68</b>			<b>67</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C41: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE57. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	38.8	38.4	46.7	52.9	44.9	33.9	34.0	25.7	29.0	23.5	32.9	21.7	27.8	58.1	45.6
1.25	37.5	37.2	40.4	51.9	43.9	33.4	35.6	26.1	26.6	24.3	34.6	18.7	27.0	57.1	44.8
1.6	36.4	36.3	41.5	51.1	43.2	32.4	33.2	24.0	25.4	22.2	33.6	20.1	25.3	56.1	43.8
2	35.6	35.3	40.7	50.0	41.9	32.1	31.3	25.1	24.2	22.9	32.7	20.3	26.4	55.1	42.7
2.5	35.5	35.6	46.0	49.2	40.9	30.8	33.0	29.0	31.3	25.2	34.5	32.0	30.0	54.2	42.3
3.2	38.7	35.8	48.3	48.2	40.7	31.0	33.5	33.9	38.8	31.0	34.9	41.6	39.4	53.3	44.1
4	42.3	39.4	50.0	48.2	40.9	30.3	38.7	38.4	44.8	37.5	38.0	47.6	50.8	54.1	47.9
5	43.7	38.6	48.4	46.7	42.2	30.7	40.9	36.0	40.8	37.3	36.0	45.5	54.2	54.2	46.2
6.3	48.2	45.7	49.0	47.0	44.2	29.9	46.5	44.5	44.2	41.9	39.2	46.2	55.3	57.7	49.0
8	51.5	55.5	51.7	48.6	43.9	30.8	49.9	50.4	47.4	44.7	43.6	48.9	57.0	55.8	50.3
10	54.6	57.1	50.5	48.0	45.7	30.7	53.0	51.2	42.7	41.9	42.5	44.8	48.3	52.3	47.2
12.5	60.6	63.8	53.3	53.9	52.0	31.1	61.1	56.0	45.5	44.6	45.3	44.3	46.7	50.2	51.2
16	63.3	66.7	61.4	60.0	57.4	33.9	68.9	59.5	51.3	46.7	48.7	45.8	42.6	47.6	58.9
20	70.5	71.4	70.4	65.0	64.0	56.1	69.2	63.7	58.1	49.9	53.6	52.1	48.1	52.1	62.6
25	73.6	74.6	74.4	64.9	62.7	49.4	58.8	68.3	59.0	56.6	55.8	57.4	47.7	50.2	64.6
31.5	78.2	80.5	79.5	67.9	67.8	40.9	51.2	64.9	64.4	62.3	63.4	60.0	55.5	55.8	75.5
40	80.1	80.6	82.6	70.6	71.9	36.4	44.1	57.3	74.7	71.1	73.5	68.7	60.4	61.0	68.7
50	84.8	81.9	86.5	74.6	74.2	37.4	53.4	58.4	71.0	72.7	76.2	76.7	60.2	57.6	68.7
63	91.6	91.4	90.6	76.3	77.0	41.6	56.1	59.9	64.3	74.0	78.6	82.1	62.1	65.4	66.8
80	88.8	91.0	84.0	65.8	76.1	54.8	51.1	51.7	53.0	72.1	78.2	79.6	64.6	64.0	61.7
100	75.9	83.8	76.3	62.2	70.2	42.2	35.9	38.5	39.7	70.4	78.6	69.1	64.6	67.2	61.4
125	59.0	63.3	69.0	55.7	57.0	49.1	32.7	31.9	33.9	66.4	67.7	63.8	56.4	54.9	54.7
160	55.6	53.7	65.7	55.0	52.3	45.9	30.0	31.0	29.3	49.5	50.4	63.4	51.7	41.5	58.9
200	53.6	51.7	59.5	51.7	50.6	50.0	31.2	31.1	31.1	42.1	43.4	58.7	53.1	43.8	60.4
250	51.0	51.5	52.6	50.5	50.0	49.8	32.2	31.6	31.6	41.1	39.6	52.3	54.0	47.3	61.6
320	48.5	50.5	53.3	49.8	50.5	48.1	32.4	30.8	31.3	50.0	52.9	52.5	54.3	52.4	59.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>79</b>			<b>67</b>			<b>66</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C42: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE61. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	28.1	34.7	32.9	37.1	36.4	32.3	34.6	37.4	31.1	23.0	34.0	22.6	28.9	59.6	47.2
1.25	27.8	34.0	30.7	36.0	35.1	31.4	36.6	36.5	31.5	20.8	30.9	21.5	27.8	58.6	46.3
1.6	25.1	33.8	26.8	34.6	33.8	32.2	36.5	35.7	29.4	21.8	30.8	22.6	27.5	57.6	45.4
2	29.2	32.5	31.4	34.5	32.4	29.5	34.2	34.4	28.9	21.3	32.0	22.6	29.5	56.7	44.5
2.5	30.1	32.8	37.0	34.8	30.1	29.7	31.3	34.0	28.2	20.8	33.7	24.2	27.3	55.7	43.6
3.2	30.1	33.7	33.3	33.1	30.9	30.8	31.7	32.8	27.7	21.9	32.2	24.7	28.9	54.7	42.5
4	33.0	33.2	36.5	33.0	32.5	35.1	32.8	32.8	32.6	28.2	32.8	35.6	40.9	53.8	42.4
5	43.5	38.9	47.5	41.6	39.5	43.6	41.7	42.8	42.5	35.6	35.6	45.5	56.0	56.0	47.1
6.3	42.9	40.0	46.0	38.5	38.5	41.0	40.0	39.9	39.7	34.7	35.5	41.7	51.5	55.5	45.3
8	50.5	51.8	47.1	41.1	38.8	43.7	48.3	44.9	41.9	40.6	39.5	44.3	54.7	54.0	48.1
10	54.8	57.7	51.2	48.1	43.8	47.7	54.4	49.8	44.8	42.7	41.9	47.1	52.1	54.9	51.9
12.5	60.9	60.3	54.9	51.9	50.6	46.8	58.0	54.1	45.8	43.5	44.2	43.8	47.1	50.9	50.1
16	61.6	66.2	60.1	56.9	54.7	49.8	66.5	54.9	49.0	43.3	45.8	42.0	41.1	48.5	56.3
20	65.2	68.2	66.2	59.5	59.5	58.1	68.5	57.5	49.9	44.8	47.4	43.9	40.5	48.1	56.1
25	67.5	69.3	69.8	59.8	58.2	59.8	54.6	65.7	51.9	47.3	49.2	46.6	41.8	47.5	58.6
31.5	71.3	73.7	70.4	56.8	58.4	59.2	40.9	54.8	53.4	55.7	52.4	52.5	45.1	47.7	64.9
40	73.9	79.1	72.1	63.8	64.1	63.2	35.9	49.0	65.6	62.4	61.8	59.9	49.9	50.9	60.0
50	74.9	74.4	77.7	63.9	65.1	63.5	42.2	46.2	62.5	66.3	64.6	67.2	53.6	51.3	59.2
63	81.9	79.5	80.8	67.0	67.0	66.3	47.4	50.9	55.8	69.2	68.1	73.6	55.7	58.2	59.5
80	85.1	89.1	81.6	66.0	74.7	72.6	46.7	48.8	48.5	68.2	72.5	73.1	61.2	60.1	57.4
100	78.6	88.1	80.7	65.9	71.4	64.8	35.1	37.6	38.8	73.1	81.1	72.4	61.2	64.2	58.9
125	65.6	72.3	76.1	59.1	60.2	56.8	31.0	31.7	33.6	66.9	69.9	69.2	52.4	51.4	51.5
160	59.0	58.2	70.3	54.9	51.7	51.3	29.0	29.5	28.6	51.2	52.9	64.3	49.7	40.9	57.3
200	59.7	55.0	66.8	51.4	50.8	51.2	31.3	30.9	31.0	42.6	45.2	59.8	51.8	42.6	58.8
250	54.8	53.1	56.9	50.4	50.2	50.6	31.7	31.2	31.4	38.6	38.4	50.8	52.0	44.4	58.9
320	48.5	49.7	51.9	48.5	48.8	48.9	31.0	30.5	30.9	45.2	46.8	47.2	48.0	46.7	53.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>73</b>			<b>61</b>			<b>63</b>			<b>60</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C43: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE66. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	33.4	33.6	31.6	42.8	45.1	39.7	45.3	31.1	30.3	27.1	32.4	25.3	26.9	60.5	48.3
1.25	32.2	34.3	35.6	41.1	42.3	38.2	43.7	30.1	26.9	27.8	31.7	24.7	29.0	59.6	47.4
1.6	31.6	32.7	40.7	40.3	42.0	37.4	42.5	30.6	24.7	27.0	31.3	24.4	25.8	58.6	46.3
2	30.4	32.7	32.5	39.1	41.3	35.6	42.1	29.0	20.7	25.1	35.4	24.4	28.7	57.6	45.5
2.5	31.2	31.9	33.0	38.5	39.7	35.7	38.8	28.5	21.1	24.6	31.7	23.3	29.9	56.7	44.5
3.2	28.8	32.0	38.0	37.5	37.8	34.7	38.8	28.0	21.9	25.5	31.1	23.0	29.7	55.7	43.6
4	28.4	31.9	33.5	37.3	36.7	34.9	40.1	29.2	19.6	25.0	32.2	23.4	31.1	54.8	42.4
5	30.5	31.3	36.2	36.6	36.7	33.2	40.0	29.9	25.8	25.1	30.8	29.1	41.7	53.9	41.9
6.3	33.9	35.3	40.6	36.1	36.8	34.1	39.5	33.4	27.4	27.9	31.8	31.1	40.2	53.5	40.8
8	45.6	51.2	43.6	41.1	37.8	40.4	44.9	45.3	38.0	36.0	37.5	37.8	47.6	51.8	43.7
10	55.4	62.2	49.7	48.2	45.5	47.7	53.1	54.4	42.9	43.5	41.3	44.6	47.8	52.4	48.6
12.5	49.8	53.3	43.2	43.3	41.8	38.5	52.4	46.9	34.7	33.2	36.3	33.3	36.9	50.1	41.3
16	59.7	60.3	53.1	53.1	52.4	47.1	63.1	53.1	45.2	38.4	44.7	42.1	37.3	48.9	52.0
20	62.0	63.2	62.7	60.1	59.4	58.1	66.8	57.7	49.9	42.4	45.4	44.1	39.4	48.6	53.2
25	61.9	61.3	63.0	57.1	53.9	56.1	53.1	61.6	48.0	44.4	44.5	45.0	38.8	47.5	56.3
31.5	67.5	67.5	68.0	55.6	55.9	58.4	39.3	52.9	54.8	50.3	51.7	50.2	43.9	47.7	60.9
40	71.6	69.4	71.7	60.1	62.0	62.0	37.8	50.2	64.8	61.3	60.6	57.4	50.3	52.8	59.0
50	74.9	73.7	78.1	68.4	68.6	67.0	45.4	53.0	62.7	64.1	66.8	67.3	52.6	51.6	60.4
63	83.2	82.0	82.6	70.0	71.5	69.6	52.3	55.5	58.8	66.9	71.6	74.7	55.9	60.4	60.4
80	84.4	85.1	76.5	62.8	71.2	68.3	48.5	50.9	50.5	67.3	73.4	75.4	61.3	59.2	56.4
100	72.6	81.3	71.0	57.5	65.8	57.9	33.5	35.2	36.4	65.8	76.3	65.6	57.8	60.6	55.3
125	54.0	59.8	60.9	51.0	53.6	50.7	30.5	30.1	31.0	58.5	63.0	58.2	46.8	47.5	46.3
160	49.0	49.4	57.0	49.1	47.9	47.2	28.8	28.9	28.5	42.9	46.0	57.6	44.0	40.2	51.3
200	51.0	51.2	53.4	50.3	50.6	50.1	31.5	31.5	31.2	35.4	37.4	49.5	44.4	40.0	52.2
250	50.5	50.9	51.0	49.5	49.8	49.6	31.8	31.7	31.4	33.2	35.2	40.6	42.7	40.3	49.5
320	48.5	49.0	49.6	48.1	48.5	48.1	31.0	30.7	30.9	37.9	40.7	40.1	42.7	42.7	47.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>71</b>			<b>61</b>			<b>61</b>			<b>60</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C44: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE73. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	34.0	37.7	37.5	43.3	39.9	41.2	34.3	39.1	25.8	20.1	34.7	33.4	29.9	63.5	51.1
1.25	31.8	37.2	35.4	42.2	39.8	40.3	34.1	38.9	21.8	20.5	34.9	32.0	31.1	62.5	49.9
1.6	32.7	35.8	37.7	41.8	39.1	39.1	31.7	37.9	26.7	16.3	34.5	32.3	29.9	61.6	49.2
2	31.7	36.7	38.8	41.2	38.0	38.1	31.2	36.6	25.2	21.9	35.4	31.8	28.4	60.6	48.2
2.5	32.2	35.8	36.4	39.9	36.1	37.0	31.4	35.9	29.4	23.8	34.7	32.4	27.4	59.6	47.4
3.2	35.8	37.3	41.7	39.6	37.3	39.1	31.8	36.5	34.7	28.9	36.2	39.5	37.9	58.8	46.6
4	35.2	35.4	41.5	37.9	36.8	40.2	32.2	35.9	38.2	32.1	36.0	42.5	45.0	57.9	46.6
5	42.6	37.8	44.2	40.2	40.7	40.4	39.4	34.6	38.5	35.2	36.1	42.9	55.0	58.6	47.1
6.3	45.5	51.8	48.2	44.2	39.4	44.1	41.1	40.8	43.2	39.3	39.5	45.4	55.6	59.3	49.4
8	48.4	48.6	48.9	40.3	40.1	44.3	44.5	44.0	40.7	41.3	36.7	42.8	52.9	57.0	46.9
10	51.6	55.0	50.9	44.6	43.0	43.0	48.4	47.0	39.0	40.3	39.6	41.0	46.2	54.1	45.2
12.5	54.5	57.5	48.0	47.8	44.7	40.6	52.9	47.0	39.5	39.2	41.5	40.0	40.4	53.1	48.3
16	61.3	63.1	56.6	55.9	52.8	50.1	63.8	55.1	47.2	43.5	46.6	43.9	40.6	52.0	55.8
20	63.4	65.6	67.4	61.4	59.6	59.7	64.8	59.4	52.3	47.1	48.8	47.8	42.5	51.7	57.1
25	69.6	71.4	74.6	63.6	59.1	64.6	56.5	67.9	56.9	53.5	52.6	54.3	46.7	51.5	64.3
31.5	71.6	77.7	74.5	60.9	60.3	63.1	46.0	59.1	57.7	57.9	59.7	55.9	51.0	52.9	69.8
40	76.0	74.6	80.3	65.3	65.2	66.8	38.2	52.7	69.0	67.4	70.0	64.7	57.5	58.7	64.6
50	83.7	80.5	87.3	73.4	73.6	71.8	49.3	55.3	68.9	71.3	75.8	75.9	60.2	57.1	68.5
63	87.5	89.1	88.8	76.0	74.7	74.9	53.2	59.5	62.8	74.5	78.7	82.3	61.6	64.0	65.8
80	85.9	85.3	78.9	62.8	70.6	68.5	48.2	48.9	50.7	69.8	73.7	78.7	62.4	61.3	60.9
100	74.0	82.4	72.1	57.1	64.1	57.5	33.0	34.7	35.4	66.5	75.2	65.7	63.1	65.8	60.3
125	56.4	60.9	66.9	53.4	56.0	55.2	31.2	30.8	31.5	62.9	64.1	62.4	54.8	53.9	54.5
160	53.9	52.5	64.4	54.3	50.7	50.9	29.4	30.1	28.7	50.2	50.3	64.7	53.1	43.9	60.6
200	54.9	52.3	60.3	52.3	51.3	52.4	31.8	31.7	31.5	43.6	44.2	61.3	57.1	47.5	64.5
250	51.4	51.2	52.9	50.0	50.0	50.5	31.7	31.5	31.6	38.6	38.4	51.7	54.0	46.5	60.9
320	48.4	49.6	51.5	48.8	49.2	49.5	31.4	30.6	31.1	48.0	50.8	50.6	52.2	51.2	56.7
<b>Lw (dB)=</b>	<b>76</b>			<b>65</b>			<b>62</b>			<b>66</b>			<b>71</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C45: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE74. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	35.1	33.5	33.8	34.1	31.2	34.8	29.9	35.1	27.3	18.6	36.9	29.3	32.6	58.7	46.5
1.25	34.7	33.0	36.9	33.2	31.3	33.5	28.7	33.8	23.5	18.5	35.2	27.8	30.1	57.8	45.6
1.6	34.1	32.4	33.3	32.5	30.7	32.1	26.9	33.2	22.6	20.7	34.0	27.4	28.5	56.8	44.5
2	33.4	34.1	39.6	32.7	30.1	31.8	26.5	32.5	25.0	22.3	34.7	30.2	29.2	55.9	43.5
2.5	33.4	32.0	41.3	32.4	29.8	32.3	26.2	32.4	25.6	21.6	34.8	29.8	32.4	54.8	42.5
3.2	38.0	32.3	49.0	36.0	33.0	44.2	30.3	35.4	40.9	30.6	35.6	43.9	41.4	54.1	45.6
4	41.7	35.9	48.6	36.9	35.7	44.2	35.0	34.7	40.6	34.9	36.8	44.2	47.0	53.5	45.2
5	43.7	37.8	47.1	38.2	40.8	41.9	40.7	36.8	40.7	36.1	34.1	43.9	55.1	56.0	46.5
6.3	44.4	43.2	49.4	40.9	40.1	42.7	44.3	42.0	41.7	37.6	38.8	42.6	54.5	57.4	46.7
8	46.0	45.8	48.8	40.4	39.3	42.6	44.3	42.8	41.1	40.2	37.2	41.5	51.1	53.5	44.8
10	48.5	50.8	47.1	44.2	39.5	40.1	48.0	47.0	38.1	36.6	37.8	37.2	41.7	50.4	41.4
12.5	54.0	55.3	50.0	48.2	45.4	41.6	55.1	49.8	40.9	38.5	41.3	39.8	43.4	49.7	45.4
16	61.9	63.6	59.5	57.3	54.2	49.7	66.8	55.9	48.0	42.5	46.4	43.9	40.3	47.6	55.9
20	66.5	67.5	67.3	63.6	62.0	61.2	70.4	60.8	53.7	47.5	49.4	48.5	42.3	48.5	59.1
25	69.8	71.8	77.9	66.1	59.2	68.9	60.5	71.8	61.2	54.3	51.8	53.0	45.7	49.2	65.9
31.5	73.8	80.0	77.9	63.4	63.7	66.7	50.0	63.2	59.6	57.9	58.5	54.9	50.9	51.7	68.9
40	76.0	74.6	79.9	65.2	66.4	65.6	39.2	51.4	68.4	65.0	68.7	63.8	55.2	56.3	64.4
50	83.8	80.8	85.8	71.8	72.6	71.8	50.1	56.0	70.6	71.1	75.2	75.6	59.8	56.0	68.4
63	88.4	90.2	88.3	74.2	75.1	73.3	54.3	58.9	63.0	72.9	76.6	80.2	61.2	63.3	66.2
80	88.7	88.3	82.1	64.6	73.4	71.3	51.5	51.3	52.5	70.6	75.5	78.1	63.9	62.3	61.2
100	75.1	83.2	74.9	60.6	68.9	61.4	35.1	37.8	38.9	68.2	77.6	67.2	64.4	67.3	62.1
125	57.7	62.4	68.8	55.3	58.4	57.3	33.2	33.2	34.2	63.3	65.8	62.5	56.2	54.5	55.7
160	54.3	52.5	65.2	55.8	52.1	53.3	32.4	34.2	30.7	51.2	50.6	64.7	54.5	42.9	62.1
200	53.1	51.8	59.0	52.0	51.4	51.5	31.9	32.1	31.8	42.6	42.9	58.8	54.2	42.3	61.9
250	50.3	50.7	51.4	50.2	50.0	50.1	32.1	31.7	31.7	37.0	36.7	47.8	50.6	43.3	57.9
320	48.1	49.3	51.0	48.8	49.0	49.2	31.7	31.1	31.2	45.6	48.1	48.1	52.6	50.6	57.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>65</b>			<b>65</b>			<b>65</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C46: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE78. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	29.2	34.0	45.6	35.4	27.0	37.6	32.4	34.2	23.5	16.5	34.8	18.4	31.4	60.1	47.8
1.25	27.9	32.8	37.9	34.3	23.1	36.1	31.2	33.0	23.5	18.9	33.6	19.6	33.2	59.1	46.8
1.6	26.7	32.8	35.8	33.0	23.2	35.8	29.8	31.8	20.6	19.9	32.5	22.1	32.7	58.2	45.9
2	28.0	34.0	35.0	32.9	25.9	34.9	28.5	30.8	20.9	19.0	32.8	21.6	30.4	57.2	44.9
2.5	29.3	33.8	38.4	32.8	27.0	34.3	28.8	30.6	20.5	19.1	32.4	23.0	30.7	56.2	44.0
3.2	32.2	36.6	39.9	32.9	28.0	33.2	27.6	29.4	24.7	20.8	32.2	27.2	29.8	55.3	43.0
4	32.3	35.7	35.9	33.1	29.7	33.7	28.6	28.6	27.0	23.1	32.6	27.5	34.6	54.3	41.9
5	35.2	34.1	37.7	33.6	32.0	34.6	30.4	29.4	28.9	25.8	33.2	32.7	42.6	53.7	41.3
6.3	36.7	41.3	41.1	40.5	35.7	35.9	40.1	37.1	36.1	33.4	36.2	37.9	48.1	55.0	43.8
8	46.5	54.2	48.9	42.5	40.1	41.6	46.3	45.9	41.9	38.5	37.6	44.4	53.2	54.2	45.5
10	60.3	62.6	52.2	52.9	44.4	45.1	54.6	55.9	43.6	42.9	47.7	47.1	50.8	53.4	49.9
12.5	60.0	63.5	54.1	54.9	47.6	45.1	58.5	55.7	41.9	43.5	45.3	42.6	44.3	50.4	49.9
16	61.8	64.6	60.8	57.6	55.0	50.2	65.4	55.3	46.8	43.2	44.9	42.7	39.6	48.9	55.3
20	68.3	68.7	68.7	64.1	63.6	60.0	69.1	60.3	54.6	47.1	49.9	46.9	42.8	48.9	57.9
25	71.2	75.7	75.0	65.2	60.0	65.5	58.1	72.8	59.8	51.0	54.9	52.7	46.1	49.3	61.1
31.5	74.2	76.3	73.0	61.0	60.5	63.7	46.8	62.5	58.0	54.9	53.3	54.1	48.6	50.1	66.2
40	78.3	80.5	76.2	65.4	65.7	67.5	38.1	49.8	69.0	66.8	67.4	63.1	58.1	58.0	64.9
50	82.0	81.5	82.7	71.1	71.4	69.4	48.1	52.2	69.2	70.4	69.9	71.7	58.4	54.7	63.1
63	86.0	84.7	85.3	72.9	70.4	70.8	52.0	57.0	60.5	72.5	71.9	77.4	58.2	60.8	61.5
80	87.1	89.0	82.2	67.3	74.2	73.1	48.6	49.6	50.7	69.6	73.1	73.9	61.2	60.5	58.9
100	80.0	88.6	82.1	68.1	75.3	66.6	36.3	39.4	39.7	75.2	82.7	73.7	64.8	67.6	62.1
125	69.0	76.7	79.0	61.1	66.2	58.7	31.8	32.8	34.7	69.7	72.5	72.6	53.9	53.8	53.6
160	60.6	60.1	71.6	55.7	52.0	52.0	29.4	30.0	29.1	53.0	55.1	65.9	51.2	41.6	59.0
200	61.3	56.0	68.4	52.1	51.4	51.6	31.6	31.1	31.5	43.4	45.6	59.7	56.1	44.3	63.0
250	56.7	54.1	59.0	50.9	50.6	51.0	32.1	31.3	31.7	40.2	39.8	52.6	53.4	45.1	60.5
320	49.3	50.6	53.5	49.2	49.8	49.8	31.6	30.6	31.1	48.0	50.7	50.8	52.3	50.3	56.7
<b>Lw (dB)=</b>	<b>76</b>			<b>64</b>			<b>65</b>			<b>63</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C47: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE83. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	33.9	33.6	34.1	39.2	28.7	36.4	36.2	19.3	25.6	29.2	33.9	32.2	23.8	60.1	47.9
1.25	32.2	33.8	30.0	38.4	29.1	34.5	36.7	20.5	23.2	27.2	34.7	32.0	23.4	59.1	46.8
1.6	31.8	33.6	35.0	37.7	28.3	34.9	32.1	17.8	20.3	27.1	34.8	30.7	28.0	58.2	45.9
2	30.8	34.5	32.7	37.0	29.6	34.0	38.0	24.2	20.3	26.1	31.4	30.0	23.7	57.2	45.0
2.5	30.5	34.0	36.3	35.6	27.4	33.7	32.2	24.9	23.0	25.2	29.8	29.5	24.0	56.2	44.1
3.2	31.3	37.4	37.5	36.3	30.8	34.1	35.7	27.8	27.3	27.5	32.4	31.3	31.3	55.3	43.3
4	33.1	38.4	40.0	36.7	31.5	37.0	37.9	28.3	37.3	34.0	34.7	41.3	46.3	55.1	44.3
5	35.1	39.9	38.3	35.8	31.1	36.5	36.9	31.2	34.3	31.0	34.6	37.9	45.1	54.1	42.5
6.3	47.1	47.0	49.5	42.7	39.8	42.9	42.1	42.7	40.6	39.1	40.5	44.2	54.0	57.7	47.6
8	54.8	56.3	53.4	48.1	45.9	50.0	52.5	51.8	48.6	44.7	44.9	51.4	60.5	57.9	52.2
10	54.2	55.7	51.3	48.0	44.1	45.3	52.8	51.6	43.9	42.1	46.0	46.3	50.8	52.8	47.4
12.5	60.8	62.5	54.2	53.6	51.4	46.7	59.9	57.0	48.1	44.8	48.2	46.8	47.3	51.6	50.7
16	62.6	65.8	60.5	59.0	56.6	50.9	65.8	57.1	50.8	43.6	46.5	44.2	43.8	49.1	56.9
20	67.6	69.7	70.4	64.5	61.0	58.7	68.0	60.4	54.1	47.8	52.8	47.1	42.2	49.1	57.2
25	70.4	73.1	71.9	63.3	60.7	60.8	58.7	65.1	51.3	47.8	49.4	47.5	42.7	48.1	59.0
31.5	76.4	81.1	75.7	60.9	62.9	63.4	44.2	58.4	57.2	54.3	52.8	53.8	48.2	49.5	69.1
40	74.1	78.8	75.5	62.3	62.8	65.4	36.8	49.2	64.9	63.6	62.1	59.4	52.4	53.1	59.7
50	78.9	80.6	81.0	67.4	67.7	67.9	44.0	48.2	66.7	67.2	66.3	68.5	55.4	52.8	61.6
63	84.9	84.5	84.2	69.4	68.6	68.7	49.7	54.2	57.4	71.1	69.8	75.9	57.0	60.0	61.5
80	86.7	89.6	82.4	65.4	70.7	71.5	46.1	48.0	48.4	67.7	70.8	71.9	60.5	60.4	57.8
100	76.7	85.7	78.7	63.8	70.7	62.6	33.8	36.5	36.9	70.7	77.9	69.6	62.9	65.7	60.0
125	65.2	72.6	75.3	57.9	62.9	56.3	31.7	31.8	33.3	64.7	68.7	67.1	53.8	52.9	53.7
160	59.8	58.6	71.0	53.6	50.4	51.5	29.8	30.5	29.1	51.3	51.6	64.4	52.5	42.4	60.2
200	62.9	57.1	70.1	51.9	50.9	51.7	31.2	30.9	31.1	44.0	44.7	61.8	57.6	46.3	64.6
250	58.9	56.8	61.4	53.0	51.0	54.0	32.8	32.0	31.9	45.5	44.4	57.7	58.3	51.1	66.1
320	50.1	53.6	57.7	50.9	50.8	52.4	32.7	30.9	31.7	53.3	55.9	56.8	56.0	53.1	61.9
<b>Lw (dB)=</b>	<b>75</b>			<b>63</b>			<b>63</b>			<b>61</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C48: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE83bis. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	34.9	36.7	41.6	38.9	36.5	34.0	44.1	26.2	28.5	28.1	34.3	30.6	26.0	60.5	48.2
1.25	33.3	35.8	42.2	37.6	33.4	33.9	43.6	25.0	28.0	25.5	32.9	29.3	27.4	59.6	47.4
1.6	33.1	35.2	32.7	37.2	31.9	32.7	40.0	22.1	27.9	26.2	31.7	28.4	26.7	58.6	46.4
2	31.6	34.2	34.2	36.3	31.5	30.2	41.9	24.0	28.1	25.6	33.4	27.6	25.9	57.6	45.4
2.5	32.1	34.8	36.7	35.4	31.4	30.5	42.4	27.2	26.5	24.8	33.9	28.8	30.6	56.7	44.7
3.2	32.2	35.7	35.4	35.1	32.4	33.2	38.8	25.7	27.9	26.1	32.8	30.4	30.4	55.6	43.8
4	33.4	36.3	36.6	34.8	32.6	31.7	38.8	28.9	31.3	26.4	32.6	33.4	36.8	54.8	43.6
5	34.1	33.8	37.8	34.3	32.0	33.1	38.1	32.7	29.8	27.5	33.2	31.6	42.6	53.6	42.1
6.3	39.6	41.5	43.1	38.8	36.4	37.7	41.0	37.4	36.8	34.1	34.4	40.4	48.1	55.0	45.6
8	49.7	56.9	50.6	45.1	43.6	46.8	50.6	50.6	46.2	44.3	41.2	47.1	58.6	56.3	50.0
10	61.7	69.5	56.6	54.1	49.3	50.1	58.6	58.5	46.4	46.6	48.1	47.6	51.2	54.3	51.6
12.5	69.1	72.7	59.7	63.4	61.0	57.9	71.7	64.9	53.0	54.3	55.3	53.0	55.5	55.6	60.1
16	64.4	67.5	62.7	58.7	57.2	49.6	66.7	58.4	50.8	44.8	50.7	44.8	46.7	49.9	56.7
20	70.4	70.7	72.8	67.2	62.0	61.4	69.1	63.0	54.3	51.8	56.8	52.4	45.5	51.2	61.7
25	73.6	74.9	71.7	68.2	62.7	63.3	65.2	72.6	60.4	53.5	57.7	59.6	47.6	51.9	63.5
31.5	73.5	76.0	73.0	62.4	63.0	68.9	46.6	61.2	59.0	57.4	57.7	54.7	48.7	50.9	69.1
40	79.0	78.5	77.8	68.8	71.2	68.9	40.1	52.3	71.4	68.3	69.1	67.7	56.5	56.2	63.9
50	83.6	80.4	83.5	77.4	79.8	74.5	51.9	59.9	79.8	74.7	77.3	78.8	60.2	58.2	69.0
63	87.6	85.3	86.8	76.3	76.8	75.2	55.1	60.5	65.4	73.3	77.8	80.6	59.8	64.5	67.2
80	89.0	90.8	81.6	66.8	76.1	72.9	52.0	53.0	54.3	74.6	80.1	80.8	63.5	63.1	61.9
100	79.7	88.6	80.1	67.2	75.1	67.1	39.5	43.5	43.2	76.0	86.2	74.5	67.4	70.4	65.3
125	61.6	67.9	72.8	59.1	63.1	57.6	31.9	32.0	35.4	70.1	72.9	69.4	55.2	55.4	54.4
160	55.8	55.0	66.0	56.4	52.5	52.2	29.8	30.6	29.8	51.2	55.6	66.9	51.6	42.5	59.5
200	53.6	51.7	59.9	51.2	50.8	50.9	31.2	30.7	31.1	42.0	44.8	57.8	55.2	43.7	62.3
250	51.3	51.8	52.6	50.9	50.5	51.1	32.2	31.5	31.9	38.2	39.1	50.1	53.5	46.4	60.7
320	48.5	49.6	51.0	48.8	49.2	49.2	31.6	30.6	31.0	45.5	47.9	48.0	51.1	48.9	55.9
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>68</b>			<b>69</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C49: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE94. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	35.8	36.9	30.2	21.5	24.6	35.9	23.4	35.6	25.5	20.6	36.3	35.6	28.9	60.5	48.2
1.25	35.7	35.8	28.6	20.7	24.2	34.0	22.1	34.6	23.6	20.5	34.2	33.7	29.6	59.6	47.2
1.6	34.9	35.3	29.6	23.6	26.5	33.9	17.6	34.1	22.2	22.0	31.8	32.8	26.3	58.6	46.4
2	33.8	33.8	27.0	26.0	25.8	33.6	21.7	32.9	21.8	18.5	31.4	32.9	31.2	57.7	45.6
2.5	33.3	33.3	31.2	28.2	27.2	32.4	19.8	32.3	22.9	20.2	33.4	31.7	32.2	56.8	44.9
3.2	34.4	33.1	31.1	29.4	28.9	30.7	21.7	31.8	23.7	23.3	34.0	30.6	33.8	55.9	44.5
4	33.0	33.8	31.4	29.1	29.3	31.2	22.2	30.6	24.9	22.2	34.3	30.5	31.9	54.8	43.0
5	33.1	33.7	38.1	29.7	31.5	32.3	24.9	30.8	28.0	21.9	34.8	32.7	40.9	54.1	42.5
6.3	37.2	44.5	39.6	35.5	33.9	37.7	37.1	35.0	37.3	31.9	34.7	36.2	47.1	54.5	43.7
8	36.2	38.7	35.0	32.0	32.6	32.6	33.4	32.7	27.5	27.0	32.8	31.1	38.2	52.0	40.5
10	44.4	50.5	40.8	37.7	38.2	35.9	43.8	41.1	31.0	31.1	33.2	33.1	37.4	51.0	41.1
12.5	53.5	56.3	45.9	46.8	45.5	40.4	55.1	48.8	38.3	40.2	36.8	37.2	38.9	50.3	43.9
16	59.5	60.3	55.3	53.6	55.2	48.2	64.3	55.5	46.0	40.0	44.8	40.7	38.6	48.8	51.6
20	62.9	64.0	64.4	58.8	59.1	57.9	62.8	56.2	47.9	42.6	45.0	41.9	40.4	48.8	52.7
25	69.6	71.2	71.6	62.5	59.0	60.3	56.3	65.5	52.6	49.9	50.3	51.0	44.9	49.2	61.6
31.5	73.7	76.9	76.1	58.9	58.6	63.7	42.4	57.1	55.2	55.1	54.6	53.9	47.2	49.5	62.1
40	74.9	74.1	77.1	62.6	64.5	65.5	37.3	49.6	67.4	63.3	66.3	62.6	53.1	55.0	62.7
50	79.8	80.0	80.5	71.6	70.8	70.1	47.1	53.1	69.8	68.8	72.5	74.9	59.1	55.5	64.2
63	79.8	84.0	83.1	69.1	69.9	67.4	48.4	53.0	58.0	66.7	71.3	75.0	54.0	56.7	60.3
80	78.3	78.2	71.8	58.4	64.2	61.9	42.5	42.7	44.6	59.1	64.6	68.4	56.0	57.9	54.5
100	68.8	78.0	66.6	53.3	59.8	52.6	30.8	31.2	32.3	60.8	69.2	59.1	72.5	76.0	72.3
125	53.2	57.9	62.2	51.5	53.9	51.5	30.5	30.1	30.7	57.5	59.6	54.5	54.9	58.2	54.8
160	49.3	48.8	57.9	50.0	48.2	48.0	28.8	29.0	28.5	41.6	43.1	56.5	48.6	44.2	57.0
200	50.8	50.7	53.3	50.7	50.9	50.7	30.9	30.5	31.2	35.5	36.7	51.0	52.6	42.9	59.9
250	50.7	50.9	51.0	50.3	50.6	50.3	31.8	31.3	31.6	34.0	35.2	41.9	49.2	43.1	56.3
320	48.6	48.9	49.5	48.8	49.1	48.7	31.0	30.3	30.8	39.6	41.7	42.1	48.2	46.2	53.5
<b>Lw (dB)=</b>	<b>72</b>			<b>62</b>			<b>61</b>			<b>62</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C50: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE97. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	27.4	32.3	31.8	33.5	34.5	31.6	33.2	34.4	27.5	23.8	35.1	25.7	30.0	57.8	45.6
1.25	27.7	31.3	27.3	32.4	33.3	30.5	33.0	33.2	25.9	21.3	34.4	25.3	29.1	56.9	44.5
1.6	27.1	31.2	30.1	32.7	32.4	29.0	29.7	32.8	24.0	20.7	34.8	26.0	29.7	55.9	43.6
2	25.8	31.2	29.4	31.3	31.5	29.8	30.8	31.6	21.9	22.3	34.7	25.2	27.3	54.9	42.8
2.5	28.6	30.7	32.7	30.8	30.6	31.0	29.9	31.4	24.1	21.5	33.9	26.9	28.8	53.9	41.7
3.2	29.7	33.4	38.7	32.2	31.2	34.9	32.9	32.6	31.8	24.9	34.4	34.7	35.3	52.9	41.7
4	36.0	33.2	44.4	35.0	34.8	40.9	34.5	33.5	37.7	34.1	34.2	41.2	46.9	52.6	43.1
5	44.5	38.1	49.0	41.5	42.5	46.2	43.4	41.2	44.6	39.0	39.7	46.8	57.9	57.0	47.8
6.3	45.2	42.7	47.4	43.6	42.2	42.9	43.1	41.6	42.0	41.0	38.9	44.9	55.4	57.3	49.0
8	54.4	53.5	52.4	49.7	47.0	50.2	51.1	51.2	48.5	45.3	45.6	50.3	57.3	57.3	51.6
10	59.9	59.9	56.6	54.1	47.9	50.9	55.2	52.2	49.1	47.0	47.6	48.1	50.5	54.8	50.7
12.5	60.5	60.0	55.6	54.6	49.8	47.0	59.2	57.2	46.7	44.0	46.8	44.4	47.0	50.2	50.2
16	66.9	68.2	61.4	60.9	58.3	52.1	69.3	60.4	53.5	49.9	53.9	50.8	45.4	48.2	61.0
20	67.7	69.5	70.9	64.8	62.1	61.2	70.0	61.7	54.7	49.6	53.7	50.1	44.1	49.2	60.9
25	71.7	73.9	75.6	64.7	60.5	62.8	57.9	68.2	55.4	52.0	53.2	53.2	44.9	48.1	62.3
31.5	75.6	77.3	78.6	63.9	63.8	66.4	45.4	59.6	59.2	56.9	57.7	56.7	50.9	50.1	66.5
40	79.0	77.2	80.4	67.2	69.0	68.3	40.3	54.4	70.4	65.5	68.1	64.1	56.2	57.0	64.6
50	82.9	79.8	83.1	75.2	73.9	73.7	50.6	57.1	72.2	71.0	74.0	75.1	59.0	55.9	66.7
63	88.1	87.6	85.5	73.9	74.1	72.5	55.2	59.8	64.6	72.1	76.6	80.7	59.2	62.9	65.2
80	87.9	88.9	81.4	64.1	73.6	70.8	50.5	51.1	52.5	70.6	75.2	79.0	63.0	62.0	60.0
100	76.9	86.0	73.1	59.3	66.3	59.7	34.5	36.2	37.9	66.6	75.7	67.1	64.4	67.2	61.9
125	57.1	63.4	64.6	52.4	56.1	55.3	32.2	31.8	32.7	60.7	63.0	59.3	55.1	53.9	54.2
160	52.9	52.0	62.8	51.4	49.1	51.2	31.2	32.3	29.5	49.2	46.9	61.8	53.6	42.2	61.4
200	52.8	51.7	58.7	52.0	51.1	51.5	31.8	31.6	31.4	41.6	40.4	59.4	55.5	44.3	62.7
250	51.2	51.7	52.2	51.1	50.6	51.0	32.4	31.9	31.9	39.1	38.8	50.6	54.4	47.1	61.8
320	48.8	50.3	52.5	49.7	49.9	50.3	32.3	31.4	31.4	48.1	50.3	51.1	54.0	51.7	58.6
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>66</b>			<b>66</b>			<b>66</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C51: Sezione di misura 2 (Tortona). Transit 2\_SE99. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	28.0	35.7	42.1	39.4	38.4	37.4	23.1	31.3	28.9	21.4	32.9	32.6	27.7	61.8	49.5
1.25	26.8	32.9	34.2	39.1	37.9	35.5	22.7	30.9	27.6	22.4	32.4	31.7	28.3	60.8	48.4
1.6	24.5	33.7	33.4	38.2	36.4	34.9	21.6	30.0	26.2	22.2	33.9	30.8	25.7	59.8	47.4
2	27.3	32.7	37.0	37.2	35.6	33.6	19.5	28.3	26.6	16.1	33.4	30.1	26.6	58.9	46.5
2.5	29.0	33.6	37.7	36.3	34.2	34.6	19.8	28.6	27.0	22.9	32.3	29.4	26.5	57.9	45.9
3.2	29.1	29.8	35.6	35.6	34.3	34.9	23.1	29.4	26.3	24.1	31.1	29.2	26.5	56.9	44.8
4	29.7	33.2	40.2	35.5	33.0	33.1	26.1	28.9	26.9	21.9	32.9	28.5	32.4	55.9	43.8
5	32.2	33.4	41.1	34.5	32.8	35.8	29.1	29.4	30.8	26.4	33.4	34.4	43.4	55.3	43.2
6.3	37.5	37.3	45.8	35.0	35.6	34.0	33.5	32.1	32.1	28.3	31.3	33.6	42.1	54.7	42.7
8	43.3	48.5	46.8	37.2	37.3	37.3	42.3	39.7	35.6	33.2	33.7	37.9	44.7	53.7	43.0
10	47.7	51.6	46.6	40.6	38.8	38.1	46.0	43.3	36.0	34.1	36.8	37.8	42.8	52.3	43.0
12.5	56.0	58.1	51.6	49.3	45.0	42.0	53.6	50.1	38.4	37.8	39.7	36.6	40.3	51.6	46.9
16	64.0	68.8	63.1	62.3	58.1	51.0	66.5	58.6	51.6	46.0	49.2	44.9	44.5	50.7	56.7
20	72.3	73.5	73.9	65.0	61.6	61.8	66.9	62.4	51.7	49.4	53.8	46.6	43.1	50.8	57.7
25	74.8	75.9	77.8	69.3	65.4	63.1	64.1	68.3	54.6	52.2	55.7	50.6	46.1	51.5	63.4
31.5	78.9	83.0	78.6	65.8	67.4	68.1	48.4	63.1	61.4	60.2	58.3	55.8	49.4	51.6	70.1
40	77.3	83.7	77.1	67.4	67.7	67.6	40.8	55.8	70.8	64.8	66.4	62.4	53.4	54.9	62.1
50	83.8	84.9	83.5	72.3	71.7	69.7	48.0	52.6	71.1	69.4	69.6	71.0	56.4	54.9	63.9
63	89.0	87.8	86.1	73.5	71.1	72.2	52.4	57.4	60.7	72.2	72.9	77.8	58.4	60.9	63.4
80	89.2	92.7	85.1	70.6	76.4	76.0	51.9	53.7	52.9	72.7	76.4	77.7	64.2	63.3	62.0
100	81.1	90.8	83.1	70.5	76.7	68.9	38.4	42.2	42.3	75.7	83.1	75.7	64.8	68.0	62.6
125	68.5	75.9	78.9	62.3	66.7	58.9	32.1	32.8	35.0	68.8	72.8	71.9	53.9	53.3	54.2
160	63.1	62.1	74.9	59.1	54.0	54.5	29.8	30.1	29.4	53.9	57.6	68.9	51.0	42.8	58.8
200	62.1	57.0	69.8	51.8	51.2	51.4	31.3	31.0	31.3	43.7	46.2	60.8	50.9	43.0	57.8
250	55.6	54.6	58.4	50.4	50.4	50.7	31.8	31.4	31.8	39.4	39.7	50.7	50.6	44.3	57.6
320	48.9	50.0	52.2	48.6	48.9	48.9	31.1	30.5	30.9	44.8	46.3	47.4	47.2	46.1	52.5
<b>Lw (dB)=</b>	<b>78</b>			<b>66</b>			<b>64</b>			<b>63</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C52: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE102. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	37.0	37.5	42.7	40.1	33.3	33.4	36.1	37.0	28.6	30.8	36.0	19.9	26.6	60.5	48.1
1.25	35.1	36.3	41.9	39.5	33.2	33.0	36.4	37.3	24.8	30.5	32.9	22.6	29.7	59.5	47.3
1.6	35.8	36.0	33.4	39.2	31.7	32.6	34.9	35.6	23.0	30.0	33.0	22.4	28.7	58.6	46.1
2	33.7	34.8	34.1	37.6	30.9	31.3	33.6	35.3	23.4	28.7	35.3	21.0	28.8	57.6	45.2
2.5	33.0	34.3	31.5	36.6	30.0	29.6	31.3	34.2	22.9	28.6	33.2	23.4	27.6	56.6	44.3
3.2	32.7	34.9	36.2	35.7	30.8	31.1	31.2	32.7	25.8	27.0	31.4	29.7	29.8	55.7	43.5
4	34.6	36.1	38.1	37.1	31.1	34.8	32.2	35.0	32.0	28.8	35.6	35.7	39.9	54.7	43.2
5	39.1	38.8	46.2	37.5	36.7	41.0	37.9	36.6	38.6	33.7	35.7	43.2	53.0	54.9	45.4
6.3	40.9	38.7	42.2	37.7	37.5	36.7	37.9	36.4	34.8	34.0	33.8	38.0	48.8	55.1	43.6
8	44.3	50.4	43.2	39.3	36.9	39.9	42.9	43.5	37.3	37.5	36.5	40.2	46.7	52.7	43.9
10	56.8	65.6	52.6	49.7	46.3	47.0	56.2	53.7	43.9	42.7	43.7	45.1	47.9	52.6	47.9
12.5	68.1	72.8	59.9	61.5	61.0	56.2	71.0	63.0	52.5	53.5	54.2	51.7	55.9	56.7	59.5
16	68.1	72.4	67.7	66.9	64.2	56.7	72.5	61.6	56.9	49.5	55.5	51.7	48.3	50.3	61.3
20	68.1	70.7	70.8	66.5	63.3	60.0	71.5	61.0	55.1	48.5	55.1	50.6	44.0	49.5	60.2
25	72.3	77.7	72.1	68.9	64.1	62.7	62.3	70.6	60.0	53.3	57.9	59.5	47.8	50.3	63.2
31.5	70.9	74.5	72.7	62.4	61.9	65.8	44.8	60.6	58.7	57.0	56.5	55.6	48.8	50.4	67.2
40	78.0	77.6	78.7	67.9	70.4	68.3	39.4	52.5	69.2	66.6	69.9	66.3	56.1	57.0	63.0
50	82.9	80.1	84.7	78.4	79.1	75.4	52.4	59.2	78.3	73.9	77.5	78.3	60.3	58.8	68.4
63	87.1	85.3	86.3	75.2	75.4	72.6	54.2	60.0	64.8	72.8	76.9	80.6	59.4	62.6	64.7
80	87.2	88.2	81.0	66.1	75.6	73.4	50.7	53.9	53.7	71.4	78.4	78.5	63.3	61.6	60.4
100	77.9	86.6	79.9	66.4	74.0	65.9	37.3	41.4	41.4	75.5	84.6	72.8	65.8	68.7	63.5
125	62.1	67.3	72.9	59.5	64.0	58.3	32.0	32.1	35.4	69.6	73.2	68.7	55.1	54.5	54.6
160	55.9	55.4	66.9	57.1	53.1	52.6	30.6	31.2	30.0	51.5	55.8	67.0	51.3	42.5	59.4
200	53.8	51.8	59.7	51.3	51.1	51.3	31.3	31.1	31.1	42.0	45.0	58.2	51.9	43.4	59.2
250	51.5	51.8	52.5	50.8	50.5	51.1	32.0	31.4	31.7	39.1	39.6	50.5	52.5	45.8	59.9
320	48.6	49.9	51.9	49.4	49.3	49.8	32.0	30.7	31.0	46.9	48.7	49.6	52.0	49.7	57.3
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>68</b>			<b>69</b>			<b>67</b>			<b>68</b>		



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C53: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE109. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	22.5	31.1	37.8	41.0	31.3	38.8	32.7	33.9	24.4	28.4	36.0	24.1	29.2	61.8	49.4
1.25	23.3	29.0	34.2	40.2	30.4	38.2	32.3	33.1	20.7	28.7	33.2	20.0	25.5	60.8	48.6
1.6	24.5	29.8	32.1	39.0	29.1	36.9	29.6	32.7	21.9	28.9	32.8	19.0	25.1	59.8	47.6
2	24.1	27.4	27.9	38.3	26.9	35.9	30.6	31.3	15.7	26.3	30.4	18.8	26.0	58.8	46.6
2.5	27.0	30.6	34.3	37.7	30.1	35.1	30.1	31.0	21.3	25.1	32.1	23.0	25.4	57.9	45.8
3.2	26.7	30.7	32.9	36.5	29.0	34.3	28.8	29.9	22.2	24.6	32.2	23.3	27.3	56.9	44.8
4	28.2	31.4	35.3	36.2	29.4	33.8	29.3	29.5	24.1	24.3	34.0	26.3	31.8	55.8	43.8
5	29.0	30.0	35.6	36.2	32.9	34.2	31.1	30.6	27.5	25.2	33.6	31.3	46.2	54.9	43.0
6.3	35.5	35.4	40.8	37.3	33.2	36.2	34.9	32.8	32.0	32.2	32.9	34.0	43.7	54.2	43.2
8	45.5	51.8	43.2	41.3	37.1	39.6	41.8	42.7	37.1	34.9	38.2	38.1	48.9	54.6	43.1
10	53.7	62.8	49.5	48.5	42.4	44.8	49.7	50.9	40.5	40.7	41.3	40.7	47.3	53.5	45.7
12.5	54.1	52.6	45.4	47.0	43.8	40.1	52.6	46.9	38.1	35.9	38.1	36.8	39.4	51.6	44.3
16	62.7	61.8	58.2	59.3	56.5	49.8	65.2	54.1	48.5	43.1	48.9	44.7	42.0	50.7	55.0
20	64.9	64.9	64.2	61.5	59.2	58.4	66.2	57.7	52.0	43.9	46.5	43.7	40.5	49.9	57.5
25	66.9	71.6	71.0	62.6	59.3	60.0	55.1	65.7	52.3	49.8	48.3	52.0	43.2	49.4	62.2
31.5	73.3	71.0	72.5	59.5	62.7	61.7	42.0	58.2	58.5	54.5	55.6	54.4	50.3	50.7	65.1
40	74.3	74.1	74.9	64.2	66.1	63.6	38.0	52.9	67.6	64.7	64.7	61.2	54.9	56.7	60.7
50	80.7	77.2	81.3	72.2	69.3	69.1	46.1	51.8	67.5	67.6	70.5	71.5	55.6	54.1	62.7
63	85.6	84.7	82.5	69.8	70.7	70.0	51.7	55.4	61.5	68.3	73.4	76.8	57.7	62.7	63.6
80	84.2	86.2	77.3	61.5	69.7	67.7	47.6	48.7	50.5	68.5	72.8	75.1	59.8	58.3	56.6
100	75.1	84.9	71.3	57.3	64.6	58.3	33.0	34.7	35.7	65.7	74.9	65.1	57.5	60.7	55.9
125	55.5	62.0	61.9	51.5	55.1	52.4	30.7	30.3	31.0	58.8	62.7	59.1	48.1	48.2	48.0
160	51.0	51.0	59.9	50.2	48.5	48.0	29.0	29.1	28.5	44.0	46.1	58.9	46.4	41.5	54.2
200	51.8	51.7	56.5	51.0	51.4	50.9	31.3	31.1	31.3	36.8	38.5	52.9	50.2	42.0	58.2
250	50.9	51.5	51.5	50.3	50.7	50.5	31.9	31.4	31.7	35.7	36.6	45.1	48.7	43.3	56.0
320	48.7	49.5	50.0	48.8	49.2	48.9	31.2	30.6	31.0	41.5	43.1	44.7	49.0	47.4	54.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>73</b>			<b>63</b>			<b>62</b>			<b>62</b>			<b>69</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C54: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE114. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	38.5	35.7	38.9	32.5	27.0	35.4	31.4	26.4	23.9	20.5	30.5	26.1	25.8	59.7	47.3
1.25	37.8	34.6	34.9	32.7	27.4	34.3	30.5	26.6	22.4	23.7	29.7	24.7	26.9	58.7	46.3
1.6	37.1	33.6	34.5	32.0	29.4	34.1	30.6	27.1	21.8	22.8	34.0	25.0	28.2	57.8	45.4
2	36.1	33.8	36.5	31.1	27.9	32.4	29.7	25.3	25.0	23.1	32.9	24.5	27.6	56.8	44.3
2.5	34.8	33.7	34.8	30.5	28.9	32.6	28.7	26.2	23.0	21.4	30.9	25.8	25.2	55.8	43.6
3.2	34.7	32.7	33.8	30.4	27.6	31.6	28.1	25.8	21.3	20.9	31.9	24.4	25.1	54.9	42.4
4	34.1	32.3	36.0	30.8	27.4	33.6	27.0	24.7	24.6	23.6	31.3	26.6	30.5	53.9	41.6
5	35.7	34.7	39.3	31.8	29.9	33.9	30.4	26.7	29.6	26.3	32.1	34.1	42.4	53.2	41.4
6.3	39.7	42.2	48.7	35.2	32.9	35.6	36.8	35.7	33.8	28.3	32.8	35.7	44.5	53.2	42.0
8	45.1	49.9	46.9	38.6	39.2	39.4	47.1	40.7	39.3	36.5	35.9	43.9	47.8	52.6	45.8
10	51.5	52.6	43.6	42.6	41.6	39.4	48.2	45.6	36.1	36.4	37.2	37.7	43.6	50.5	41.6
12.5	58.3	61.1	52.0	51.5	47.8	43.1	56.4	53.2	41.1	41.1	41.9	40.2	48.4	51.2	47.8
16	61.5	65.5	58.3	54.8	53.5	48.2	62.6	54.7	45.2	43.1	43.8	39.3	40.5	48.6	54.4
20	70.3	69.6	74.0	67.3	63.9	61.0	70.3	60.7	55.5	47.8	51.3	47.0	43.3	48.7	59.2
25	74.5	75.5	76.6	65.3	63.1	67.8	57.7	69.8	54.5	50.9	56.3	52.1	45.6	50.0	62.7
31.5	80.0	82.5	79.2	65.9	67.1	67.9	50.9	64.2	59.0	56.8	59.3	56.1	52.7	52.2	71.5
40	76.9	80.3	77.4	65.5	65.9	66.6	38.4	52.5	68.3	64.5	65.2	62.0	54.0	54.3	63.1
50	79.5	79.5	82.7	71.5	71.7	70.4	45.5	51.5	71.8	68.7	69.7	72.0	58.1	54.3	63.0
63	86.0	85.1	86.1	72.8	70.3	71.5	51.2	56.3	60.6	71.7	71.1	77.6	60.1	62.9	63.5
80	87.9	90.3	84.4	69.0	73.5	74.1	49.9	51.1	51.2	70.2	74.3	75.8	63.0	62.1	60.0
100	79.6	89.0	80.6	67.7	73.3	65.3	36.8	40.3	40.1	73.4	80.8	72.5	63.6	66.7	61.4
125	67.3	74.8	77.7	60.6	65.8	57.3	31.4	32.5	34.5	66.6	70.7	69.9	55.7	53.5	55.1
160	60.3	60.0	71.7	57.6	53.6	52.8	29.5	29.9	29.0	52.8	55.8	67.4	52.4	42.1	59.9
200	60.7	56.1	68.4	52.1	51.7	51.5	31.6	31.4	31.6	42.6	44.7	60.1	50.7	42.0	58.1
250	54.6	53.1	56.6	50.6	50.7	50.6	31.9	31.5	31.8	38.6	38.6	49.7	50.8	43.4	57.8
320	48.7	49.9	51.7	48.9	49.3	49.0	31.2	30.5	31.1	43.2	45.5	46.9	46.5	45.7	51.2
<b>Lw (dB)=</b>	<b>77</b>			<b>65</b>			<b>64</b>			<b>63</b>			<b>67</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C55: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE119. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	40.5	37.4	39.6	34.5	29.9	37.8	26.3	27.9	25.9	21.8	32.4	19.8	27.6	61.7	49.3
1.25	39.8	36.9	30.1	34.5	26.7	36.5	24.3	26.3	20.9	19.6	29.8	22.1	26.5	60.8	48.2
1.6	38.7	36.2	26.9	33.0	24.9	36.5	21.3	25.2	16.8	22.0	32.2	21.1	24.0	59.9	47.3
2	37.7	35.3	30.9	33.4	28.2	35.4	17.6	23.4	23.2	20.9	32.7	19.5	26.3	58.9	46.4
2.5	37.0	33.7	32.1	33.1	27.9	34.4	22.3	25.0	18.6	21.1	33.3	21.2	29.6	57.9	45.4
3.2	37.2	37.4	37.1	33.4	26.3	34.2	24.9	25.9	23.2	22.0	33.5	25.7	24.7	56.9	44.5
4	35.8	37.1	35.2	33.1	26.0	34.5	23.3	26.9	25.6	21.8	33.9	26.7	30.9	56.0	43.5
5	34.6	33.3	31.7	30.7	27.3	32.9	22.0	22.7	21.5	20.0	31.2	23.9	34.1	55.1	42.5
6.3	36.7	35.0	40.1	34.6	33.0	34.5	34.4	30.3	33.0	29.3	33.0	33.0	44.7	55.0	42.7
8	42.6	45.6	41.8	36.6	34.4	38.7	39.3	39.0	36.1	33.8	33.7	37.6	45.6	53.9	43.0
10	58.4	60.3	49.8	51.4	43.3	44.8	51.6	52.7	42.9	41.6	44.6	45.9	48.6	53.2	48.0
12.5	60.2	63.8	54.0	53.8	48.4	44.9	56.6	55.5	40.4	42.3	44.2	40.2	44.7	51.8	50.2
16	59.3	62.0	57.3	53.9	52.2	46.7	61.9	51.9	43.6	39.3	41.2	37.1	37.2	50.3	50.8
20	67.5	69.2	70.9	62.6	62.4	59.9	64.8	57.8	52.4	46.2	48.9	44.3	41.7	50.4	55.3
25	67.8	67.0	69.4	58.1	56.2	55.7	53.4	61.1	47.9	45.9	46.2	45.0	40.4	49.0	56.7
31.5	69.8	70.8	69.9	56.2	57.2	59.5	42.2	56.0	51.8	50.0	48.5	48.9	44.8	48.8	67.6
40	74.9	77.6	70.7	60.8	61.9	64.8	33.9	45.7	66.1	64.1	62.3	58.5	55.1	55.0	61.5
50	74.7	75.3	74.7	62.7	62.9	64.7	42.5	46.3	63.2	65.3	64.7	67.1	53.8	50.5	59.1
63	79.6	77.6	79.2	66.5	64.0	64.8	46.7	51.0	55.0	69.4	67.2	74.6	56.1	59.3	58.0
80	84.2	84.9	77.6	63.8	69.1	67.3	45.8	45.8	46.2	65.2	68.6	72.3	58.6	59.1	56.7
100	78.7	88.0	79.6	65.0	70.7	61.8	34.2	36.3	37.9	70.4	80.0	69.7	61.3	64.5	59.6
125	66.4	73.9	75.2	58.5	64.2	55.5	31.2	31.4	33.5	65.0	71.1	68.6	51.0	50.9	50.5
160	57.9	57.9	69.4	52.9	49.9	49.8	29.0	29.1	29.2	49.1	52.0	62.1	48.2	41.6	55.4
200	60.6	55.7	68.2	51.9	51.8	51.7	31.9	31.6	31.9	41.6	43.9	58.9	50.0	42.2	57.1
250	55.6	53.4	57.6	50.9	50.8	50.8	32.2	31.6	31.9	37.9	38.2	49.0	50.5	43.9	57.8
320	49.2	50.3	52.3	49.7	49.6	49.5	31.4	30.9	31.0	45.1	45.8	47.2	48.0	47.1	53.4
<b>Lw (dB)=</b>	<b>71</b>			<b>60</b>			<b>60</b>			<b>59</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

Tabella C56: Sezione di misura 2 (Tortona). Transitò 2\_SE124. Livelli spettrali di accelerazione (non ponderati) e livelli equivalenti.

	A1L	A1T	A1V	A2L	A2T	A2V	A3L	A3T	A3V	A4L	A4T	A4V	A5L	A5T	A5V
F (Hz)	dB														
1	31.5	33.6	44.6	32.9	30.5	33.0	25.1	26.5	24.2	21.0	33.5	19.0	23.9	59.5	47.3
1.25	31.3	33.6	36.3	32.6	29.8	32.1	21.0	26.2	24.6	21.4	33.7	21.2	27.7	58.5	46.4
1.6	30.7	32.9	38.2	31.3	28.0	30.5	21.1	25.9	22.8	20.3	31.8	19.6	26.5	57.6	45.3
2	28.7	31.7	37.3	30.5	25.5	30.1	20.0	24.2	20.7	19.9	33.7	19.6	24.9	56.6	44.3
2.5	28.4	33.1	44.7	30.6	26.8	30.7	20.2	25.0	23.0	21.6	32.9	28.5	27.6	55.7	43.3
3.2	29.7	32.0	41.4	31.3	25.4	31.7	20.8	24.8	22.2	20.2	31.2	24.4	29.5	54.7	42.4
4	30.4	31.6	38.4	31.4	27.8	32.0	25.1	25.1	25.0	23.6	29.7	27.5	33.3	53.8	41.2
5	37.6	33.1	40.2	33.4	34.4	34.0	32.2	30.1	30.8	29.8	32.9	36.9	48.7	53.1	42.6
6.3	42.0	45.4	44.4	40.0	37.9	40.4	41.1	39.7	38.7	36.2	36.8	40.3	51.2	56.0	45.9
8	50.5	56.1	49.6	45.6	42.6	44.3	49.3	49.2	44.1	42.8	43.7	47.1	59.3	58.6	49.3
10	61.8	69.4	56.7	59.9	52.6	53.4	58.9	62.1	49.4	51.7	49.0	51.9	57.1	56.2	56.3
12.5	60.8	62.7	51.0	53.8	50.8	45.7	60.1	54.6	42.4	41.7	43.9	42.3	47.9	51.2	48.6
16	64.0	68.5	62.9	61.7	58.9	52.0	68.9	60.9	52.3	48.0	51.5	47.0	43.4	49.1	59.2
20	69.8	70.2	68.6	65.6	63.6	63.1	75.0	65.6	59.1	47.7	55.2	52.4	42.4	49.3	58.3
25	71.9	73.2	71.5	66.1	61.2	65.5	58.9	68.3	55.9	53.1	54.0	55.8	47.1	48.8	65.5
31.5	73.6	76.3	75.9	63.3	63.6	65.6	45.9	60.7	59.5	57.6	59.5	55.4	49.7	51.7	67.8
40	79.6	77.2	78.6	71.4	72.8	69.7	42.0	57.5	72.4	71.4	69.4	67.4	60.1	60.2	69.0
50	82.0	80.4	87.3	74.9	73.6	72.1	48.9	55.6	72.5	71.8	74.2	75.3	60.9	58.8	66.8
63	88.0	89.1	88.1	74.6	75.5	74.7	56.3	60.7	65.3	75.9	78.2	83.3	64.5	68.4	67.5
80	89.2	91.5	83.5	67.8	77.4	75.8	55.0	56.2	56.1	74.8	81.4	83.3	66.6	66.4	64.1
100	80.8	90.0	79.5	64.0	72.8	66.2	38.8	42.3	42.6	72.6	82.7	73.1	63.9	67.0	62.0
125	60.7	67.4	69.8	57.9	63.1	57.2	32.0	32.3	34.1	65.0	70.3	65.5	52.6	52.3	51.5
160	56.2	55.8	65.8	56.4	52.7	52.1	31.5	32.9	30.5	49.0	52.9	65.2	50.0	41.1	57.6
200	54.7	52.9	59.9	52.6	52.4	52.0	32.6	32.1	32.3	40.2	42.6	56.8	50.3	41.9	57.9
250	51.6	52.2	52.7	51.1	51.1	51.3	32.5	32.0	32.0	38.2	38.4	49.5	51.0	45.3	59.0
320	49.1	50.0	51.1	49.3	49.8	49.6	31.8	31.0	31.4	43.1	44.7	45.9	48.9	47.5	53.5
<b>Lw (dB)=</b>	<b>78</b>			<b>67</b>			<b>68</b>			<b>68</b>			<b>68</b>		

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

**7 SPETTRI SORGENTE MISURATI IN PROSSIMITÀ DELLA LINEA FERROVIARIA**

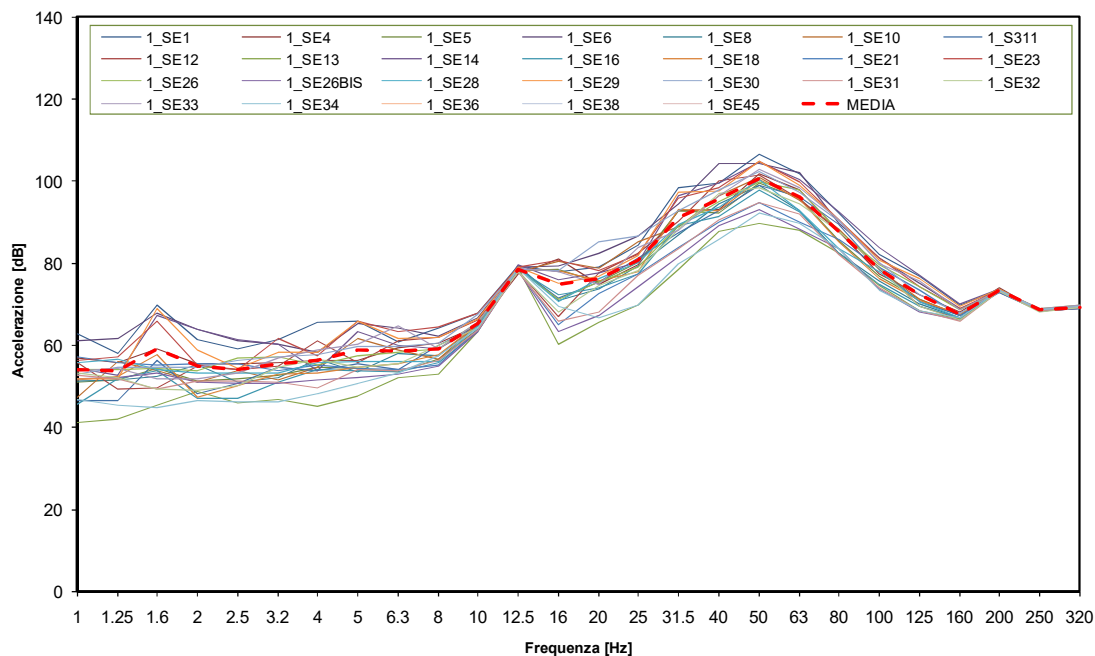


Figura C5: Sezione 1 (Pontecurone). Spettri (componente verticale) di tutte le registrazioni utili rilevate dal sensore A1. Con la linea tratteggiata in grassetto rossa viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati.

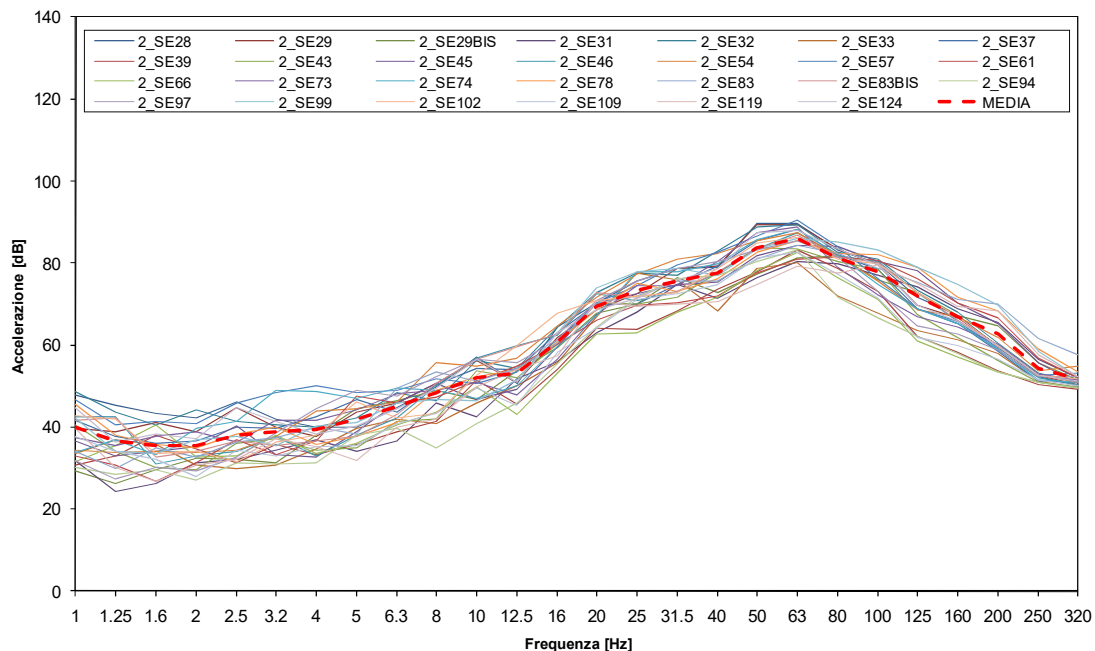


Figura C6: Sezione 2 (Tortona). Spettri (componente verticale) di tutte le registrazioni utili rilevate dal sensore A1. Con la linea tratteggiata in grassetto rossa viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati.

**8 MEDIE E SCARTO QUADRATICO DEI VALORI SPETTRALI MISURATI**

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

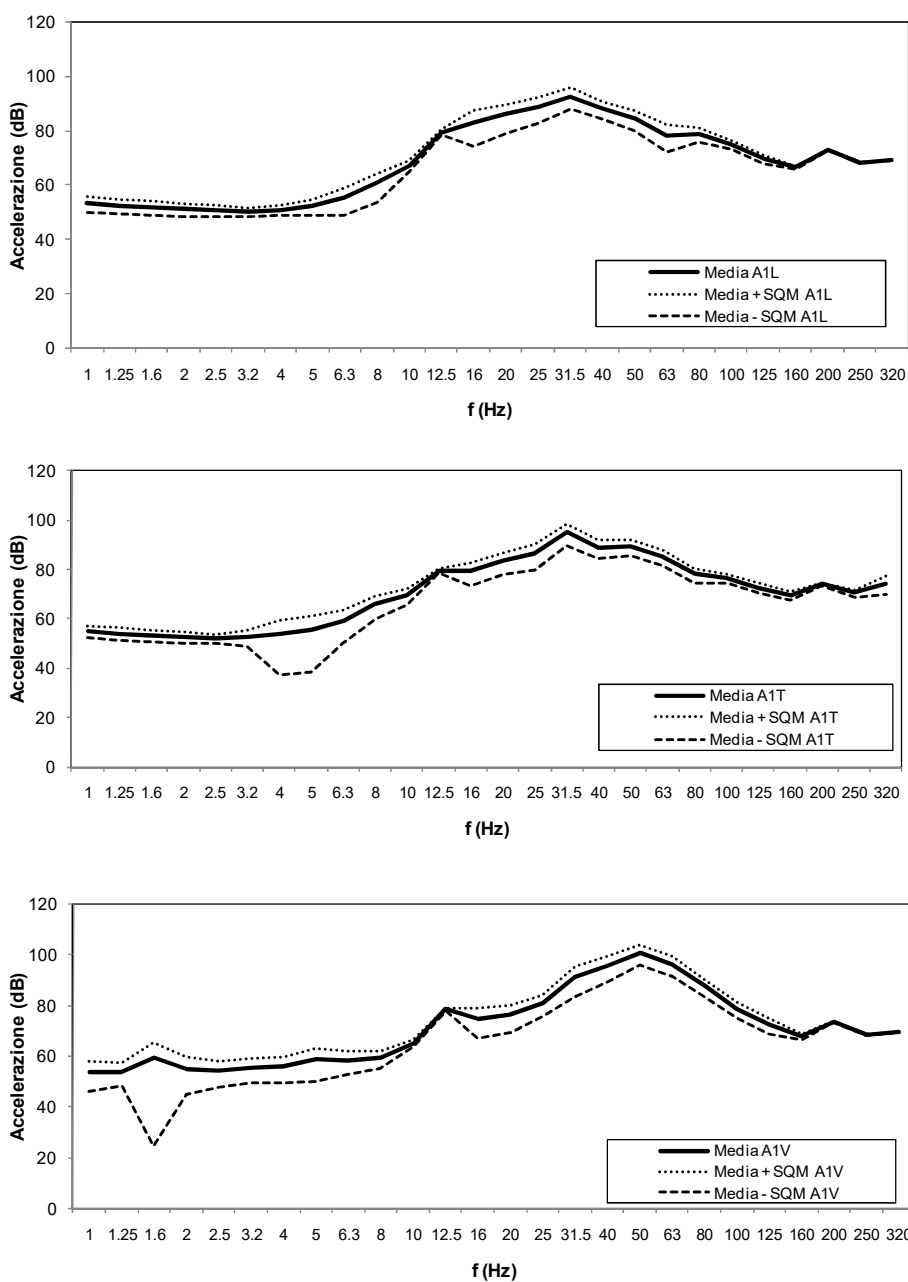


Figura C7: Sezione 1 (Pontecurone). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A1, in prossimità della linea ferroviaria lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

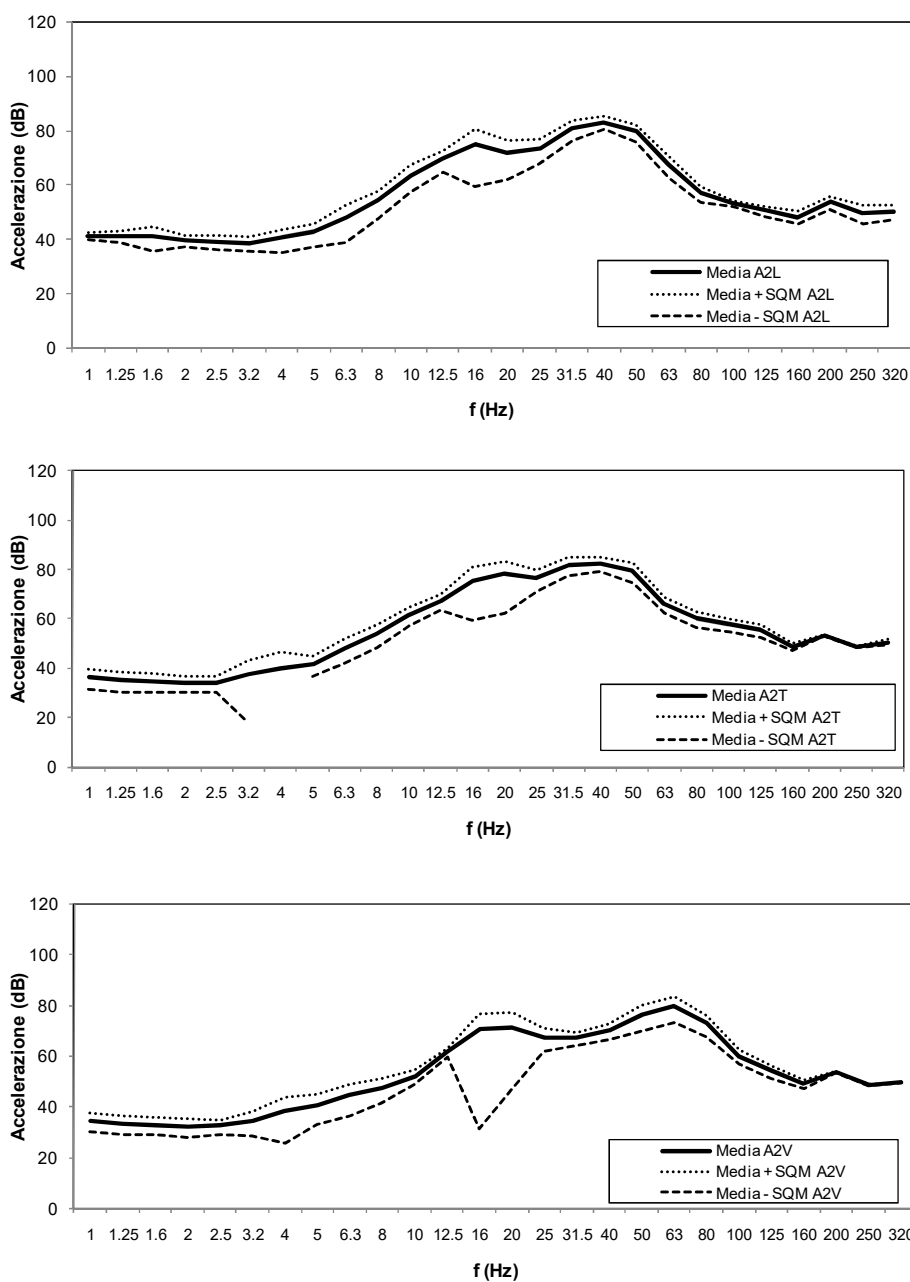


Figura C8: Sezione 1 (Pontecurone). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A2, a 15m da A1 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

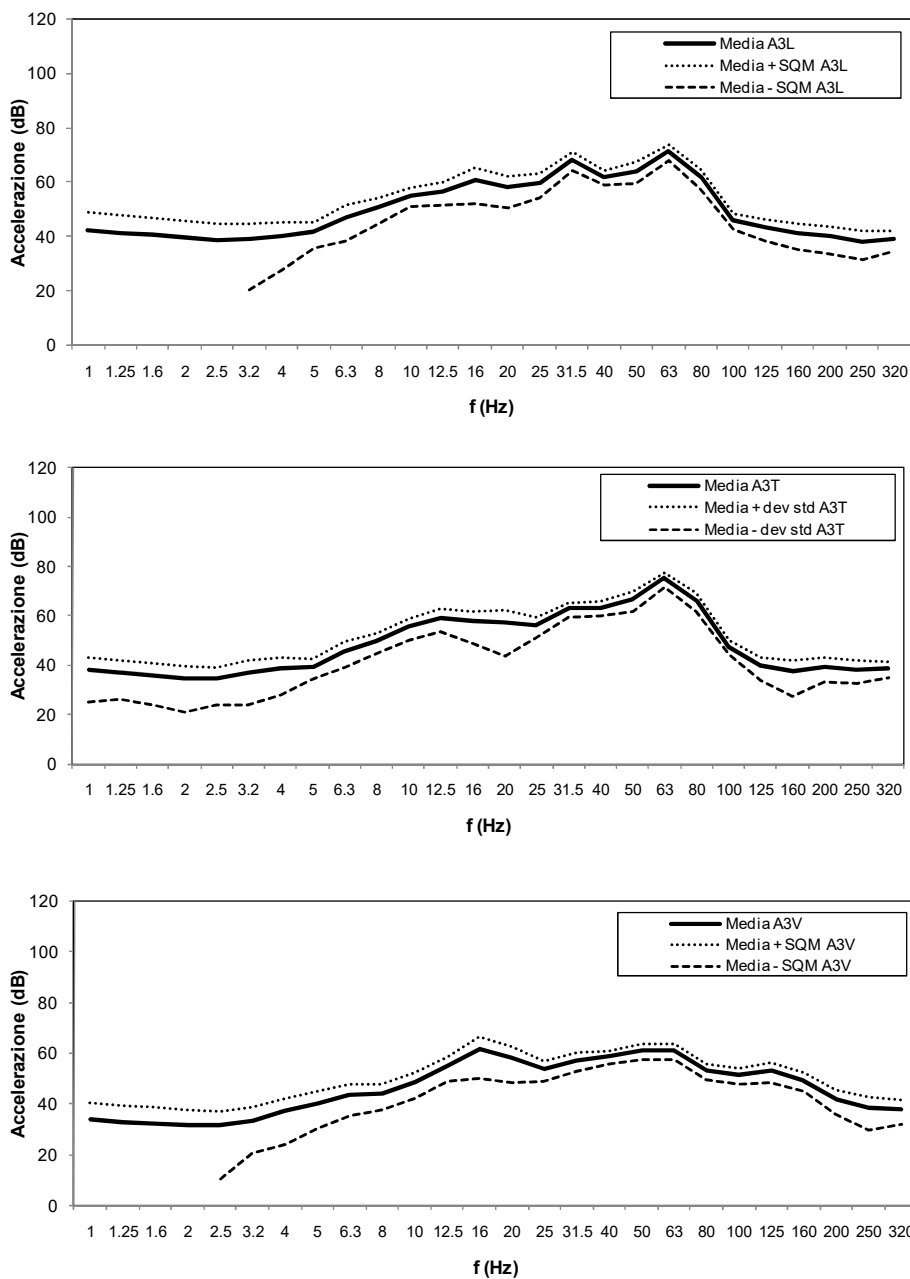


Figura C9: Sezione 1 (Pontecurone). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A3, a 25m da A2 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

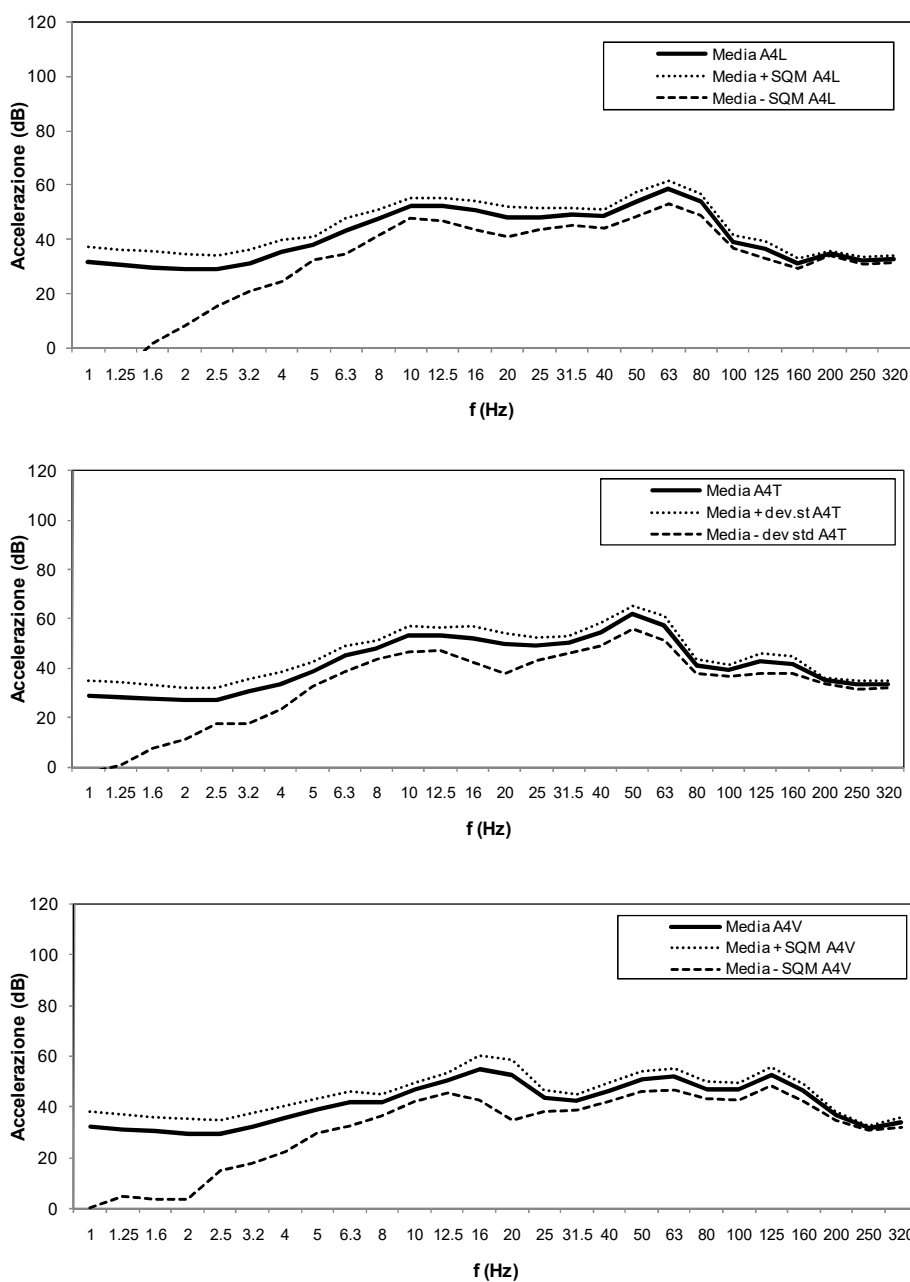


Figura C10: Sezione 1 (Pontecurone). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A4, a 30m da A3 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

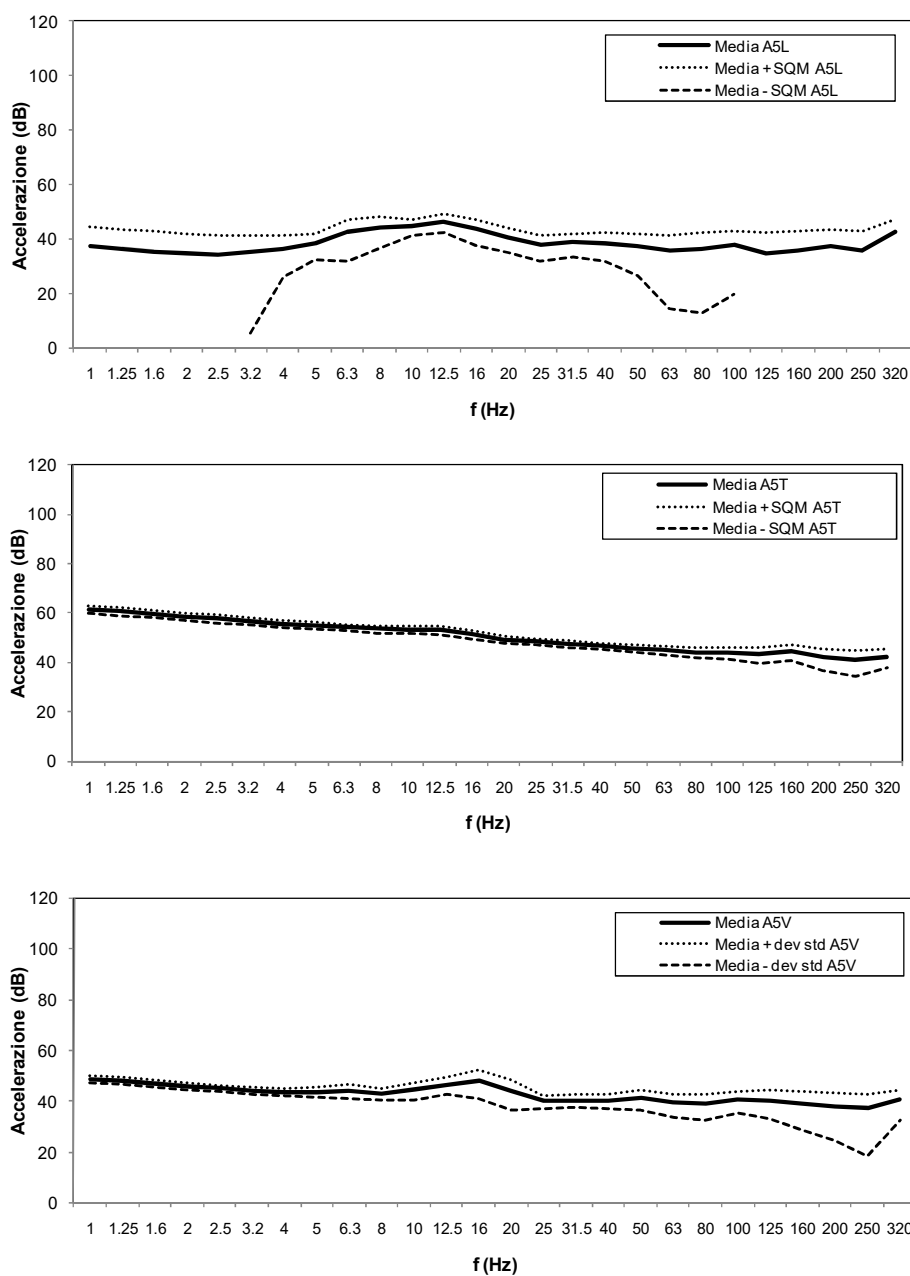


Figura C11: Sezione 1 (Pontecurone). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A5, a 40m da A4 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

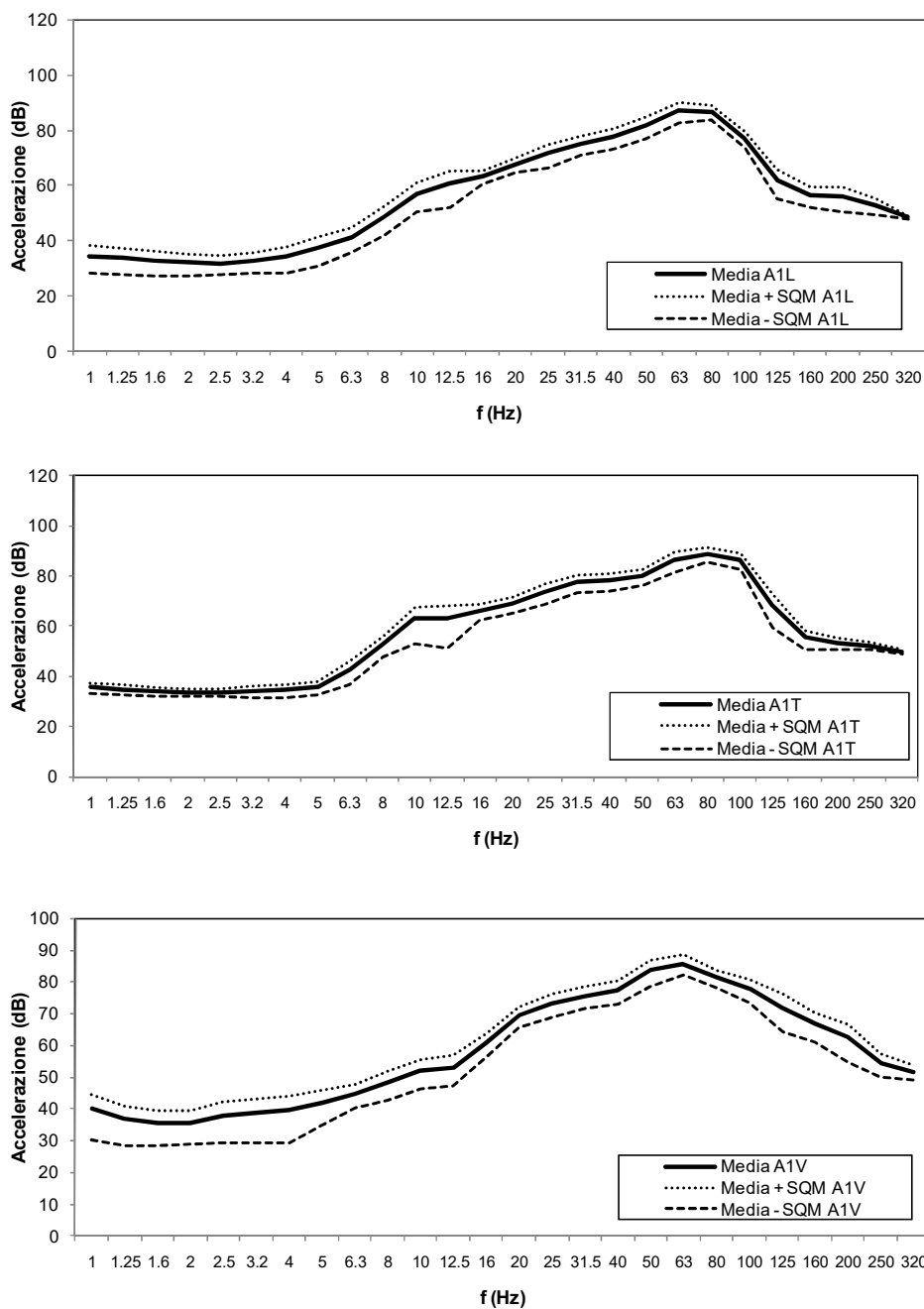


Figura C12: Sezione 2 (Tortona). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A1, in prossimità della linea ferroviaria lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

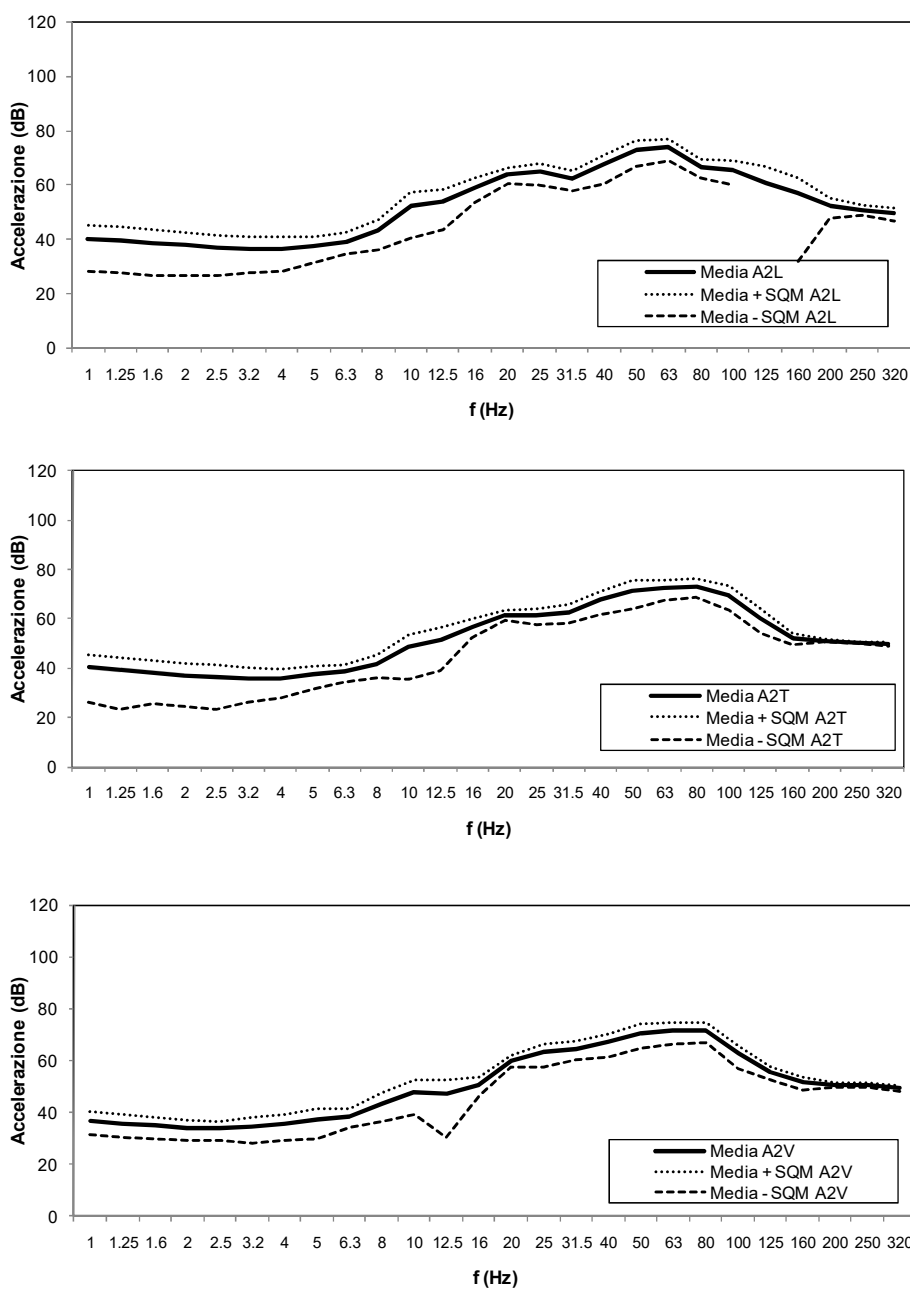


Figura C13: Sezione 2 (Tortona). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A2, a 15m daA1 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

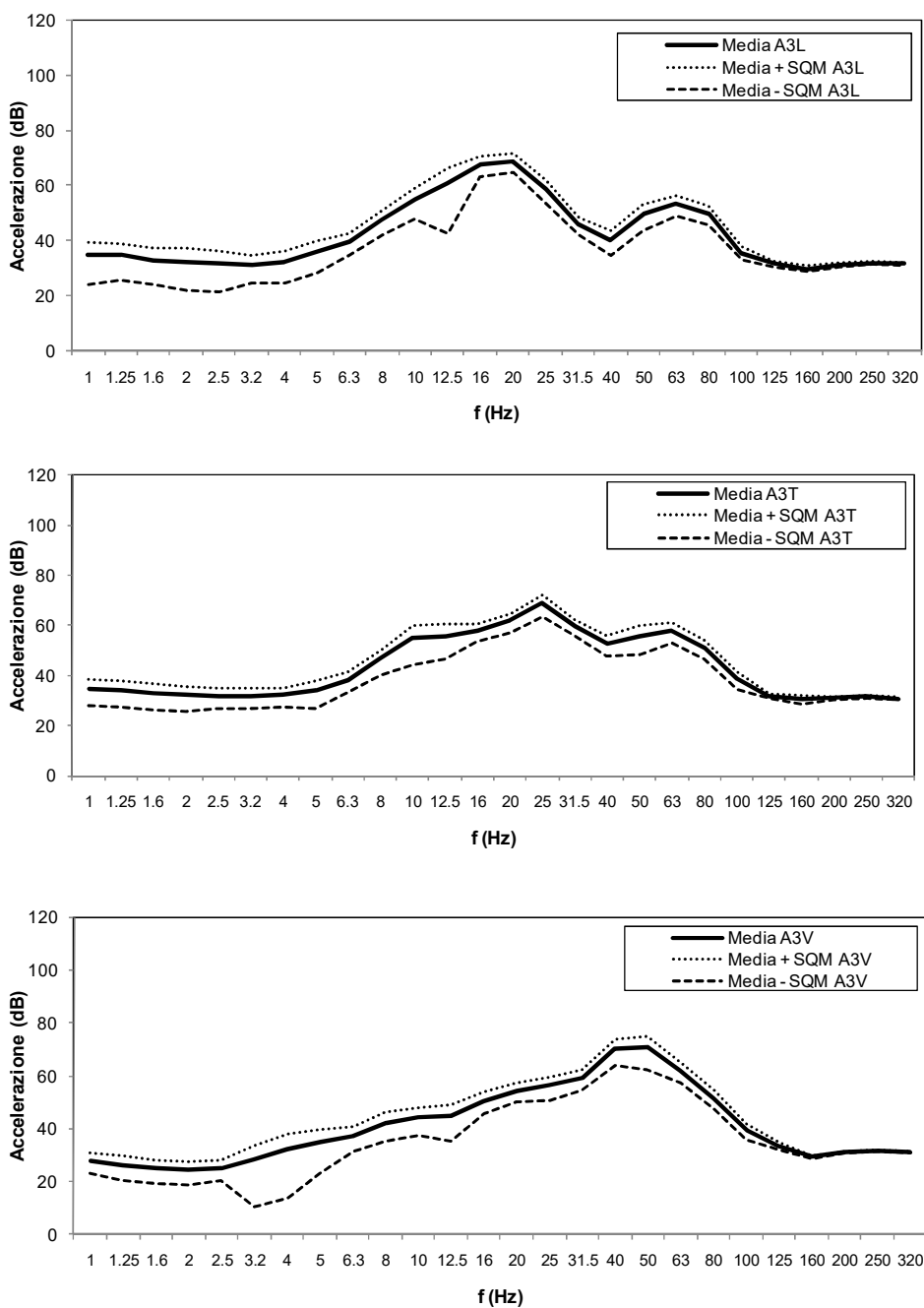


Figura C14: Sezione 2 (Tortona). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A3, a 25m daA2 lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

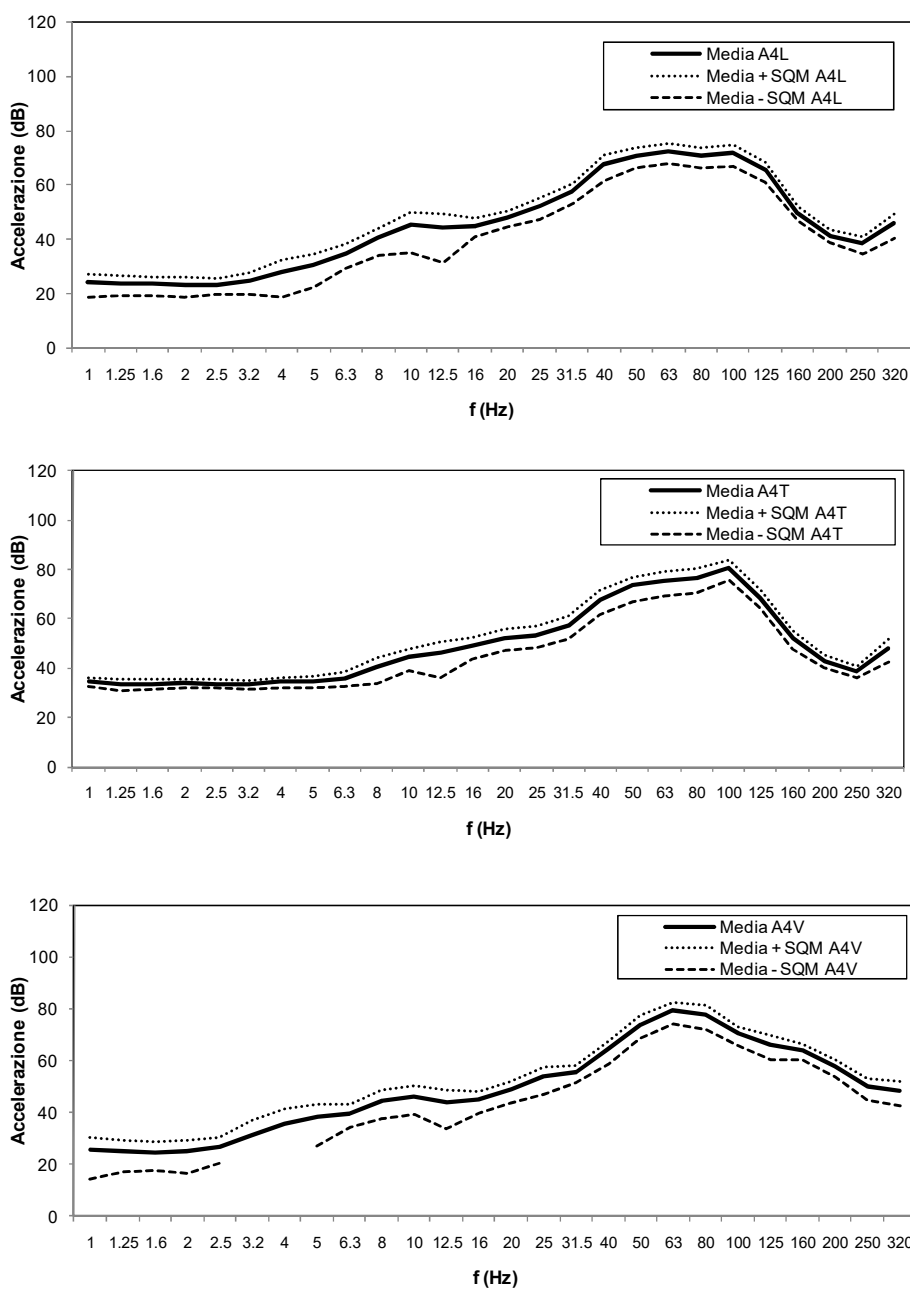


Figura C15: Sezione 2 (Tortona). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A4 ai piedi del fabbricato a 22.5 m dall'infrastruttura ferroviaria lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

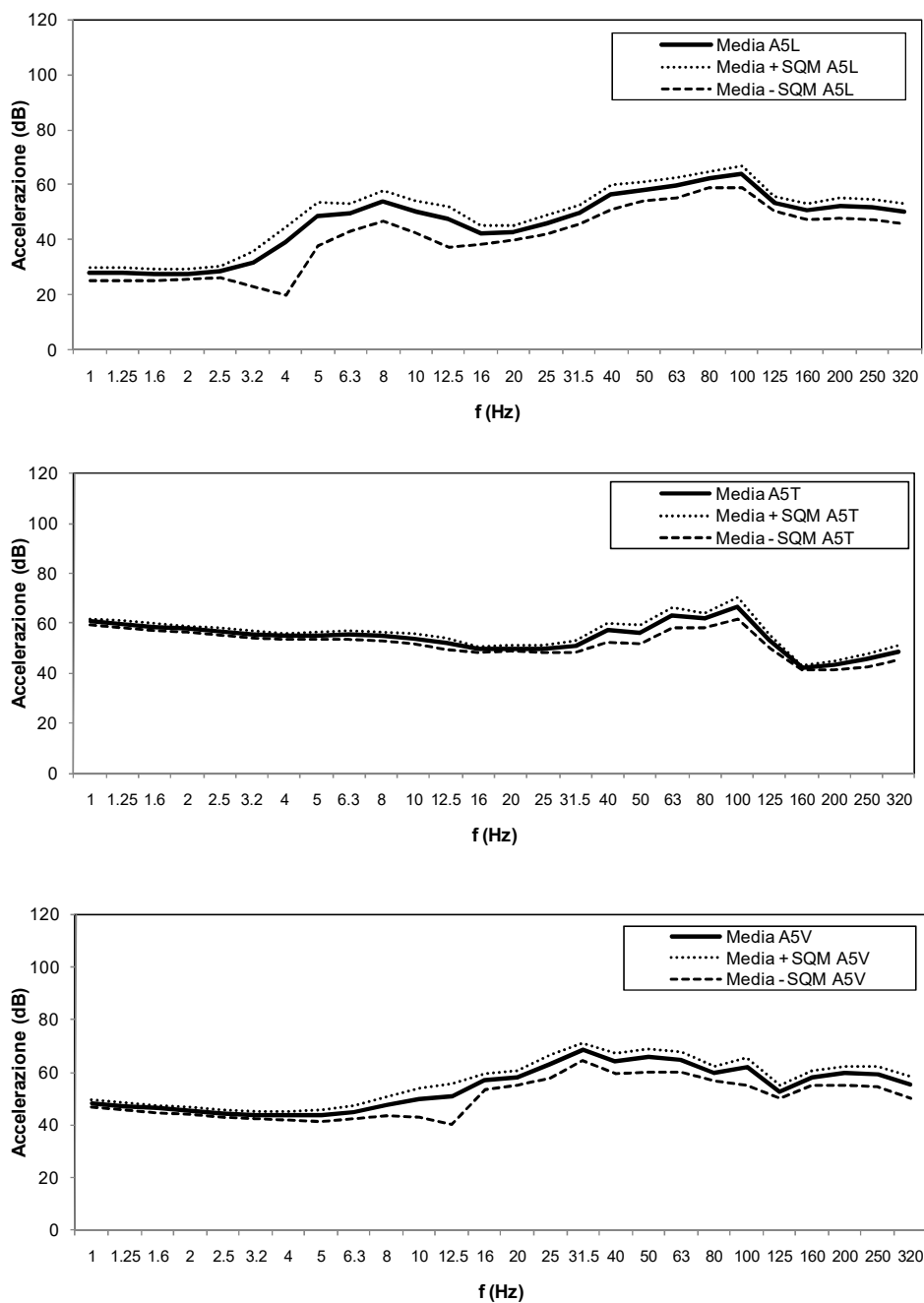


Figura C16: Sezione 2 (Tortona). Livelli di accelerazione misurati in corrispondenza del punto di misura A5 a centro solaio al piano secondo del fabbricato lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A

9 MEDIE E SCARTO QUADRATICO DELLE ATTENUAZIONI TRA I PUNTI DI MISURA

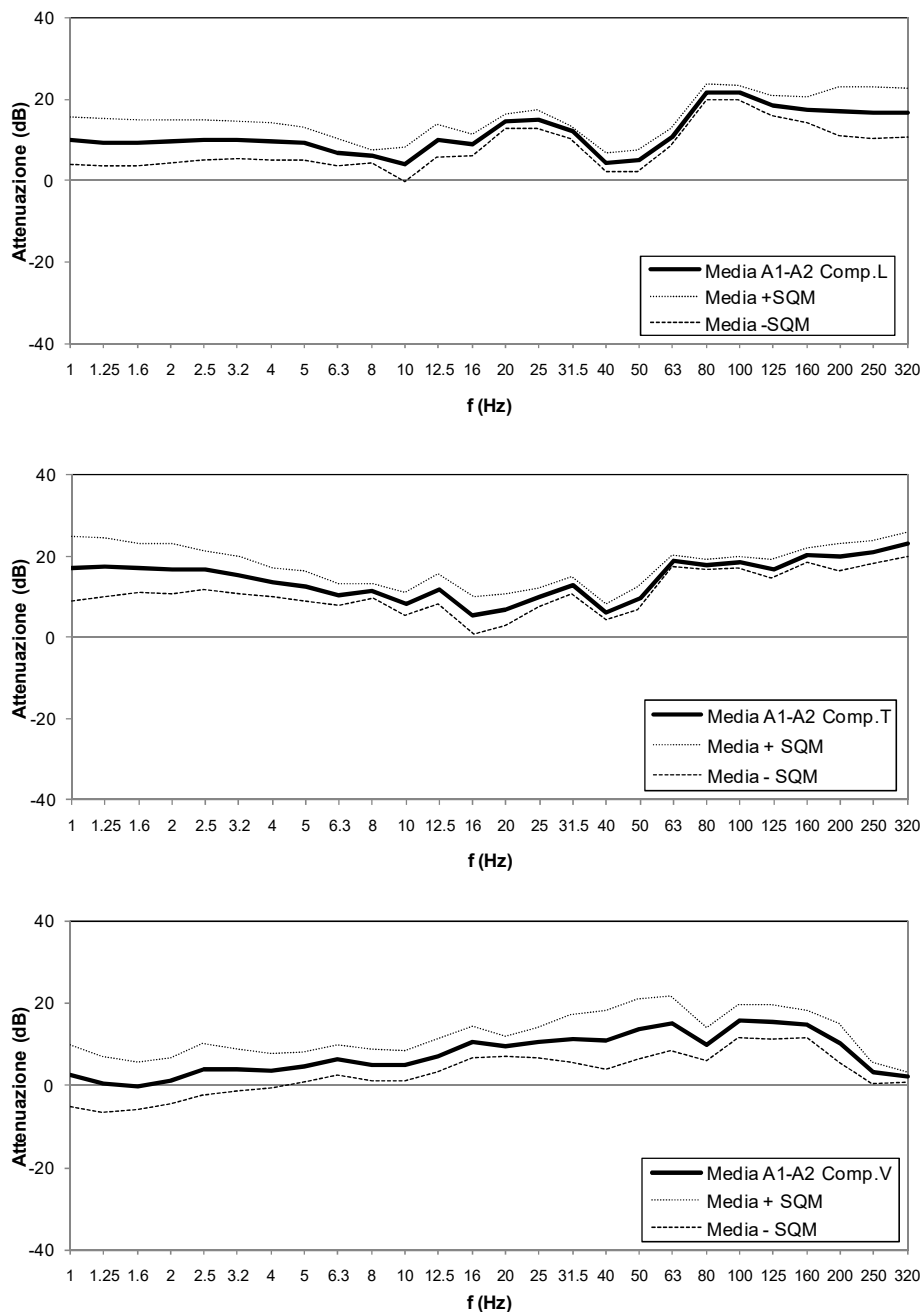


Figura C17: Sezione 1 (Pontecurone). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A2 a 15m di distanza lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.



**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

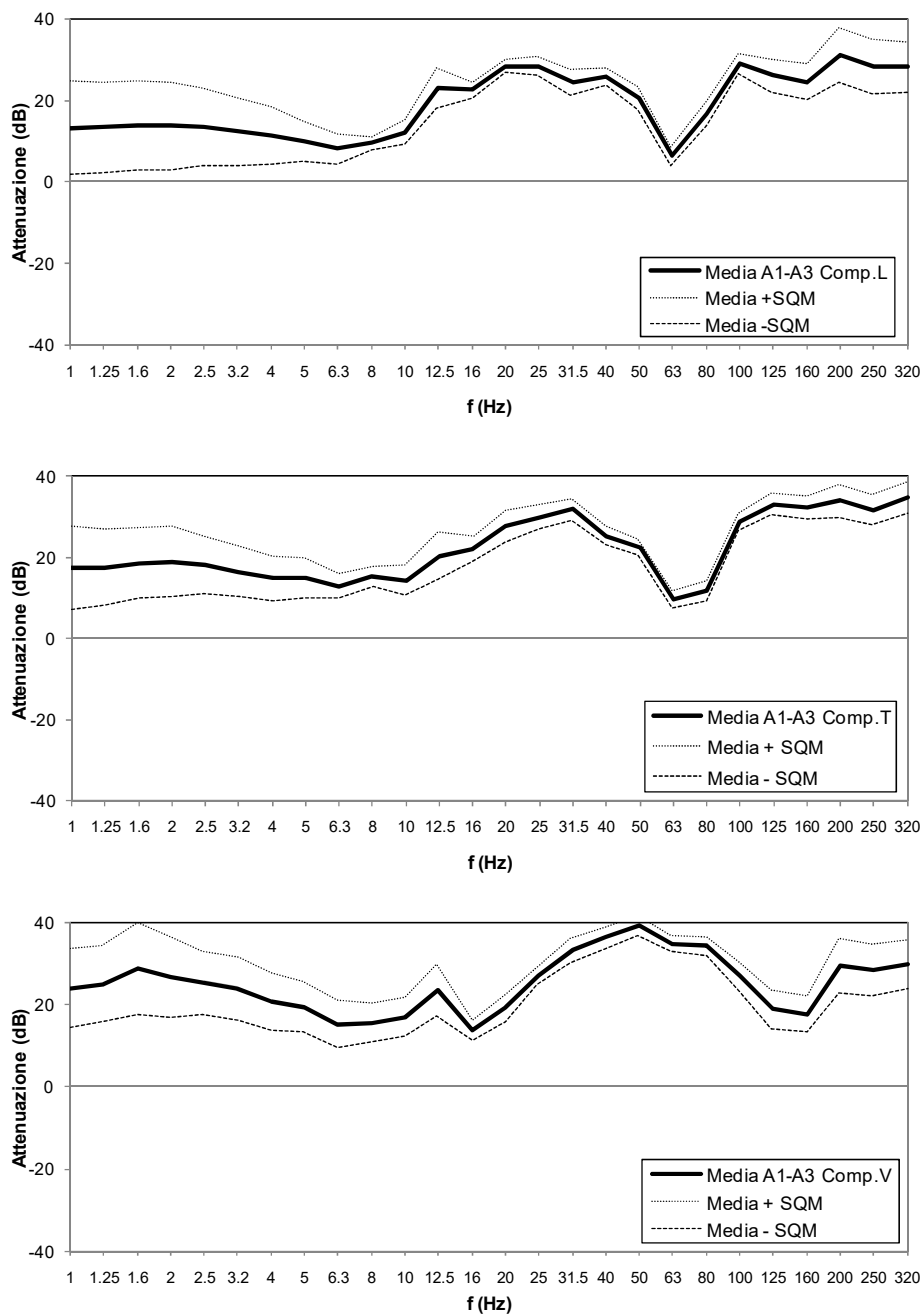


Figura C18: Sezione 1 (Pontecurone). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A3 a 40m di distanza lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

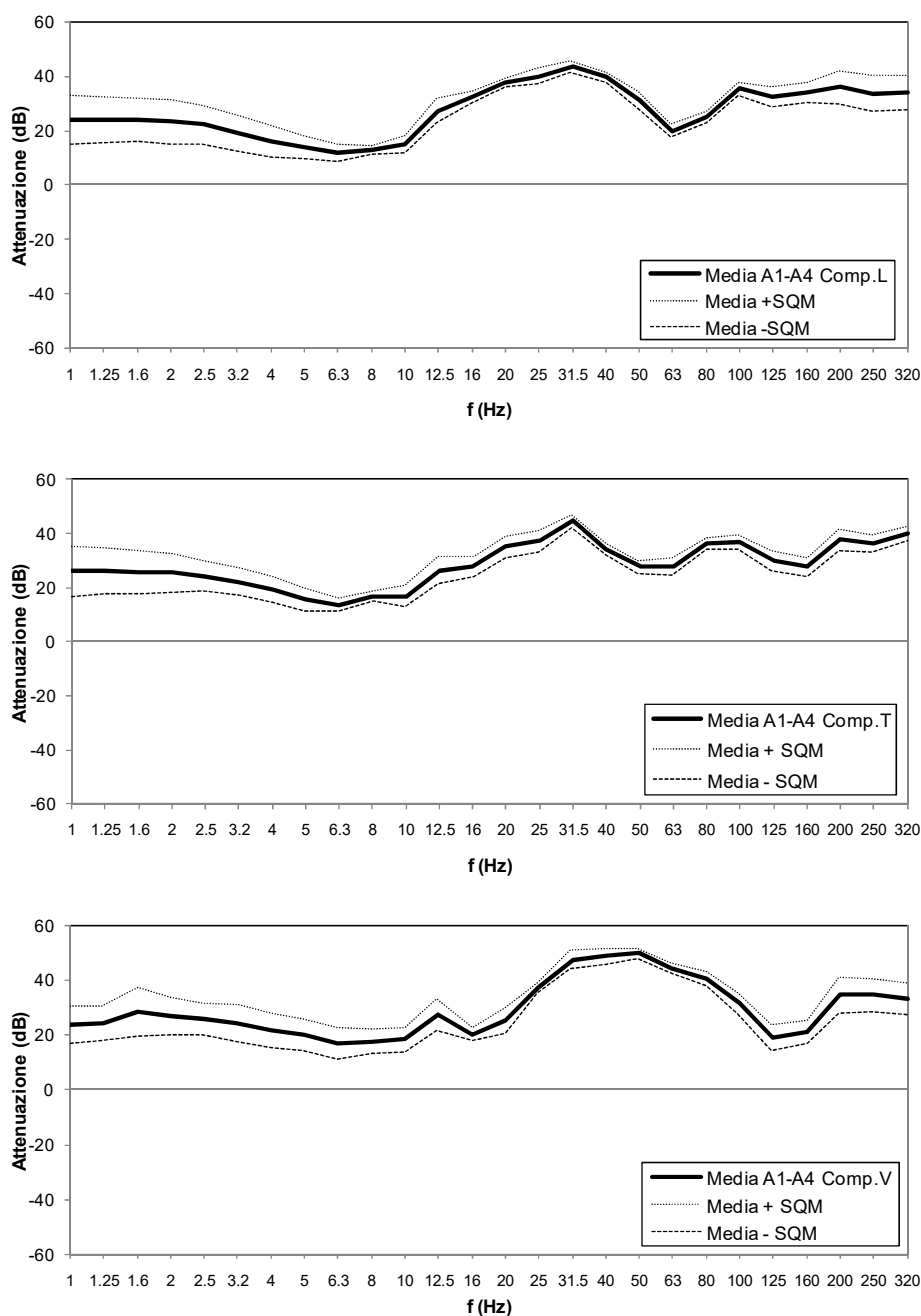


Figura C19: Sezione 1 (Pontecurone). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A4 a 70m di distanza lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

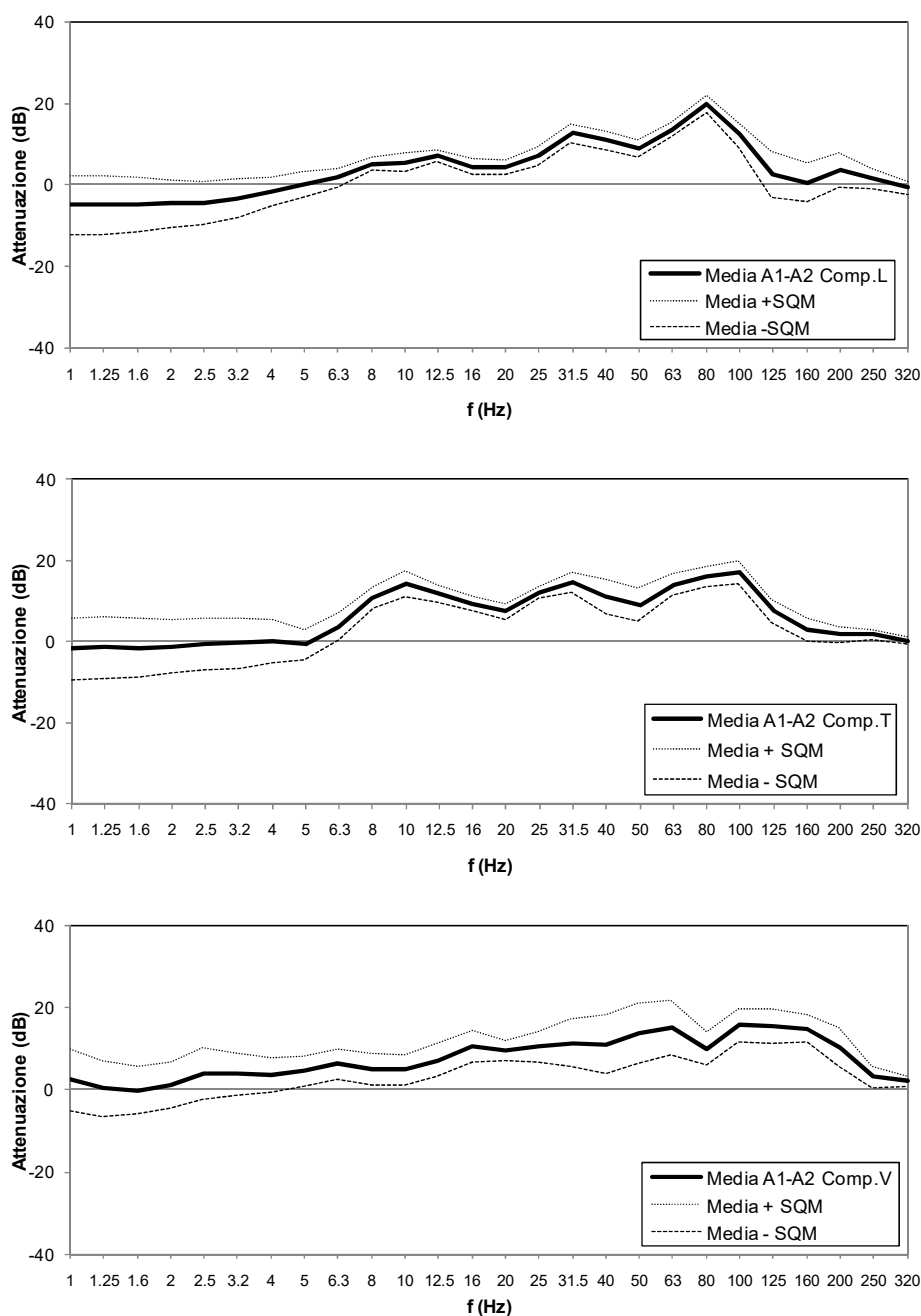


Figura C20: Sezione 2 (Tortona). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A2 a 15m di distanza lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

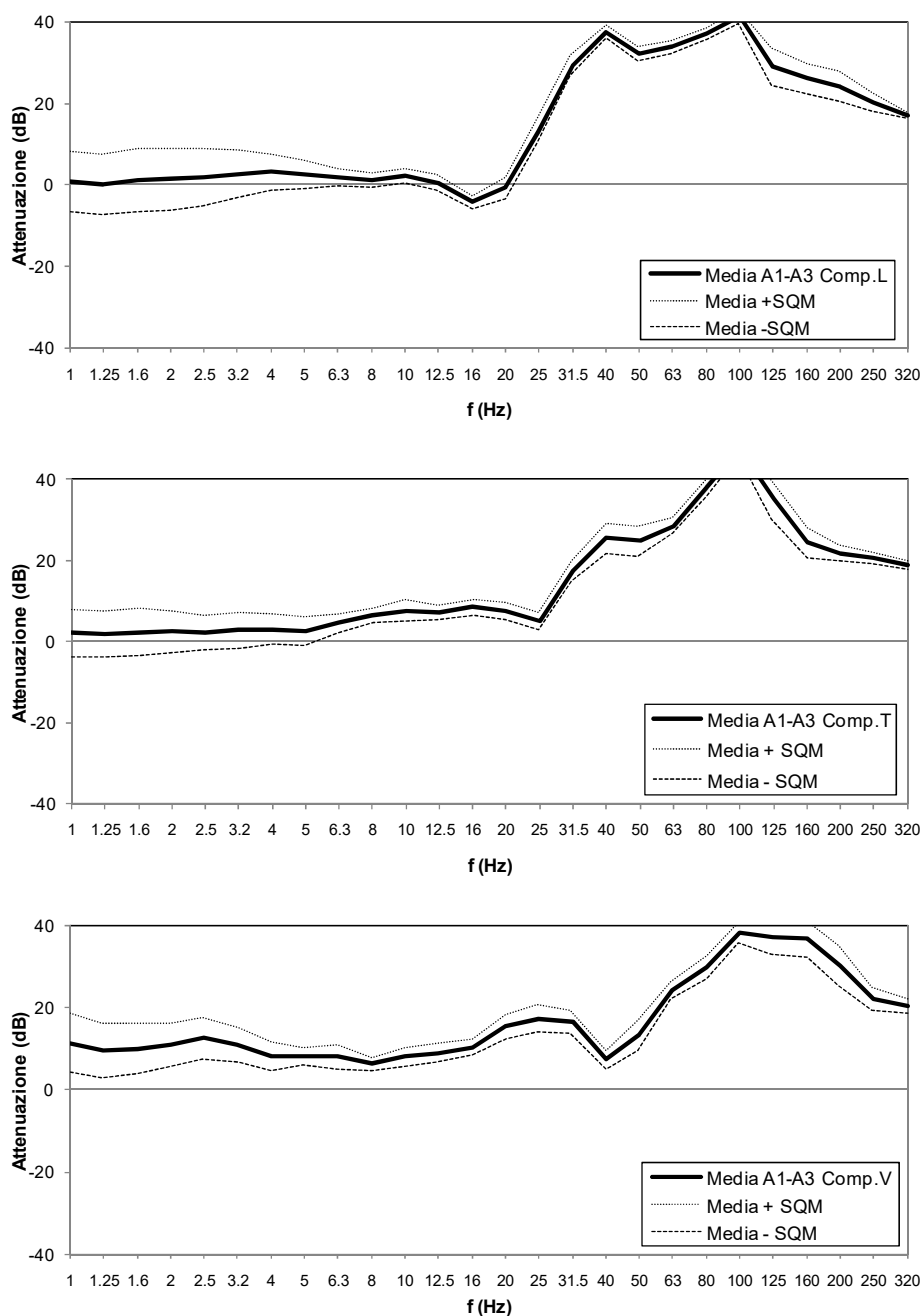


Figura C21: Sezione 2 (Tortona). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A3 a 40m di distanza lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

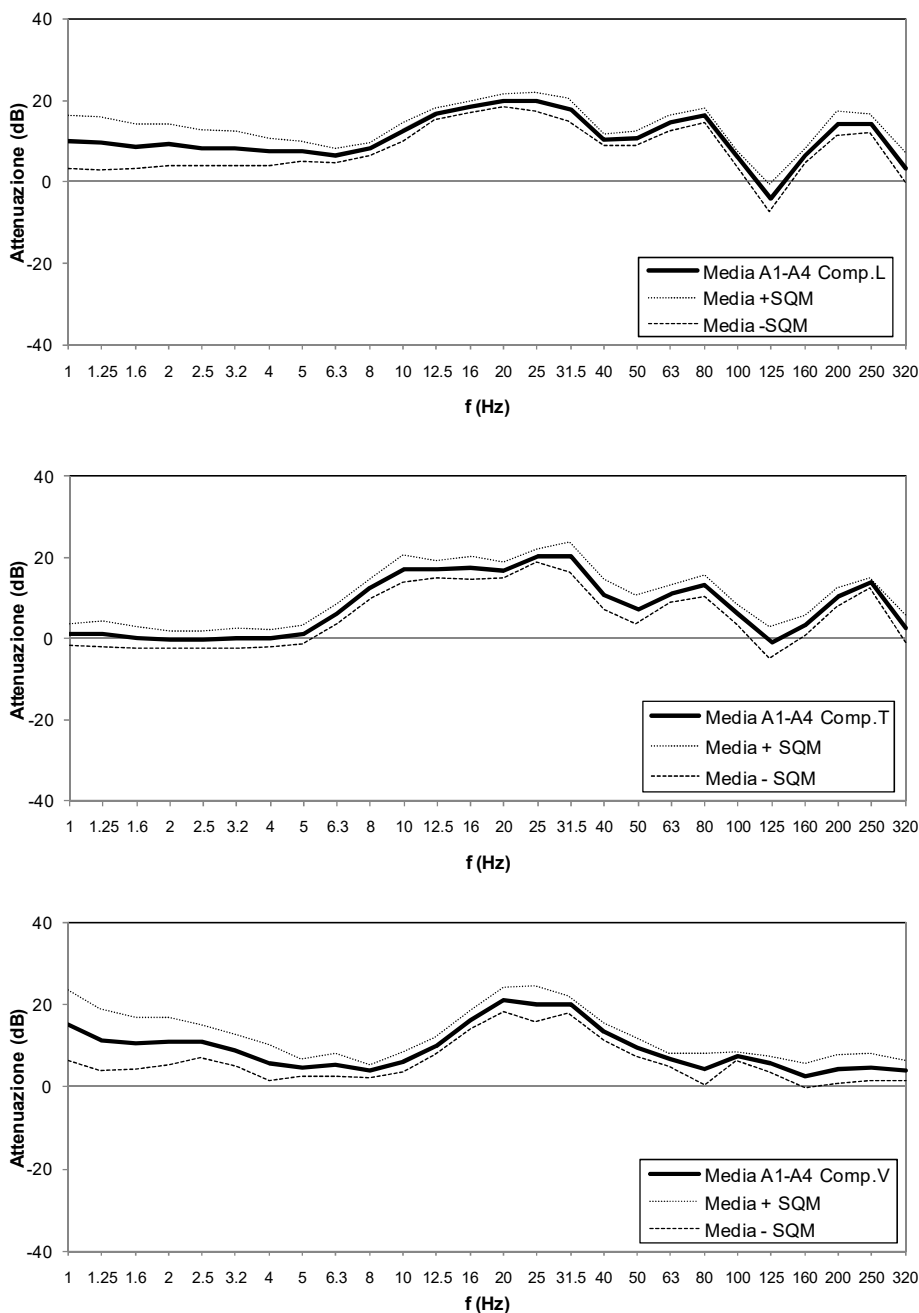


Figura C22: Sezione 2 (Tortona). Attenuazione misurata tra il punto di misura in prossimità della linea ferroviaria A1 e il punto A4 i piedi del fabbricato a 22m di distanza dalla linea ferroviaria lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.

**STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE – Allegato - A**

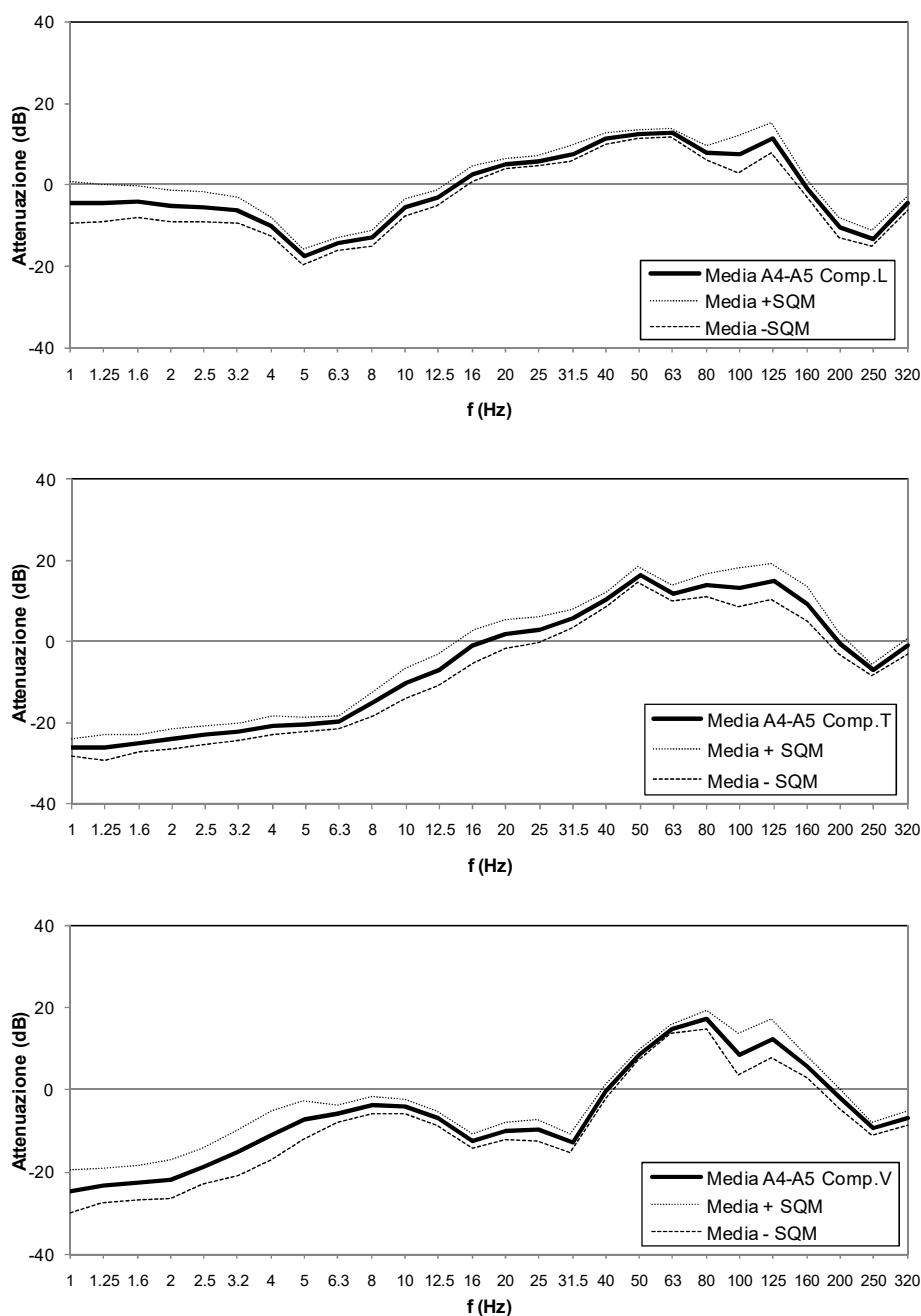


Figura C23 Sezione 2 (Tortona). Attenuazione misurata tra il punto di misura ai piedi dell'edificio A4 e il punto A5 al piano secondo centro solaio del fabbricato lungo le tre componenti longitudinale (sopra), trasversale (al centro) e verticale (in basso). Con la linea continua in grassetto viene rappresentata la media dei segnali utili rilevati; con linee tratteggiate la media più o meno uno scarto.