



# COMUNE DI TREVIOLO (PROVINCIA DI BERGAMO)

## PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE

### LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”

<i>Adottato dal Consiglio Comunale con delibera</i>	<i>n.</i>	<i>del</i>
<i>Pubblicato all’Albo Pretorio</i>	<i>dal</i>	<i>al</i>
<i>Pubblicato sul Boll. Uff. Reg. Lombardia</i>	<i>n.</i>	<i>del</i>
<i>Controdedotto alle osservazioni ed approvato dal Consiglio Comunale con delibera</i>	<i>n.</i>	<i>del</i>
<i>Pubblicato sul Boll. Uff. Reg. Lombardia</i>	<i>n.</i>	<i>del</i>
<i>Pubblicato all’Albo Pretorio</i>	<i>dal</i>	<i>al</i>

## 1 Relazione Tecnica

Revisione: Febbraio 2019



Via Cavour n. 2a - 24048 TREVIOLO  
Tel. 035/693589 - Fax. 035/4372605  
e-mail [info.ecoservice@ecoservicegroup.it](mailto:info.ecoservice@ecoservicegroup.it)  
Cod. Fisc. e P.I. 02232410163



UNI EN ISO 9001:2015  
N. 9175.ECSV

#### Gruppo di lavoro:

**Casari P.I. Massimo**

Tecnico competente in Acustica (L.447/95)  
Albo nazionale n. 1586

**Mariani Dott. Francesca**

Tecnico competente in Acustica (L.447/95)  
Albo nazionale n. 1910

**Bolognini Ing. Laura**

Tecnico competente in Acustica (L.447/95)  
Albo nazionale n. 1509

**INDICE**

I. Premesse .....	4
I.1. Introduzione .....	4
I.2. Riferimenti legislativi .....	5
I.2.1. Il D.P.C.M. 01.03.1991 .....	5
I.2.2. La Legge 447/95 .....	6
I.2.3. Il D.P.C.M. 14.11.1997 .....	6
I.2.4. Il D.P.R. 18.11.1998 n. 459 .....	6
I.2.5. Il D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142 .....	7
I.2.6. La Legge Regionale 10 agosto 2001 n. 13 .....	7
I.2.7. Le Linee Guida regionali .....	7
I.3. Grandezze acustiche e terminologia .....	8
I.4. Dati di partenza .....	8
I.5. Elaborati del piano di classificazione acustica .....	9
I.6. Procedura di approvazione del piano .....	9
II. Classificazione acustica del territorio comunale .....	11
II.1. Criteri adottati .....	11
II.1.1. Criteri generali .....	11
II.1.2. Criteri specifici .....	14
II.2. Coordinamento con i comuni limitrofi .....	17
II.2.1. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bergamo .....	17
II.2.2. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Lallio .....	17
II.2.3. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Dalmine .....	17
II.2.4. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bonate Sotto .....	17
II.2.5. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bonate Sopra .....	17
II.2.6. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Curno .....	18
II.3. Classificazione delle strade .....	19
II.3.1. Classificazione delle strade secondo la normativa di riferimento per l'inquinamento acustico .....	19
II.3.2. Classificazione della rete stradale nel territorio comunale .....	20
II.4. Definizione delle classi e limiti acustici .....	22
II.4.1. Classi di destinazione d'uso del territorio .....	22
II.4.2. Valori limite .....	22
II.4.3. Valori limite per le infrastrutture stradali .....	24
II.4.4. Valori limite per le infrastrutture ferroviarie .....	27
II.5. Elenco delle zone acustiche omogenee .....	28
II.5.1. Casse I - Aree particolarmente protette .....	28
II.5.2. Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale .....	29
II.5.3. Classe III - Aree di tipo misto .....	29
II.5.4. Classe IV - Aree di intensa attività umana .....	31
II.5.5. Classe V - Aree prevalentemente industriali .....	32
II.5.6. Classe VI - Aree esclusivamente industriali .....	33
II.5.7. Aree per attività rumorose temporanee .....	33
II.5.8. Fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie .....	33
III. Ambiti di variante .....	34
IV. Appendice A - Considerazioni generali in tema di risanamento acustico .....	37
IV.1. Il piano di risanamento acustico .....	37
IV.2. Elementi di intervento per il risanamento acustico delle aree urbane .....	37
IV.2.1. Generalità .....	37
IV.2.2. Interventi di riduzione dell'inquinamento acustico .....	38

IV.2.3. Riduzione della potenza sonora emessa dalle sorgenti fisse e mobili; .....	38
IV.2.4. Modifiche alla viabilità .....	39
IV.2.5. Pianificazione urbana .....	40
IV.2.6. Protezione acustica degli edifici .....	40
IV.2.7. I controlli sulle emissioni di rumore .....	41
V. Appendice B – Nozioni generali di acustica .....	43
V.1. Concetti generali di acustica .....	43
V.1.1. Introduzione .....	43
V.1.2. Frequenza e velocità di propagazione .....	43
V.1.3. Suono, intensità, potenza e pressione sonora .....	44
V.1.4. La misura del suono – il decibel .....	45
V.1.5. Sensazione sonora .....	45
V.1.6. Livello sonoro ponderato – Il decibel “A” .....	46
V.1.7. Valutazione della sensazione sonora .....	46
V.2. Effetti del rumore sull'uomo .....	47
V.2.1. Effetti di tipo specifico .....	47
V.2.2. Effetti di tipo psichico e di tipo endocrino .....	48
V.2.3. Effetti di tipo psicosomatico .....	48
V.2.4. Effetti di tipo psicosociale .....	49

## **I. Premesse**

L'Amministrazione Comunale di Treviolo, in ottemperanza alle disposizioni della Legge 447/95 e della Legge Regionale 13/2001, ha affidato alla società Ecoservice S.r.l. l'incarico di elaborare un Piano di Classificazione Acustica (PCA) del territorio comunale, e di predisporre la documentazione tecnica necessaria per la sua approvazione. La presente relazione illustra la proposta di classificazione elaborata, descrivendo i criteri di riferimento, le indagini strumentali, le verifiche tecniche e le scelte che hanno costituito le fasi di redazione del piano.

Il presente piano acustico costituisce un aggiornamento della zonizzazione vigente, approvata dal Comune di Treviolo con delibera di Consiglio Comunale n. 42 del 30/09/2009. L'aggiornamento si è reso necessario in seguito all'elaborazione della variante di PGT (delibera di avvio del procedimento n. 126/2017).

### **I.1. Introduzione**

L'inquinamento acustico è un problema abbastanza recente, che interessa in modo particolare i paesi più sviluppati, dovuto principalmente all'espansione industriale e al rapido aumento della mobilità delle persone, che hanno portato di conseguenza un forte aumento del traffico di veicoli a motore. Esso tende ormai ad interessare porzioni del territorio sempre più estese e percentuali di popolazione sempre maggiori, e si manifesta sia in spazi aperti – tipicamente in ambito urbano - che in spazi chiusi, come all'interno dei luoghi di lavoro. Gli effetti lesivi, disturbanti o semplicemente fastidiosi dell'esposizione al rumore, costituiscono un elemento di grave peggioramento delle condizioni di vita delle persone.

Ciononostante fino a pochi anni fa l'Italia era priva di una specifica disciplina normativa diretta a combattere il fenomeno dell'inquinamento acustico. Disposizioni riguardanti il divieto di emissioni sonore erano state introdotte solo sporadicamente in varie normative, peraltro ormai inadeguate alla realtà socio-economica moderna, in modo frammentario e privo di ogni sistematicità.

Solo nel 1991 viene delineato quello che si può ritenere un primo abbozzo di strategia per la regolamentazione ed il contenimento delle emissioni sonore, da applicare a livello nazionale. In seguito, la legge quadro sull'inquinamento acustico del 1995 affronterà finalmente il problema della difesa dell'ambiente dal rumore stabilendo i principi generali per le competenze e le responsabilità in materia, e ponendo le basi per tutta una serie di interventi legislativi attuativi di natura tecnica, alcuni dei quali già operativi ed altri tuttora in fase di predisposizione.

In questo nuovo approccio al problema dell'inquinamento acustico i comuni sono chiamati ad operare, al fine di perseguire il suo contenimento, una classificazione in zone acustiche omogenee del proprio territorio (comunemente denominata "zonizzazione acustica"), caratterizzate da differenti limiti massimi dei livelli equivalenti di pressione sonora ammessi.

## **I.2. Riferimenti legislativi**

I riferimenti fondamentali nella legislazione nazionale relativamente alla classificazione acustica sono:

- il D.P.C.M. 01.03.1991 *"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"*;
- la legge 447 del 26.10.95 *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"*;
- il D.P.C.M. 14.11.97 *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*;
- il D.P.R. 18.11.98, n. 459 *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*;
- Il D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare"*.

Per quanto riguarda invece la legislazione regionale, i riferimenti sono:

- la Legge Regionale 10.8.2001 n. 13 *"Norme in materia di inquinamento acustico"*;
- la D.G.R. del 12.07.2002 n. 7/9776 *"Legge quadro sull'inquinamento acustico e L.R. 10 agosto 2001, n. 13 «Norme in materia di inquinamento acustico». Approvazione del documento «Criteri tecnici di dettaglio per la classificazione acustica del territorio comunale»"*;
- la D.G.R. VIII/011349 del 10.02.2010 *"Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale – integrazione della D.G.R. 12/07/2002 n. VII/9776"*.

### **I.2.1. II D.P.C.M. 01.03.1991**

Il D.P.C.M. 01.03.1991 è stato il primo atto legislativo nazionale emanato allo scopo di regolamentare e ridurre questo fattore di inquinamento. Il decreto si pone nell'ottica di stabilire misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione umana al rumore, in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia. In tale logica definisce limiti di accettabilità provvisori immediatamente esecutivi e limiti definitivi la cui entrata in vigore è subordinata alla classificazione del territorio in zone acustiche. Il D.P.C.M. prevede sei classi di aree definite con riferimento al contesto ed alla tipologia di urbanizzazione esistente, svincolando parzialmente la pianificazione dalle tipologie previste dai Piani Regolatori Generali. La competenza per la suddivisione del territorio in zone acustiche è assegnata al Comune che la definisce sulla base di una adeguata istruttoria. La classificazione acustica del territorio comunale si presenta come un vero e proprio strumento di pianificazione sulla cui base definire o revisionare i

possibili utilizzi del territorio fino a prevedere interventi di risanamento laddove i limiti non fossero rispettati. Appare perciò scontato che in fase di elaborazione o revisione degli strumenti urbanistici generali si attui una contemporanea classificazione acustica in modo da armonizzare gli obiettivi dei due strumenti.

### **I.2.2. La Legge 447/95**

La Legge 447/95 si pone come strumento di inquadramento generale delle problematiche relative all'inquinamento acustico. Obiettivo della legge è stabilire dei principi generali in materia, definire un quadro di competenze e di responsabilità e in quest'ambito individuare i soggetti cui demandare l'emanazione degli strumenti attuativi. Nella legge non si trovano pertanto limiti, definizioni o disposizioni di carattere tecnico. Viene invece riproposta la necessità di provvedere (sempre a cura dei Comuni), alla classificazione del territorio in zone acustiche, e viene per la prima volta chiaramente individuato il carattere fondamentale dei piani di risanamento, cui viene dedicato un intero articolo della legge.

### **I.2.3. Il D.P.C.M. 14.11.1997**

Il D.P.C.M. 14.11.97 è uno dei decreti attuativi della legge quadro, e si sostituisce in buona parte al precedente D.P.C.M. 1.3.91, rafforzandone alcuni contenuti e definendo per la prima volta i valori dei limiti definiti dalla legge quadro. Viene confermata la precedente definizione delle sei classi in cui suddividere il territorio, ma se in regime di D.P.C.M. 1.3.91 ad ogni classe era associata una sola coppia di "limiti di esposizione" (rispettivamente relativi al periodo diurno e a quello notturno), con il D.P.C.M. 14.11.97 ad ogni zona corrispondono quattro coppie di valori. Due di queste coppie afferiscono alla disciplina delle sorgenti sonore ("valori limite di emissione" e "valori limite assoluti di immissione") e due sono significative invece ai fini della pianificazione delle azioni di risanamento ("valori di attenzione" e "valori di qualità")

### **I.2.4. Il D.P.R. 18.11.1998 n. 459**

Un secondo provvedimento attuativo della legge quadro è il D.P.R. 18.11.98 n. 459, che stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari. Il decreto esclude anzitutto tali infrastrutture dall'applicazione delle disposizioni del D.P.C.M. 14.11.97 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità. Per tutte le infrastrutture ferroviarie viene definita una fascia di pertinenza di 250 metri per ciascun lato; per le infrastrutture con velocità di progetto inferiore a 200 Km/h tale fascia è ulteriormente suddivisa in due parti denominate fascia A (i primi 100 metri) e B (dai 100 ai 250 metri). All'interno delle fasce di pertinenza vengono fissati dei valori limite di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97), che mantengono invece la loro validità all'esterno delle fasce.

#### **I.2.5. Il D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142**

Il decreto stabilisce le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare delle infrastrutture stradali, in attuazione di quanto previsto dall'art.11 della L.447/95. Il criterio generale adottato è del tutto analogo a quanto fatto per le infrastrutture ferroviarie. Anche per le strade non si applicano i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità fissati dal D.P.C.M. 14.11.97, mentre all'interno delle fasce di pertinenza vengono stabiliti dei valori limite di immissione (si noti, per il solo del rumore prodotto dall'infrastruttura) che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (sempre stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97), che mantengono invece la loro validità all'esterno delle fasce. L'ampiezza delle fasce di pertinenza ed i valori limite sono variabili in funzione del tipo di strada, nonché distinti tra infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione.

#### **I.2.6. La Legge Regionale 10 agosto 2001 n. 13**

In attuazione della Legge 447/95 la Regione Lombardia ha approvato la Legge Regionale 10.8.2001 n. 13 *"Norme in materia di inquinamento acustico"*.

Il comma 3 dell'articolo 2 prevede che la Giunta Regionale definisca entro sei mesi dall'entrata in vigore della legge i criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica (si veda il paragrafo successivo). Alcuni di questi criteri vengono comunque già anticipati nello stesso comma; in particolare, in accordo con l'articolo 4, comma 1, lettera a) della Legge 447/95, si stabilisce il divieto di contatto tra aree (anche appartenenti a comuni differenti) con valori limite che si discostano di oltre 5 dB. È tuttavia consentito, nel caso di aree già urbanizzate e qualora non sia possibile rispettare questo criterio a causa di preesistenti destinazioni d'uso, il contatto tra aree con valori limite che si discostano di 10 dB; in tal caso però il comune deve adottare, contestualmente alla classificazione acustica, un piano di risanamento ai sensi dell'articolo 4 della Legge 447/95 per le aree interessate.

La Legge definisce poi le procedure per l'approvazione della classificazione acustica da parte dei comuni, perfezionando l'impianto suggerito con le Linee Guida del 1993.

#### **I.2.7. Le Linee Guida regionali**

L'articolo 4 del D.P.C.M. 1.3.91 faceva obbligo alle Regioni, prima di un suo parziale annullamento da parte della Corte Costituzionale (sentenza n.517 del 30.12.91), di emanare direttive per la predisposizione da parte dei Comuni dei piani di risanamento. Alcune regioni hanno giustamente fatto precedere a tali direttive delle "linee guida" con l'intenzione di omogeneizzare i criteri della classificazione sui territori regionali; anche la Regione Lombardia si è mossa in tale direzione attivando uno specifico gruppo di lavoro che ha concluso l'elaborazione delle indicazioni contenute nella circolare Regionale del 30.7.1993 n. 37034 *"Linee guida per la zonizzazione acustica del territorio comunale"*.

In seguito, la Legge Quadro 447/95 ha esplicitamente incluso tra le competenze assegnate alle Regioni quella di stabilire i criteri in base ai quali i comuni effettuano la

classificazione acustica del territorio. Tale compito è stato assolto dalla Regione Lombardia nella Legge Regionale 13/2001 e con la Delibera della Giunta Regionale del 12.07.2002 n. 7/9776, con la quale è stato approvato il documento “Criteri tecnici di dettaglio per la classificazione acustica del territorio comunale”, che va a sostituire le Linee Guida del 1993.

Le nuove Linee Guida riprendono in parte i contenuti già proposti dalla precedente versione, tenendo conto anche dell'evoluzione del quadro normativo sopravvenute. In generale, le Linee Guida non stabiliscono criteri di classificazione particolarmente rigidi, lasciando in buona sostanza ancora ampi margini decisionali ai comuni; non mancano inoltre, a nostro avviso, incertezze e contraddizioni, anche gravi, ad esempio riguardo la classificazione delle aree comprese nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture di comunicazione.

### **I.3. Grandezze acustiche e terminologia**

Nel corso della presente relazione tecnica si fa riferimento a grandezze fisiche comunemente utilizzate per descrivere i fenomeni acustici e si fa uso costante di terminologia tecnica specifica in materia di acustica. Pertanto, per una corretta interpretazione del documento si vedano le definizioni riportate nell'articolo 4 delle Norme di Attuazione.

### **I.4. Dati di partenza**

La documentazione messa a disposizione dal Comune di Treviolo ed utilizzata per la predisposizione della proposta di classificazione acustica del territorio è stata la seguente:

- Piano di Governo del Territorio (PGT) – titolo “progetto” datato 8 gennaio 2019.
- Schede degli ambiti di trasformazione e degli Interventi Specifici, datata 8 gennaio 2019;
- Piano di Illuminazione del Comune di Treviolo: tavole B1 e B2 inerenti la classificazione delle strade (anno 2005);
- Regolamento Locale di Igiene (RLI; il Comune di Treviolo adotta integralmente il Regolamento Locale di Igiene Tipo della Regione Lombardia);
- Piano di Classificazione Acustica dei comuni limitrofi (Bergamo, Lallio, Dalmine, Bonate Sotto, Bonate Sopra, Curno).

Ove necessario, le precisazioni relative alla documentazione sopra citata, nonché le ulteriori informazioni ritenute necessarie, sono state direttamente acquisite durante i colloqui avvenuti nel corso degli incontri concordati con i responsabili tecnici comunali.

Le informazioni relative ai Piani di Classificazione Acustica dei comuni contermini sono state ricavate da quanto pubblicato sui relativi portali internet.

## **I.5. Elaborati del piano di classificazione acustica**

Il Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale comprende i seguenti elaborati:

- 1 - Relazione tecnica
- 2 - Norme di attuazione
- Tavola 1 - "Suddivisione del territorio comunale in zone acustiche", scala 1:5.000
- Tavole 2a, 2b, 2c - "Suddivisione del territorio comunale in zone acustiche – Centro edificato", scala 1:2.000
- Tavola 3 - "Fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie", scala 1:5.000
- Tavola 4 - "Individuazione ambiti di variante", scala 1:5.000 (redatta i sensi della DGR VII/9776 del 12.07.2002, art. 8 punto 3.2 in riferimento alle varianti di PGT/PCA.

## **I.6. Procedura di approvazione del piano**

L'articolo 2 del D.P.C.M. 01.03.1991 attribuisce ai Comuni la competenza per la classificazione acustica del proprio territorio sulla base delle destinazioni d'uso di cui alla Tabella II.1 successivamente riportata.

La Legge Regionale 10.8.2001 n. 13 stabilisce all'articolo 3 la seguente procedura di approvazione:

1. il comune adotta con deliberazione la classificazione acustica del territorio e ne dà notizia con annuncio sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia. Il comune dispone la pubblicazione della classificazione acustica adottata all'albo pretorio per trenta giorni consecutivi a partire dalla data dell'annuncio
2. contestualmente al deposito all'albo pretorio la deliberazione è trasmessa all'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale e ai comuni confinanti per l'espressione dei rispettivi pareri, che sono resi entro sessanta giorni dalla relativa richiesta; in caso di infruttuosa scadenza di tale termine, i pareri si intendono resi in senso favorevole.
3. entro il termine di trenta giorni dalla scadenza della pubblicazione all'albo pretorio chiunque può presentare osservazioni.
4. il comune approva la classificazione acustica; la delibera di approvazione richiama, se pervenuti, il parere dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale e quello dei comuni confinanti e motiva le determinazioni assunte anche in relazione alle osservazioni presentate.
5. qualora, prima dell'approvazione, vengano apportate modifiche alla classificazione acustica adottata, si riprende la procedura dal punto 1.

6. entro trenta giorni dall'approvazione della classificazione acustica il comune provvede a darne avviso sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Nel caso in cui la classificazione acustica del territorio venga eseguita contestualmente al Piano di Governo del Territorio a quanto prescritto dalla L.R. 1/2000, le procedure di approvazione sono le medesime previste per la variante urbanistica e sono ad essa contestuali.

## **II. Classificazione acustica del territorio comunale**

### **II.1. Criteri adottati**

#### **II.1.1. Criteri generali**

La classificazione in zone acustiche del territorio comunale viene attuata avendo come riferimento la prevalenza delle attività insediate.

L'obiettivo del lavoro svolto è stato quello di predisporre una classificazione del territorio che costituisse la premessa per il risanamento delle aree con condizioni di rumorosità eccessiva e consentisse di prevenire il deterioramento delle aree acusticamente non inquinate. Pertanto il primo criterio generale adottato è stato quello di definire per quanto possibile una classificazione caratterizzata da zone aventi i limiti di rumorosità più contenuti tra quelli possibili. Si è altresì cercato di evitare una eccessiva frammentazione del territorio in zone con differenti valori limite. Una suddivisione in un numero elevato di zone comporta una maggiore necessità di verifiche, di attività di controllo e di vigilanza, e maggiori possibilità di conflitti di interesse, fattori che si traducono in difficoltà di governo da parte del Comune.

In primo luogo si è analizzata la situazione così come individuata dagli strumenti urbanistici. La variante di P.G.T. 2019 ha quindi costituito il riferimento di base sia per una definizione delle destinazioni d'uso previste in funzione del confronto con la declaratoria delle classi, sia per la delimitazione delle zone acustiche che, per quanto possibile, si è teso a far corrispondere con le zone urbanistiche di P.G.T.

Altri importanti elementi di valutazione sono stati acquisiti direttamente attraverso sopralluoghi e durante gli incontri con il personale tecnico del comune, ed hanno permesso di verificare l'effettiva destinazione d'uso di talune aree o di chiarire eventuali dubbi di interpretazione della documentazione urbanistica, nonché, soprattutto, di acquisire importanti indicazioni circa le previsioni di sviluppo urbanistico individuate dal P.G.T., in particolare per quanto riguarda: aree di espansione urbanistica destinate a nuovi insediamenti residenziali o produttivi, nuove attrezzature per servizi comuni (es.: RSA), modifiche del sistema della viabilità.

Non sono stati considerati, nella definizione delle zone, gli eventi sonori eccezionali o temporanei in quanto per gli stessi è prevista una regolamentazione specifica dal D.P.C.M. 01.03.1991.

### **Classificazione dei centri urbani**

Per la classificazione di centri urbani nelle classi II - III - IV la definizione delle classi acustiche sottintende una preventiva valutazione di parametri quali le densità di popolazione, degli esercizi commerciali e degli insediamenti artigianali. In merito, si precisa come le attività commerciali, artigianali, industriali citate nella declaratoria, sono interpretate non in termini di categoria economiche, ma rispetto al tipo di sorgenti sonore che in esse sono inserite ed all'estensione dell'area circostante influenzata dal punto di vista acustico. Per questo, in alcuni casi, si ritiene corretta una classificazione in zona di classe II (aree prevalentemente residenziali) anche per le piccole aree produttive/commerciali inserite nel tessuto residenziale in modo sporadico e disgiunte dalle altre aree industriali. La scelta appare sostenibile purché la dimensione delle attività sia contenuta ed il traffico stradale indotto sia di entità limitata. Ciò vale spesso, per esempio, nel caso di contesti urbani caratterizzati da piccole attività commerciali individuabili prevalentemente nel centro storico e rare attività artigianali e commerciali ubicate sul percorso delle strade principali.

Le Linee Guida regionali suggeriscono l'utilizzo di alcuni parametri di valutazione per la definizione delle Classi (II, III o IV) da assegnare alle aree urbane. Tali parametri e le rispettive classificazioni sono:

- la tipologia e l'intensità del traffico (locale, di attraversamento, intenso);
- la densità di attività commerciali e servizi (limitata presenza, presenza, elevata presenza);
- la densità di attività artigianali e industriali (assenza, limitata presenza, presenza).
- la presenza o meno di infrastrutture di trasporto (strade di grande comunicazione, linee ferroviarie, aree portuali)
- la densità della popolazione (bassa, media, alta);

Le Linee Guida definiscono anche un metodo per stabilire la classe da attribuire in base all'analisi dei parametri valutativi; non viene però definito un criterio analitico per definire i valori dei singoli parametri. La procedura indicata è stata perciò applicata sulla base di stime soggettive dei parametri di valutazione, derivate dalle informazioni disponibili e dai sopralluoghi effettuati e sempre come elemento di supporto al processo di classificazione piuttosto che come metodo sistematico di assegnazione delle classi.

### **Confini tra zone appartenenti a classi acustiche differenti – Criterio di gradualità**

La legge quadro Legge 447/95 stabilisce (art. 4) che le regioni definiscano con legge i criteri in base ai quali i comuni effettuano la zonizzazione del territorio per la definizione dei valori di qualità "stabilendo il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando tali valori si discostano in misura superiore a 5 dB(A) di livello sonoro equivalente". Nel seguito indicheremo tale principio come "criterio di gradualità". Lo stesso articolo stabilisce anche che "Qualora nell'individuazione delle aree nelle zone già urbanizzate non sia possibile rispettare tale vincolo a causa di preesistenti destinazioni d'uso, si prevede l'adozione dei piani di risanamento di cui all'articolo 7."

La Legge Regionale 13/2001 si conforma pienamente alle indicazioni della Legge Quadro, aggiungendo che – sempre limitatamente ai casi in cui le preesistenti destinazioni d'uso di aree già urbanizzate non consentano di rispettare il criterio di gradualità – è ammesso solo il contatto diretto di aree i cui limiti si discostino sino a 10 dB, e che in tal caso il comune ha l'obbligo di adottare, contestualmente alla classificazione acustica, un piano di risanamento acustico per le aree coinvolte.

Secondo tali disposizioni, la classificazione delle aree urbanizzate deve quindi essere orientata al perseguimento del rispetto del criterio di gradualità. A tal fine, qualora i confini tra le zone acustiche omogenee ipotizzate inizialmente in base alla distribuzione esistente delle attività sul territorio non rispettassero il criterio di gradualità, si è valutata la possibilità di ridurre l'estensione di una o di entrambe le zone in contrasto, creando una o più fasce (indicate come “fasce di transizione”) assegnate alle classi intermedie sebbene tale classificazione non corrisponda pienamente all'effettivo contesto territoriale. In alternativa, qualora tale soluzione non fosse praticabile (ad esempio per mancanza di spazio), si è valutata la possibilità di modificare la classe ipotizzata per le zone in contrasto.

#### **Aree limitrofe alle infrastrutture di trasporto**

I criteri di classificazione di queste aree sono stati oggetto di un'attenta valutazione alla luce delle disposizioni della Legge Regionale 13/2001 e delle Linee Guida regionali. L'articolo 2 della Legge Regionale, anticipando alcune delle indicazioni relative ai criteri di classificazione che sarebbero dovuti essere poi indicati in dettaglio dalle linee guida regionali, stabilisce che “non possono essere comprese in classe inferiore alla IV le aree che si trovino all'interno delle zone di rispetto B dell'intorno aeroportuale e, per le distanze inferiori a cento metri, le aree che si trovino all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali o ferroviarie di grande comunicazione”

Questa disposizione appare in realtà in contrasto con l'impostazione generale che emerge dalla lettura dei decreti attuativi della Legge Quadro emanati dallo Stato, e confermata anche dalle linee guida dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), in cui le fasce di pertinenza delle infrastrutture dei trasporti dovrebbero servire a definire i limiti entro cui tali infrastrutture si considerano “a parte” rispetto alle altre sorgenti, dovendo rispettare limiti stabiliti con un criterio diverso rispetto al resto del territorio. In altri termini, si hanno due livelli distinti di classificazione: la classificazione delle aree adiacenti le infrastrutture dei trasporti dovrebbe prescindere dalla loro presenza, in quanto tali sorgenti rispondono ad una gestione separata. Questa impostazione si giustifica con la volontà di evitare che la presenza delle infrastrutture determini un beneficio ingiustificato per le altre sorgenti fisse, in termini di limiti assoluti più elevati, rispetto a quanto si sarebbe stabilito in loro assenza.

Le Linee Guida regionali non hanno risolto i dubbi sollevati dalla Legge Regionale, aumentando piuttosto la confusione a causa della presenza di palesi contraddizioni interne. Infatti, se al punto 2 si afferma che all'interno delle fasce di pertinenza si ha un “doppio regime di limiti” – cioè: quello derivante dalla zonizzazione acustica comunale

(per tutte le sorgenti diverse dalle infrastrutture di trasporto) e quello derivante dai decreti statali che regolano appunto le immissioni prodotte dalle infrastrutture – ai successivi punti 2.1, 2.2 e 2.3 vengono nuovamente dettati criteri di classificazione specifici per le aree poste in vicinanza delle infrastrutture. Ad esempio, il punto 2.2 ribadisce l'obbligo di assegnare la classe IV per tutte le aree entro i cento metri dalle linee ferroviarie di grande comunicazione; al punto 2.3 si richiede l'assegnazione della classe IV per le aree interne alle zone di rispetto degli impianti aeroportuali, e addirittura "alle aree poste nella zona B di rispetto aeroportuale si deve attribuire preferenzialmente la classe V" (aree prevalentemente industriali!).

Dopo aver valutato attentamente il quadro normativo sopra illustrato e le caratteristiche specifiche delle infrastrutture di trasporto sul territorio comunale, è stato stabilito di applicare l'indicazione contenuta al punto 2.1 delle Linee Guida Regionali, dove si chiede di classificare in zona di classe IV (o superiore) le aree poste a distanza inferiore a cento metri dalle strade di grande comunicazione. Nel caso specifico del territorio comunale di Treviolo tali strade si identificano con la S.S. n. 470dir e con la S.S. n. 671.

Più in generale, il criterio di classificazione acustica delle strade e delle aree in loro prossimità fa ancora riferimento alle definizioni delle sei classi acustiche, introdotte dal D.P.C.M. 1.3.1991 e confermate senza modifiche dal D.P.C.M. 14.11.1997, dove le strade sono espressamente citate per le zone di classe II, III e IV: la presenza dell'infrastruttura stradale viene quindi considerata come elemento che contribuisce alla caratterizzazione complessiva delle aree adiacenti.

### **II.1.2. Criteri specifici**

Altri criteri sono stati adottati in conseguenza delle caratteristiche specifiche del territorio comunale di Treviolo.

#### **Recettori sensibili: aree scolastiche e futura RSA**

La definizione delle classi acustiche data dal D.P.C.M. 14.11.97 cita espressamente le aree destinate all'istruzione tra quelle particolarmente protette, alle quali viene attribuita la classe I. In generale, tale classificazione dovrebbe essere adottata anche se questo comporta la creazione di zone di piccole dimensioni, spesso limitate ad un singolo edificio. Se infatti, al contrario, si volessero mantenere zone acustiche sufficientemente ampie, nessuna area di questo tipo sarebbe assegnata alla classe I, facendo venire meno la giusta attenzione prioritaria da riservare alla protezione acustica delle funzioni educative.

Dovendo tuttavia rispettare al contempo il criterio di gradualità, l'applicazione di tale principio non può prescindere dall'analisi della specifica localizzazione delle singole aree sul territorio. Ciò significa che l'attribuzione della classe I è possibile solo in presenza di un contesto in cui le aree circostanti siano assegnabili a zone di classe II, eventualmente utilizzando anche delle fasce di transizione.

Nel caso di Treviolo tutte le aree ad uso scolastico sono state inserite in classe I (ad eccezione della scuola dell'infanzia Frizzoni di Albegno, azzonata con la classe II in quanto confinante con il campo sportivo dell'oratorio - classe III). Tale soluzione è stata facilitata anche dalla localizzazione favorevole di queste aree, circondate da zone prevalentemente residenziali assegnabili alla classe II, che ha consentito la creazione di aree di classe I senza che sorgessero problemi di confine con aree candidate alla classe III o superiore. Solo nel caso del plesso scolastico di Via Papa Giovanni XXIII, per il quale è peraltro in previsione un ampliamento, è stato necessario raccordare la zona di classe I con le aree agricole circostanti mediante una fascia di transizione di classe II.

Anche la futura Residenza Sanitaria Assistita (RSA), ubicata all'incrocio tra Via Gorizia e Via Galetti, è stata inserita in classe I, in quanto all'interno di un ampio tessuto residenziale di classe II.

### **Insedimenti produttivi**

Sul territorio comunale di Treviolo si individuano diverse zone con raggruppamenti di aree destinate ad insediamenti produttivi.

Una vasta zona con insediamenti produttivi e commerciali è situata nella parte nord del territorio comunale, presso il confine con il Comune di Curno, dislocata in parte a est e in parte a ovest di Via Gen. dalla Chiesa. Queste aree sono state classificate in classe V e raccordate alle aree agricole circostanti con una fascia di transizione di classe IV.

Lungo la Strada Statale n. 470dir si individuano due zone produttive: una che si sviluppa nelle aree ad ovest della S.S. e a nord di Via Frizzoni ed una zona di minore estensione poco più a nord, sul lato opposto della S.S., nelle aree comprese tra la S.S. stessa, Via Santa Cristina e Via Ambrosioni. I due ambiti sono stati inseriti in classe V, comprendente anche i terreni ad uso agricolo adiacenti ad ovest alla S.S. (tra Via dell'Industria e Via Ambrosioni) nei quali è prevista una ulteriore espansione degli insediamenti produttivi (piano attuativo in corso).

Gli insediamenti esistenti nella zona compresa tra Via Matteotti/Via Cavour e Viale Papa Giovanni XIII/Via Boffalora, presso il confine con il comune di Lallio, sono stati raggruppati in una unica zona acustica di classe IV. La scelta è stata dettata dalla necessità di rispettare il principio di gradualità con la classificazione delle zone residenziali vicine a nord e a sud (in Comune di Lallio) nonché con la classificazione acustica approvata dal Comune di Lallio (riportante la classe III sul confine), che non ha quindi consentito di definire una zona di classe V.

Anche per gli insediamenti situati tra Via Gandhi e la Strada Statale n. 671 non è stato possibile definire una zona acustica di Classe V, data la vicinanza delle zone residenziali dell'abitato di Curnasco. Essi sono stati pertanto inseriti in zona acustica di classe IV.

Infine, una ulteriore zona con diversi insediamenti produttivi è quella compresa tra Viale Europa ed il confine con i comuni di Bergamo e di Lallio. Queste aree sono state classificate – ancora una volta, in funzione del rispetto del criterio di gradualità - in parte in classe V ed in parte in classe IV.

Al di fuori degli ambiti territoriali sopra descritti si rilevano alcune attività produttive legate all'allevamento e alla trasformazione dei prodotti agricoli esercitate nelle cascine, che si presentano perlopiù come insediamenti isolati in pieno contesto agricolo, distanti tra loro e dal centro abitato. Questi insediamenti sono stati assegnati a zone di classe III.

### **Fasce di transizione**

Allo scopo di rispettare il criterio di gradualità, laddove la prima ipotesi di classificazione basata solo sulla distribuzione delle attività sul territorio avrebbe portato a mettere in contatto zone con limiti differenti di più di 5 dB, si è provveduto – ove possibile - alla creazione di zone di classe intermedia, dette “fasce di transizione”, per le quali la destinazione nominale di tali classi non corrisponde necessariamente al contesto territoriale effettivo.

Nel dettaglio, le fasce di transizione introdotte sono le seguenti:

- una fascia di transizione di classe II tra l'area protetta della scuola di Via Papa Giovanni XXVIII (classe I) e le zone a destinazione agricola circostanti ad est e a sud (classe III);
- una fascia di transizione di classe III tra la zona di classe IV definita ai lati della S.S. n. 470dir e le zone residenziali dell'abitato di Albegno (classe II);
- una fascia di transizione di classe III tra la zona di classe IV definita ai lati della S.S. n. 671 e le zone residenziali dell'abitato di Roncola (classe II);
- una fascia di transizione di classe III tra la zona di classe IV definita per le aree a destinazione produttiva di Via de Gasperi/ Via Boffalora e le zone residenziali a nord di Via Matteotti e di Via Cavour (classe II);
- una fascia di transizione di classe IV tra le aree della zona industriale adiacente la S.S. n. 470dir (classe V) e le zone agricole circostanti (classe III);
- una fascia di transizione di classe IV tra le aree della zona artigianale di Via Gen. Dalla Chiesa (classe V) e le zone agricole circostanti (classe III);
- due fasce di transizione – la prima di classe IV e la seconda di classe III - tra le aree della zona artigianale di Via Gen. Dalla Chiesa (classe V) e le zone residenziali a sud di Via Broglio (classe II);
- due fasce di transizione – la prima di classe IV e la seconda di classe III - tra le aree della zona produttiva tra Via S. Cristina e la S.S. n. 470dir (classe V) e le zone residenziali più a sud (classe II);
- due fasce di transizione di classe IV nelle aree confinanti con gli insediamenti produttivi esistenti nel territorio del comune di Curno (presso Via Gorizia e a nord della S.S. n. 671), per evitare la situazione di contrasto con la classificazione acustica (classe V) stabilita dal comune di Curno;
- una fascia di transizione di classe II tra le aree agricole/fiume Brembo di Treviolo e le stesse aree azionate con la classe I dal Comune di Curno.

## **II.2. Coordinamento con i comuni limitrofi**

Come previsto dalla legislazione nazionale e regionale, la classificazione acustica delle aree del territorio appartenenti a comuni confinanti deve rispettare il criterio di gradualità. A tal fine, la proposta di classificazione ha tenuto conto dei piani di classificazione acustica approvati dai comuni confinanti con Treviolo, nonché degli insediamenti esistenti nelle aree adiacenti al confine comunale e delle previsioni urbanistiche relative a tali aree. Le indagini svolte presso gli uffici competenti dei comuni di Bergamo, Lallio, Dalmine, Curno, Bonate Sotto e Bonate Sopra, hanno riscontrato la situazione descritta nei paragrafi che seguono e illustrata graficamente in Figura 1.

### **II.2.1. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bergamo**

Il Comune di Bergamo ha approvato nel 2014 un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale. La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo non determina situazioni di incompatibilità con la classificazione vigente delle aree in Comune di Bergamo.

### **II.2.2. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Lallio**

Il Comune di Lallio ha approvato un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale. La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo non determina situazioni di incompatibilità con la classificazione vigente delle aree in Comune di Lallio.

### **II.2.3. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Dalmine**

Il Comune di Dalmine ha approvato un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale. La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo non determina situazioni di incompatibilità con la classificazione vigente delle aree in Comune di Dalmine.

### **II.2.4. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bonate Sotto**

Il Comune di Bonate Sotto ha approvato un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale. La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo non determina situazioni di incompatibilità con la classificazione vigente delle aree in Comune di Bonate Sotto.

### **II.2.5. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Bonate Sopra**

Il Comune di Bonate Sopra ha approvato un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale. La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo non determina situazioni di incompatibilità con la classificazione vigente delle aree in Comune di Bonate Sopra.

#### **II.2.6. Aree di confine tra i comuni di Treviolo e di Curno**

Il Comune di Curno ha approvato un piano di classificazione acustica del proprio territorio comunale.

La classificazione proposta per le aree confinanti nel Comune di Treviolo ha dovuto essere adeguata in prossimità delle due aree produttive/artigianali classificate nel PCA di Curno in classe V, inserendo delle fasce di transizione di classe IV nelle aree ad uso prevalentemente agricolo adiacenti.

L'inserimento della fascia di transizione ha inoltre determinato, al fine di rispettare il criterio di gradualità, la necessità di attribuire la classe III agli insediamenti residenziali situati all'angolo tra Via Gorizia e Via Ambrosiani.

Allo stesso modo, è stato necessario inserire, sul territorio treviese, una fascia di transizione di classe II lungo il corso del Brembo (area agricola), in quanto la zonizzazione acustica di Curno attribuisce al fiume la classe I.

## II.3. Classificazione delle strade

### II.3.1. Classificazione delle strade secondo la normativa di riferimento per l'inquinamento acustico

Secondo il Codice della Strada (D.Lgs. 285/92 e successive modifiche) le infrastrutture stradali sono classificate, in base alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, in sei tipi, identificati dalle caratteristiche minime di seguito riportate (Titolo I, Art. 2):

**Tabella II.1**

<b>Tipo A – Autostrada:</b> strada extraurbana o urbana a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, eventuale banchina pavimentata a sinistra e corsia di emergenza o banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso e di accessi privati, dotata di recinzione e di sistemi di assistenza all'utente lungo l'intero tracciato, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore e contraddistinta da appositi segnali di inizio e fine. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio ed aree di parcheggio, entrambe con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione..
<b>Tipo B - Strada extraurbana principale:</b> strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra, priva di intersezioni a raso, con accessi alle proprietà laterali coordinati, contraddistinta dagli appositi segnali di inizio e fine, riservata alla circolazione di talune categorie di veicoli a motore; per eventuali altre categorie di utenti devono essere previsti opportuni spazi. Deve essere attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.
<b>Tipo C - Strada extraurbana secondaria:</b> strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine.
<b>Tipo D - Strada urbana di scorrimento:</b> strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico, ciascuna con almeno due corsie di marcia, ed una eventuale corsia riservata ai mezzi pubblici, banchina pavimentata a destra e marciapiedi, con le eventuali intersezioni a raso semaforizzate; per la sosta sono previste apposite aree o fasce laterali esterne alla carreggiata, entrambe con immissioni ed uscite concentrate.
<b>Tipo E - Strada urbana di quartiere:</b> strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata.
<b>Tipo F - Strada locale:</b> strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 (articolo 2 del D.Lgs. 30.4.1992 n. 285) non facente parte degli altri tipi di strade.

La declaratoria delle sei classi di destinazione d'uso del territorio (Tabella A del D.P.C.M. 14.11.97) include il traffico veicolare tra gli elementi caratterizzanti le aree appartenenti alle diverse classi. A tal fine, tuttavia, non si ricorre alla classificazione delle strade attuata dal Codice della Strada, distinguendo invece tra:

- strade di grande comunicazione (nella definizione della Classe IV)
- strade ad intenso traffico veicolare (nella definizione della Classe IV)
- strade con traffico locale di attraversamento (nella definizione della Classe III)
- strade con traffico locale (nella definizione della Classe II)

Quindi, il D.P.C.M. 14.11.97 considera una classificazione di tipo gerarchico e funzionale delle strade, senza peraltro fornire una definizione precisa delle quattro tipologie citate.

Anche le linee guida regionali citano più volte il traffico veicolare come elemento da considerare ai fini della caratterizzazione delle diverse aree territoriali. In esse si fa riferimento sia alle categorie citate dal D.P.C.M. 14.11.97 sia alla classificazione stabilita dal Codice della Strada. Viene data una prima definizione delle categorie individuate dal D.P.C.M. 14.11.97 ed in alcuni casi viene indicata una corrispondenza con le tipologie del Codice della Strada: tipo D per le strade ad intenso traffico veicolare, tipi A, B e D per le strade di grande comunicazione. Resta però qualche difficoltà interpretativa nello stabilire una corrispondenza tra i due sistemi di classificazione per le strade con traffico locale e per le strade con traffico di attraversamento.

Infine, il D.P.R. 30.03.2004 n. 142, che definisce le ampiezze delle fasce di pertinenza nonché i valori limite in esse vigenti, distingue le strade solo in base alla classificazione del Codice della Strada, ma suddivide ulteriormente le strade di tipo C e D in "sottotipi a fini acustici", facendo riferimento al D.M. 5.11.01, alle norme CNR 1980 e alle direttive PUT. Va ricordato che il D.P.R. disciplina solo ed esclusivamente il rumore prodotto dal traffico veicolare entro le fasce di pertinenza, indipendentemente dal contesto in cui sono inserite le infrastrutture. Esso non influenza quindi direttamente la classificazione acustica generale del territorio che si fonda invece sui criteri indicati dal D.P.C.M. 14.11.97 e dalle linee guida regionali.

### **II.3.2. Classificazione della rete stradale nel territorio comunale**

Come si evince da quanto richiamato al punto precedente, la disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare è stabilita dal D.P.R. 142/2004. L'individuazione – ai sensi del D.P.R. - delle fasce di pertinenza acustica per le strade costituenti la rete viaria del territorio comunale presuppone la loro classificazione secondo le categorie indicate dallo stesso D.P.R. (tabelle II.7 e II.8 riportate più avanti), che a sua volta richiama:

- il "Codice della Strada" (D. Lgs. 30.4.1992 n. 285 e successive integrazioni);
- il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 6752 del 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- le "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane" pubblicate in Bollettino Ufficiale del CNR n. 78 del 28.7.1980;
- le "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico" emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, (Gazzetta Ufficiale n. 146 del 24 giugno 1995).

Nel caso specifico del Comune di Treviolo, la classificazione della rete stradale comunale è stata desunta dagli elaborati del Piano di Illuminazione (in particolare la tavola B2 "Classificazione delle Strade secondo il codice della strada e definizione della classe illuminotecnica secondo UNI 10439:2001"). Inoltre, ulteriori informazioni sono state reperite dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Bergamo (PTCP)

(tavola E3 “Infrastrutture per la mobilità – Tavola n. 3, Quadro integrato delle reti e dei sistemi tavola d’insieme”).

Da notare che la S.S. 470dir è classificata dal Piano di Illuminazione come strada di tipo C, mentre il PTCP indica una strada di “tipo B di previsione” (in quanto redatto precedentemente all’ampliamento della suddetta strada e riconversione in infrastruttura di tipo B – Tangenziale Sud di Bergamo).

Nel PCA la S.S. n. 470dir è stata classificata come nel PTCP (tipo B).

Da rilevare anche che questa fase è stata in effetti facilitata dal fatto che l’ampiezza delle fasce ed i valori limite stabiliti dal D.P.R. 142/2004 risultano di fatto gli stessi per diverse categorie di strade (nel caso specifico, ciò si verifica per le strade di categoria E ed F). In tal modo non è indispensabile definire con esattezza il tipo di strada, essendo sufficiente stabilire a quale “gruppo” di tipologie essa poteva essere ricondotta.

La suddivisione della rete stradale di Treviolo può quindi essere riassunta come segue:

Strade di tipo A:

- nessuna;

Strade di tipo B:

- Strada Statale n. 470dir,
- Strada Statale n. 671;

Strade di tipo C:

- nessuna;

Strade di tipo D:

- nessuna

Strade di tipo E ed F:

- le restanti strade.

La classificazione della rete stradale determina poi automaticamente, secondo quanto stabilito dal D.P.R. 30.03.2004 n. 142, la definizione delle fasce di pertinenza acustica, che sono state riportate graficamente nella tavola allegata n. 3 “Fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture stradali”. Si noti che al fine di semplificarne la lettura, nelle tavole non sono state indicate le fasce di pertinenza delle strade private, delle strade vicinali e/o consorziali, che in generale sono caratterizzate da volumi di traffico molto scarsi se non del tutto trascurabili. Ad ogni modo, dette strade andrebbero senz’altro classificate come di tipo E o F, quindi con fascia di 30 metri per lato e limiti di immissione coincidenti con quelli della classificazione acustica generale del territorio.

## **II.4. Definizione delle classi e limiti acustici**

### **II.4.1. Classi di destinazione d'uso del territorio**

Di seguito riportiamo la declaratoria delle sei classi acustiche di suddivisione del territorio nazionale, definite nel D.P.C.M.1.3.91 e confermate nel D.P.C.M. 14.11.97

**Tabella II.2**

<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>
Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
<i>Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</i>
Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>
Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>
Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>
Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>
Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

### **II.4.2. Valori limite**

Nella legge quadro 447/95 vengono poi definiti i seguenti valori:

- A) *valori limite di emissione*: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- B) *valori limite di immissione*: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;
- C) *valori di attenzione*: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

D) *valori di qualità*: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

Il D.P.C.M. 14.11.97 quantifica infine per ciascuna classe i valori definiti dalla legge quadro come segue:

**Tabella II.3**  
**Valori limite di emissione ( $L_{eq}$  in dB(A)) - Tabella B del D.P.C.M. 14.11.97**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella II.4**  
**Valori limite assoluti di immissione ( $L_{eq}$  in dB(A)) - Tabella C del D.P.C.M. 14.11.97**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella II.5**  
**Valori di qualità ( $L_{eq}$  in dB(A)) - Tabella D del D.P.C.M. 14.11.97**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	47	37
II - Aree prevalentemente residenziali	52	42
III - Aree di tipo misto	57	47
IV - Aree di intensa attività umana	62	52
V - Aree prevalentemente industriali	67	57
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella II.6**  
**Valori di attenzione ( $L_{eq}$  in dB(A))**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Se riferiti ad un'ora		Se riferiti all'intero periodo di riferimento	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
I - Aree particolarmente protette	60	45	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	65	50	55	45
III - Aree di tipo misto	70	55	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	75	60	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	80	65	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	80	75	70	70

#### **II.4.3. Valori limite per le infrastrutture stradali**

La regolamentazione delle emissioni sonore derivanti dal traffico stradale è stabilita dal D.P.R. 30.03.2004, n. 142.

Il decreto stabilisce le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare delle infrastrutture stradali esistenti e di nuova realizzazione, in attuazione di quanto previsto dall'art.11 della L.447/95.

L'articolo 2 del decreto stabilisce che per tali infrastrutture non si applicano le disposizioni del D.P.C.M. 14.11.97 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.

L'articolo 3 del decreto definisce per tali infrastrutture fasce territoriali di pertinenza acustica. All'interno delle fasce di pertinenza vengono stabiliti i valori limite di immissione del solo rumore prodotto dall'infrastruttura, che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97). Per la definizione dell'estensione delle fasce di pertinenza e dei valori limite, le infrastrutture stradali vengono distinte in base alla classificazione stabilita dal D. Lgs. 285/92 (Codice della strada), con ulteriori suddivisioni in "sottotipi a fini acustici" ai sensi del D.M. 5.11.01, delle norme CNR 1980 e delle direttive PUT.

L'articolo 6 del decreto stabilisce che il rispetto dei valori limite deve essere verificato "in facciata degli edifici ad un metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori".

All'esterno delle fasce di pertinenza valgono invece gli usuali limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio, il cui rispetto viene verificato considerando congiuntamente il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali e quello proveniente dalle altre sorgenti eventualmente presenti.

L'articolo 6 prevede inoltre che qualora i valori riportati nelle tabelle 1 e 2 o (al di fuori delle fasce di pertinenza) i valori stabiliti dalla tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 non

siano tecnicamente conseguibili ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (da verificare al centro delle stanze con finestre chiuse):

- 35 dB(A) in periodo di riferimento notturno per ospedali, case di riposo e case di cura;
- 40 dB(A) in periodo di riferimento notturno per gli altri ricettori;
- 45 dB(A) in periodo di riferimento diurno per le scuole.

**Tabella II.7 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti, Leq in dB(A) - (articolo 5, D.P.R. 142/2004)**

Tipo di Strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norme Cnr 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica m	Scuole*, ospedali, case 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 (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D urbana di scorrimento	Da (strade 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, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F Locale		30				

\* per le scuole vale solo il limite diurno

**Tabella II.8 - Limiti di immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione, Leq in dB(A) - (articolo 4, D.P.R. 142/2004)**

Tipo di Strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo DM 6/11/01 norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica  m	Scuole*, ospedali, case di riposo		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A autostrada		250	50	40	65	55
B extraurbana principale		250	50	40	65	55
C extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6 comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F Locale		30				

\* per le scuole vale solo il limite diurno

All'esterno delle fasce di pertinenza valgono invece gli usuali limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio.

L'articolo 6 prevede che qualora i valori riportati nelle tabelle II.8 e II.9 o (al di fuori delle fasce di pertinenza) i valori stabiliti dalla tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 non siano tecnicamente conseguibili ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (da verificare al centro delle stanze con finestre chiuse):

- 35 dB(A) in periodo di riferimento notturno per ospedali, case di riposo e case di cura;
- 40 dB(A) in periodo di riferimento notturno per gli altri ricettori;
- 45 dB(A) in periodo di riferimento diurno per le scuole.

#### **II.4.4. Valori limite per le infrastrutture ferroviarie**

La regolamentazione delle emissioni sonore derivanti dal traffico ferroviario è stabilita dal D.P.R. 18.11.1998, n. 459.

L'articolo 2 stabilisce che per tali infrastrutture non si applicano le disposizioni del D.P.C.M. 14.11.97 riguardanti i valori limite di emissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.

L'articolo 3 del decreto definisce per tali infrastrutture una fascia di pertinenza di 250 metri per ciascun lato; per le infrastrutture con velocità di progetto inferiore a 200 Km/h tale fascia è ulteriormente suddivisa in due parti denominate fascia A (i primi 100 metri) e B (dai 100 ai 250 metri). All'interno delle fasce di pertinenza vengono stabiliti i seguenti valori limite di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che sostituiscono quelli derivanti dalla classificazione acustica del territorio (stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97):

**Tabella II.9**

**Valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie ( $L_{eq}$  in dB(A)) – Articolo 5 del D.P.R. 18.11.98**

Ricettori	Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
Scuole, ospedali, case di cura e case di riposo, all'interno della fascia di pertinenza (per le scuole vale solo il limite diurno)	50	40
Altri ricettori, all'interno della fascia "A" di pertinenza	70	60
Altri ricettori, all'interno della fascia "B" di pertinenza	65	55

All'esterno delle fasce di pertinenza valgono invece gli usuali limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio.

Il comma 3 dell'articolo 5 prevede che qualora i valori riportati nella precedente tabella o (al di fuori delle fasce di pertinenza) i valori stabiliti dalla tabella C del D.P.C.M. 14.11.1997 non siano tecnicamente conseguibili ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (da verificare al centro delle stanze con finestre chiuse):

- 35 dB(A) in periodo di riferimento notturno per ospedali, case di riposo e case di cura;
- 40 dB(A) in periodo di riferimento notturno per gli altri ricettori;
- 45 dB(A) in periodo di riferimento diurno per le scuole.

## **II.5. Elenco delle zone acustiche omogenee**

### **II.5.1. Casse I - Aree particolarmente protette**

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

<b>Zona I.i</b>
-----------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Scuola Elementare di Albegno.
-------------------------------

<b>Zona I.ii</b>
------------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Cimitero di Via Dante Alighieri.
----------------------------------

<b>Zona I.iii</b>
-------------------

<u>Descrizione Generale</u>
-----------------------------

Scuola Media "Lanfranco Da Albegno" e Biblioteca Comunale
---

La zona comprende anche le aree situate a sud e ad est degli edifici esistenti, nelle quali è prevista la realizzazione di nuove strutture con la formazione del nuovo polo scolastico.
---

<b>Zona I.iv</b>
------------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Residenza Sanitaria Assistita di futura realizzazione
---

<b>Zona I.v</b>
-----------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Asilo Infantile "Arioli Dolci".
---------------------------------

<b>Zona I.vi</b>
------------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Asilo Infantile Parrocchiale di Curnasco.
---

<b>Zona I.vii</b>
-------------------

<u>Descrizione generale</u>
-----------------------------

Scuola Elementare di Curnasco.
--------------------------------

### **II.5.2. Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale**

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

<b>Zona II.i</b>
<u>Descrizione generale</u>
Aree residenziali di Treviolo, Albegno e Curnasco Questa zona comprende le aree residenziali esistenti e di previsione, ed esclude le zone residenziali classificate diversamente poiché situate nelle fasce di transizione.

<b>Zona II.ii</b>
<u>Descrizione generale</u>
Aree residenziali esistenti e di previsione situati nella frazione Roncola.

<b>Zona II.iii</b>
<u>Descrizione generale</u>
Asilo Parrocchiale di Albegno, classificato in classe II in quanto confinante con l'oratorio e il relativo campo sportivo

<b>Zona II.iv</b>
<u>Descrizione generale</u>
Fascia di transizione lungo il Brembo a causa dell'azzonamento del Comune di Curno (classe I)

### **II.5.3. Classe III - Aree di tipo misto**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici. In questa classe vanno inserite le attività sportive che non sono fonte di rumore (campi da calcio, da tennis ecc.).

<b>Zona III.i</b>
<u>Descrizione generale</u>
Centro sportivo comunale di Roncola

<b>Zona III.ii</b>
<u>Descrizione generale</u>
Campo sportivo dell'oratorio di Roncola

<b>Zona III.iii</b>
<u>Descrizione generale</u>
Aree agricole e fluviali situate a nord/ovest della Strada Statale n. 671.

**Zona III.iv**

Descrizione generale

Aree agricole e fluviali situate a ovest della Strada Statale n. 470dir.

**Zona III.v**

Descrizione generale

Fascia di transizione tra la zona II,i e la zona IV.i, comprendente aree residenziali dell'abitato di Albegno situate a distanza maggiore di cento metri dalla Strada Statale n. 470dir.

**Zona III.vi**

Descrizione generale

Aree agricole nella parte nord del territorio comunale, comprese tra il confine con il comune di Curno, Via Gen. Dalla Chiesa, gli abitati di Albegno e Treviolo (zona II.i) e la Strada Statale n. 470dir.

**Zona III.vii**

Descrizione generale

Impianti sportivi di Treviolo

**Zona III.viii**

Descrizione generale

Oratorio e campo sportivo di Albegno

**Zona III.ix**

Descrizione generale

Campo sportivo di Curnasco

**Zona III.x**

Descrizione generale

Aree agricole comprese tra la S.S. n. 470dir, gli abitati di Albegno e di Treviolo, Via Papa Giovanni XXIII ed il confine con i comuni di Dalmine e Lallio.

**Zona III.xi**

Descrizione generale

Fascia di transizione tra l'area produttiva e artigianale di Via de Gasperi e Via Boffalora (zona IV.vii) e le aree residenziali a nord di Via Matteotti e di Via Cavour (zona II.i).

**Zona III.xii**

descrizione generale

Fascia di transizione di Via Broglio situata tra le aree produttive e commerciali di Via dalla Chiesa (zona V.ii) e le aree residenziali di Curnasco (zona II.i).

**Zona III.xiii**

Descrizione generale

Aree agricole comprese tra la S.S. n. 671 e le aree residenziali di Via Broglio

**Zona III.xiv**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- le aree agricole comprese tra Via Boffalora / Viale Europa ed il confine con il comune di Lallio
- il cimitero di Curnasco e le aree comprese tra il cimitero e Via Marzabotto
- gli insediamenti residenziali direttamente prospicienti Via Boffalora
- le aree agricole comprese tra Viale Europa, Via Piave ed il Centro Sportivo

**Zona III.xv**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- gli insediamenti residenziali adiacenti a Via Bergamo
- gli insediamenti produttivi situati tra Via Bergamo e Viale Europa, ad ovest di Via Rossa
- l'area compresa tra Via Bergamo, Via Broglio e la Roggia Mina Benaglia

**Zona III.xvi**

Descrizione generale

Aree agricole situate a nord della S.S. n. 671 e ad est della Circonvallazione Leuceriano

**II.5.4. Classe IV - Aree di intensa attività umana**

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.

**Zona IV.i**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- la Strada Statale n. 470dir e relativa fascia di pertinenza di ampiezza pari a 100 metri
- una fascia di transizione (larghezza minima di 50 metri) nelle aree (agricole e non), circostanti la zona V.i.

**Zona IV.ii**

Descrizione generale

Strada Statale n. 671 (tratto attraversante la parte ovest del territorio comunale presso Roncola) e relativa fascia di pertinenza di ampiezza pari a 100 metri.

**Zona IV.iii**

Descrizione generale

Fascia di transizione in prossimità della zona produttiva di Via Gorizia situata in Comune di Curno

**Zona IV.iv**

Descrizione generale

Fascia di transizione inserita tra la zona produttiva/commerciale di Via dalla Chiesa (zona V.ii) e le aree circostanti.

**Zona IV.v**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- la Strada Statale n. 671 (tratto attraversante la parte est del territorio comunale) e relativa fascia di pertinenza di ampiezza pari a 100 metri
- una fascia di transizione tra la zona industriale in Comune di Curno e le aree agricole a nord della Strada Statale n. 671 (tratto attraversante la parte est del territorio comunale)

**Zona IV.vi**

Descrizione generale

Aree con insediamenti produttivi comprese tra Via Gandhi ed il confine con il Comune di Bergamo.

**Zona IV.vii**

Descrizione generale

Aree con insediamenti produttivi comprese tra Via Matteotti/Via Cavour e Viale Papa Giovanni XIII/Via Boffalora.

**Zona IV.viii**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- le aree con insediamenti produttivi adiacenti Via Piave e a sud di Viale Europa
- le aree con insediamenti produttivi sul lato nord di Viale Europa e a est di Via Rossa.

**II.5.5. Classe V - Aree prevalentemente industriali**

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

Sono state assegnate a questa classe le seguenti aree:

**Zona V.i**

Descrizione generale

Zona comprendente:

- la zona industriale di Via S. Cristina
- la zona industriale di Via dell'Industria
- le aree agricole adiacenti la S.S. n. 470dir a nord di Via dell'Industria e a sud di Via Ambrosiani, nelle quali è prevista l'espansione delle zone produttive esistenti

**Zona V.ii**

Descrizione generale

Aree con insediamenti produttivi e commerciali di Via Gen. dalla Chiesa

**Zona V.iii**

Descrizione generale

Aree con insediamenti produttivi tra Viale Europa e Via F.lli Bandiera

#### **II.5.6. Classe VI - Aree esclusivamente industriali**

Non sono state individuate aree del territorio comunale da assegnare a questa classe.

#### **II.5.7. Aree per attività rumorose temporanee**

Le attività rumorose temporanee sono regolamentate dall'art. 8 della L.R. 13/2001; le aree adibite ad ospitare tali attività sono indicate sulla cartografia con apposito simbolo grafico.

L'Amministrazione Comunale ha individuato cinque aree, tutte inserite nella classe acustica III:

1. Impianti sportivi di Roncola;
2. Campo sportivo dell'oratorio di Albegno;
3. Una porzione degli impianti sportivi di Treviolo;
4. Area feste all'incrocio tra Via Matteotti e Via Mattei;
5. Oratorio di Curnasco

#### **II.5.8. Fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie.**

Il comune di Treviolo non è attraversato da alcuna linea ferroviaria, ma una piccola porzione di territorio adiacente al confine con i comuni di Bergamo e Curno rientra nelle fasce di pertinenza acustica - definite ai sensi del D.P.R. 18.11.1998 n. 459 - della linea ferroviaria Bergamo-Milano (via Carnate). Pertanto sono definite come appartenenti alle fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie le seguenti aree:

- Fascia A: la parte del territorio comunale avente una distanza minore o uguale di 100 metri (misurati a partire dalla mezzera del binario esterno) su entrambi i lati della linea ferroviaria Bergamo-Milano.
- Fascia B: la parte del territorio comunale avente una distanza maggiore di 100 e minore o uguale di 250 metri (misurati a partire dalla mezzera del binario esterno) su entrambi i lati della linea ferroviaria Bergamo-Milano.

### **III. Ambiti di variante**

Ai sensi della DGR VII/9776 del 12.07.2002, art. 8 punto 3.2, in riferimento alle varianti di PGT/PCA, è stata redatta la Tavola 4 - "Individuazione ambiti di variante di PGT su piano acustico approvato con D.C.C. 49/2009".

La tavola riporta le delimitazioni degli ambiti di variante di PGT sulla mappa di azzonamento acustico approvata con D.C.C. 49/2009, in modo da rendere immediatamente visibile l'ubicazione e la classificazione acustica di tali aree.

Il P.G.T. prevede 9 ambiti di trasformazione (AT), di cui 3 produttivi, e 6 interventi specifici (IS), di cui uno a destinazione terziaria.

Nella seguente tabella vengono indicate le informazioni relative ad ogni ambito (destinazione d'uso, classe acustica del 2009 e quella proposta col presente azzonamento acustico); le note spiegano le motivazioni dell'attribuzione della classe acustica ad ogni ambito/intervento.

Altre piccole modifiche apportate al piano acustico sono frutto di adeguamenti tecnici (ad esempio ampliamenti o restringimenti delle fasce di transizione), inserimento delle aree destinate a spettacoli temporanei all'aperto e degli impianti sportivi in classe III.

**Comune di Treviolo**  
*Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale*  
*Relazione Tecnica*

<b>NOME INTERVENTO</b>	<b>DESTINAZIONE PGT 2019</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA 2009</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA 2019</b>	<b>NOTE</b>
AT1	residenziale	II	II	Recupero di un'area dismessa; la classe II è conforme alla destinazione d'uso
AT2	residenziale	III, IV	III, IV	Area confinante con una zona industriale a est; è stata inserita in classe IV la barriera alberata già prevista nelle schede di trasformazione del PGT e il resto del lotto in classe III, comunque compatibile con la destinazione d'uso
AT3A-B	residenziale	III	III	Ambiti limitrofi ad un'area classificata con la classe V; rientrano in classe III, vista la necessità di lasciare una fascia di transizione di classe IV e di non frammentare i lotti di terreno
AT4A-B	residenziale	III	III	Ambiti confinanti con aree artigianali inserite in classe IV (a sud/est) e con Via Papa Giovanni: l'inserimento in classe III è conforme alla destinazione d'uso
AT5	residenziale	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso
AT6	residenziale	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso
AT7	produttivo	III, IV	IV	La classificazione dell'ambito è stata uniformata inserendolo in classe IV, conforme alla destinazione d'uso
AT8	produttivo	IV	IV	La classe IV è conforme alla destinazione d'uso
AT9	produttivo	III, IV	IV	La classificazione dell'ambito è stata uniformata inserendolo in classe IV, conforme alla destinazione d'uso

**Comune di Treviolo**  
*Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale*  
*Relazione Tecnica*

---

<b>NOME INTERVENTO</b>	<b>DESTINAZIONE PGT 2019</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA 2009</b>	<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA 2019</b>	<b>NOTE</b>
IS1	residenza	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso
IS2	terziario	III, IV	IV	La classificazione dell'ambito è stata uniformata inserendolo in classe IV, conforme alla destinazione d'uso
IS3	residenza	III	II	La classe II attribuita è conforme alla destinazione d'uso
IS4	residenza	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso
IS5	residenza	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso
IS6	residenza	II	II	La classe II è conforme alla destinazione d'uso

## **IV. Appendice A - Considerazioni generali in tema di risanamento acustico**

### **IV.1. Il piano di risanamento acustico**

Già il D.P.C.M. 1.3.91 aveva affidato il ristabilimento di condizioni accettabili di qualità acustica negli ambienti urbani all'azione di pianificazione e programmazione degli enti locali, facendo perno sul binomio Classificazione Acustica del Territorio Comunale - Piano di Risanamento Acustico.

Ma è con la legge quadro e con il D.P.C.M. 14.11.97 che il piano di risanamento acustico prende forma nei suoi aspetti essenziali e viene individuato come lo strumento operativo a disposizione dei comuni per il perseguimento del risanamento acustico del territorio, e l'attuazione delle azioni di recupero delle situazioni di sofferenza pregresse.

In base ai dettati della legge quadro i piani di risanamento acustico intervengono:

- *obbligatoriamente*, in corrispondenza dei contesti in cui risultino superati i valori di attenzione ovvero quando nei tessuti urbanistici già consolidati non risulti possibile rispettare il divieto di contatto tra zone caratterizzate da valori di qualità che si discostino tra loro di più di 5 dB(A);
- *discrezionalmente*, quando l'Ente Locale, pur non essendo riscontrabili superamenti dei livelli di attenzione, nell'esercizio dell'autonomia ad esso riconosciuta dall'ordinamento, lo ritenga comunque necessario (o opportuno) per l'effettivo conseguimento dei valori di qualità.

La classificazione acustica del territorio comunale è propedeutica al piano di risanamento acustico e di questo condizione necessaria ed imprescindibile elemento costitutivo, pur essendo in sé dotata dalla legge di una propria autonoma rilevanza sostanziale e formale.

### **IV.2. Elementi di intervento per il risanamento acustico delle aree urbane**

#### **IV.2.1. Generalità**

L'entità del disturbo causato dal rumore nelle aree urbane è progressivamente aumentata negli ultimi anni. Inizialmente si è verificato un incremento dei livelli di rumorosità rilevati; in un secondo tempo invece si è evidenziata un'estensione delle aree interessate dal problema, inizialmente limitate alle zone in vicinanza di strade di grande traffico. In

questa seconda fase si è rilevato a volte un innalzamento dei valori di  $L_1$  (livello di rumorosità superato per l'1% dell'intervallo di misura o rumore di picco), mentre il livello equivalente continuo di rumore rilevante ( $L_{eq(A)}$ ) è rimasto pressoché invariato.

La natura e le modalità di attuazione degli interventi di risanamento acustico, in particolar modo per le aree urbane, sono oggetto di studio e di sperimentazione continua da parte di amministrazioni e centri di ricerca in tutto il mondo. Lo stato delle conoscenze in questo campo è perciò in continua evoluzione.

Nei paragrafi che seguono riportiamo le linee di intervento possibili e alcune indicazioni sulla loro efficacia. Quanto esposto ha carattere generale e non è direttamente riferibile alla realtà del comune di Treviolo. Non si tratta perciò di indicazioni di carattere né operativo né pianificatorio, compiti questi di esclusiva pertinenza del Piano di Risanamento Acustico.

#### **IV.2.2. Interventi di riduzione dell'inquinamento acustico**

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico vengono usualmente distinti in interventi attivi e passivi. Gli interventi di tipo attivo sono volti a ridurre la potenza sonora emessa dalle sorgenti; quelli di tipo passivo sono invece orientati alla protezione dei soggetti riceventi.

In particolare, per quanto riguarda l'inquinamento acustico nelle aree urbane, possiamo annoverare tra gli interventi di tipo attivo la riduzione della potenza sonora emessa dalle sorgenti fisse e mobili e le modifiche della viabilità; rientrano viceversa tra gli interventi di tipo passivo la pianificazione urbana e la protezione acustica degli edifici.

#### **IV.2.3. Riduzione della potenza sonora emessa dalle sorgenti fisse e mobili;**

La rumorosità delle sorgenti sonore più rilevanti dal punto di vista ambientale (motori a combustione, macchinari industriali, ecc.) è costantemente diminuita nel corso degli anni grazie ai miglioramenti tecnologici via via introdotti; ciononostante il clima acustico complessivo in ambito urbano è sempre peggiorato a causa dell'aumento complessivo del numero di sorgenti. È evidente perciò che il progresso tecnologico va sostenuto e incoraggiato ma anche stimolato a produrre risultati in termini di riduzione del rumore mediante l'emanazione di normative riguardanti i limiti di rumorosità consentiti per gli autoveicoli ed i macchinari in genere.

Per quello che riguarda in particolare il rumore prodotto dal traffico veicolare si osserva che questo ha due componenti: una parte del rumore si origina dal motore e dagli altri organi meccanici in movimento nel vano motore, il resto si origina nel contatto tra i pneumatici e il fondo stradale. Il rumore emesso da un veicolo industriale pesante è mediamente di 9 dB(A) più elevato di quello prodotto da un'autovettura e, di norma, un solo automezzo pesante genera un livello di rumore pari a quello di otto autoveicoli. Pertanto, qualora la percentuale di veicoli pesanti superi il 10%, è indispensabile intervenire in primo luogo su tali veicoli se si vuole ottenere una riduzione apprezzabile

dei livelli di rumore. Un'altra fonte di rumore, spesso particolarmente fastidioso e in genere più rilevante nelle strade urbane è costituita dai motocicli.

I veicoli a propulsione elettrica sono caratterizzati da bassissime emissioni sonore rispetto ai veicoli dotati di motore termico; tuttavia risulta difficile ipotizzare un loro impiego su larga scala a tempi brevi in particolare per quanto riguarda i mezzi privati. È invece spesso possibile decidere l'utilizzo di mezzi a motore elettrico per il trasporto pubblico in sostituzione di quelli usualmente impiegati. Peraltro risulta che il rumore prodotto da tali mezzi influisce molto sul livello sonoro misurato nelle vie interessate dal loro passaggio.

Un ulteriore elemento del quale è necessario tenere conto nella attenuazione del rumore da traffico e in particolare del rumore da rotolamento è quello relativo al tipo di pavimentazione impiegata. L'uso di una pavimentazione fonoassorbente (conglomerato bituminoso drenato o conglomerato bituminoso contenente argilla espansa) riduce il livello di rumore emesso di valori compresi fra 2,3-3,7 dB(A) e 6-9 dB(A). In caso di pioggia sulla pavimentazione tradizionale si verifica un incremento di 4 dB(A) circa delle emissioni; sull'asfalto poroso (conglomerati del tipo sopra indicato) l'incremento è di solo 1,5-2,5 dB(A).

#### **IV.2.4. Modifiche alla viabilità**

Intervenire sull'inquinamento acustico dovuto al traffico presente su strade di traffico intenso è certamente difficile, soprattutto per il fatto che tali arterie spesso attraversano il centro abitato, sviluppando ai loro margini attività anche di tipo commerciale: non si ha infatti su buona parte di queste strade spazio sufficiente per l'inserimento di fasce o barriere di protezione. La soluzione definitiva consiste pertanto nella modifica della situazione della viabilità che, soprattutto per i mezzi pesanti, eviti l'attraversamento del centro urbano.

La riduzione del rumore da traffico può essere perseguita anche con interventi sulla viabilità che riguardano la disciplina del tempo di utilizzazione delle diverse aree urbane, delle zone aperte al traffico e delle caratteristiche del traffico stesso.

Per esempio possono essere previsti divieti relativi al traffico di autoveicoli pesanti o anche di ogni tipo di veicoli durante le ore notturne o le giornate festive. Ancora, si può disciplinare l'orario di accesso dei mezzi per il carico e scarico di materiali da e per attività commerciali o produttive.

Una misura che si è dimostrata efficace è la riduzione della velocità di percorrenza dei veicoli in alcune strade, e la creazione di zone urbane a bassa velocità, in genere 30 Km/h (le cosiddette "zone 30"). Questo risultato è ottenibile con l'imposizione di limiti di velocità, oppure con la riduzione della larghezza della carreggiata. Poiché il livello delle emissioni acustiche dei singoli veicoli varia infatti con il logaritmo della velocità degli stessi, con questi interventi si possono ottenere riduzioni del  $L_{eq(A)}$  di alcuni dB(A).

Un altro tipo di intervento possibile mira alla fluidificazione del traffico mediante l'eliminazione dei vincoli semaforici che possono essere sostituiti con rotonde. Il principio

ispiratore di questi interventi è che il rumore prodotto dai veicoli dipende anche dalle brusche variazioni di velocità degli stessi (le frenate al semaforo rosso e le accelerazioni al semaforo verde); le rotonde consentono di ridurre sia le variazioni di velocità che la velocità massima in corrispondenza dell'incrocio.

#### **IV.2.5. Pianificazione urbana**

Un concetto fondamentale da tenere presente in ogni studio di pianificazione urbana è che il livello sonoro diminuisce con la distanza dalla sorgente e può essere ridotto interponendo delle schermature tra sorgente e ricevitore. Si evince pertanto l'importanza dell'inserimento di zone filtro, anche alberate, e di strutture con funzione di schermo, utilizzate ad esempio per attività di tipo terziario, nonché della appropriata distribuzione urbanistica ed edilizia delle zone di fruizione del territorio e degli ambienti abitativi.

In base a tali assunti, qualora si progettino nuovi insediamenti o si ristrutturino radicalmente, attraverso piani di risanamento, insediamenti già realizzati, è opportuno separare nettamente le zone destinate allo svolgimento di attività rumorose (ad esempio le zone industriali) da quelle più tranquille (zone protette: residenziali, scolastiche, ospedaliere, ecc.) che non potranno comunque essere penalizzate dalla vicinanza delle prime. A livello di territorio, bisognerà evitare che le grandi vie di comunicazione passino attraverso o nella immediata prossimità di quelle zone che si vuole difendere dal rumore; più in generale occorrerà stabilire precise distanze dalle sedi stradali, entro cui porre il divieto di nuove costruzioni ad uso residenziale.

A livello di specifici gruppi di edifici, anche al di fuori della programmazione di piano regolatore o a livello di un singolo edificio, è possibile trovare soluzioni urbanistiche o costruttive utili per la difesa del rumore. Certe soluzioni classiche, infatti, quali gli edifici schermo, la viabilità interna a tipo terminale, possono assicurare una ambiente sonoro di qualità soddisfacente per un gran numero di unità abitative, almeno per il periodo notturno delle stesse.

È da rilevare inoltre che nel campo della pianificazione urbana e del territorio assumono notevole importanza le tecniche di previsione della rumorosità da traffico veicolare basate sull'impiego del SEL o su formule di regressione. Si ricorda che per la valutazione del livello sonoro in prossimità delle strade, nell'ipotesi di sorgenti lineari quale è il caso del rumore da traffico veicolare, dovuto al flusso continuo di un gran numero di automezzi su una strada, il decremento del livello sonoro al variare della distanza è di 3 dB(A) per ogni raddoppio della distanza stessa fra la mezzeria della strada e il punto di rilevamento; ugualmente di 3 dB(A) si riduce la rumorosità rilevata per ogni dimezzamento del numero delle autovetture in transito in corrispondenza del sito di misura.

#### **IV.2.6. Protezione acustica degli edifici**

Nella realizzazione di misure di protezione dal rumore per gli edifici è necessario tenere presente che il punto debole del sistema schermante è costituito dalle finestre, in quanto le pareti perimetrali, di norma, forniscono un isolamento acustico sufficiente dai rumori

esterni. Se infatti finestre doppie ben costruite, con vetri di 8-10 mm, con infissi metallici e distanza fra i due vetri (possibilmente differenziato) di almeno 5-10 mm, possono determinare riduzioni del rumore proveniente dall'esterno di 35-40 dB(A), finestre ordinarie, con infissi non a perfetta tenuta e vetri sottili, non sono in grado di ridurre la rumorosità esterna di più di 10-15 dB(A).

Molto importante poi, in fase di progettazione degli edifici stessi, è l'utilizzo di criteri distributivi adeguati per la realizzazione dei singoli alloggi, per assicurare un ambiente di qualità acustica soddisfacente per il maggior numero possibile di unità abitative. Per esempio, una razionale disposizione interna dei locali, con le camere da letto e gli studi posti il più lontano possibile dalla strada, consente una protezione adeguata del riposo delle persone nel periodo notturno.

Un'ulteriore protezione contro il rumore stradale viene data dai balconi, che possono avere azione schermante verso l'interno delle abitazioni, specie se sufficientemente ampi e dotati di parapetti rigidi e continui.

Per le costruzioni in prossimità di vie di comunicazione una soluzione efficace è rappresentata dalle barriere antirumore. Purtroppo la loro realizzazione richiede uno spazio adeguato, risulta costosa e comporta spesso un peggioramento dell'aspetto estetico del contesto urbano.

Sullo stesso principio si basa l'impiego di barriere arboree. Esse devono essere ottenute utilizzando essenze vegetali a fogliame perenne, adatte alle particolari condizioni climatiche e ambientali della zona, devono possedere spessore adeguato ed essere completate da specie arbustive da interporre fra i tronchi degli alberi di alto fusto. La loro efficacia risulta però molto minore rispetto alle barriere stradali convenzionali, e per la realizzazione richiedono spazi ancora maggiori. Questa è pertanto applicabile in un numero limitato di casi.

Si segnala infine l'emanazione del D.P.C.M. 05.12.97 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" in cui vengono definiti gli indici minimi delle prestazioni acustiche per le componenti di edificio, rendendo così definitivamente superate le disposizioni in materia contenute nel Regolamento Locale di Igiene Tipo della Regione Lombardia (Titolo III).

#### **IV.2.7. I controlli sulle emissioni di rumore**

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico, specialmente quelli di tipo attivo sopra trattati, richiedono l'attivazione di controlli che garantiscano il rispetto delle regole stabilite, e la mancanza dei quali può comportare il mancato raggiungimento degli obiettivi di risanamento perseguiti. È necessario distinguere fra controllo delle sorgenti fisse e controllo della rumorosità da traffico.

Per quello che riguarda le sorgenti fisse, i controlli di norma vengono eseguiti dai Servizi di Igiene pubblica delle A.S.L. e dai Presidi Multizonali di Prevenzione. Tali verifiche, sistematiche e periodiche rappresentano un valido contributo per il controllo e il contenimento delle attività rumorose.

Per quanto riguarda il traffico, il rispetto delle norme di comportamento relative alla guida (per esempio relativamente al rispetto dei limiti di velocità, all'uso dei dispositivi di segnalazione acustica e allo stile di guida) consentirebbe di ridurre la rumorosità rilevabile sulle strade, in particolare modo per i valori di picco. Purtroppo, in mancanza di una adeguata educazione stradale degli utenti, il rispetto di tali norme richiede l'impiego di molto personale (agenti) per i necessari controlli. Fortunatamente però i controlli sul traffico, ancorché non finalizzati espressamente al contenimento delle emissioni di rumore, possono produrre effetti positivi di riduzione dell'inquinamento acustico. Una cattiva condotta di guida, un utilizzo scorretto del veicolo, una cattiva manutenzione o addirittura la manomissione dello stesso (si pensi ai cosiddetti veicoli "truccati") spesso aumentano il livello di emissione acustica contribuendo inoltre a incrementare il consumo di carburante e la produzione di inquinanti atmosferici. Per quanto riguarda il rumore, si possono avere in questo modo innalzamenti dei livelli picco rilevabili dell'ordine di 4-6 dB(A), mentre il consumo di carburante può salire di oltre il 20%.

Anche per l'inquinamento acustico, come per gli altri tipi di inquinamento, non è realistico pensare ad una soluzione semplice e immediata. L'opera di risanamento acustico, in Italia come nel resto dei paesi industrializzati, richiederà diverso tempo e notevoli investimenti per lo sviluppo di tecniche, soluzioni e accorgimenti di vario tipo. Ma soprattutto è necessaria una azione di tipo culturale per diffondere la conoscenza delle problematiche legate all'esposizione al rumore, che finora emergono solo in casi di particolare gravità. In questa lotta al rumore un ruolo fondamentale sarà giocato dalle politiche di informazione e di educazione dei cittadini a comportamenti acusticamente corretti, per mezzo di campagne di sensibilizzazione svolte dalle amministrazioni sia centrali che locali.

## **V. Appendice B – Nozioni generali di acustica**

### **V.1. Concetti generali di acustica**

#### **V.1.1. Introduzione**

Sperimentalmente si può verificare che ogni volta che si ha una sensazione sonora, l'organo dell'udito riceve delle vibrazioni. Queste sono originate dalle vibrazioni di un corpo elastico, detto sorgente sonora, e sono trasmesse al mezzo circostante sotto forma di onde, dette onde sonore, che giungono fino all'organo dell'udito.

Si consideri ad esempio una lamina metallica incastrata rigidamente ad una estremità: è noto che se l'altra estremità viene spostata dalla sua posizione di riposo e poi bruscamente abbandonata la lamina inizia a "vibrare", cioè ad oscillare attorno alla propria posizione di riposo. Se la lamina è immersa in un mezzo elastico (tipicamente l'aria), anch'esso entrerà in vibrazione. Infatti le particelle che si trovano ad immediato contatto con la lamina, urtate dalla superficie di quest'ultima, si metteranno in movimento a loro volta, trasmettendo il moto alle particelle contigue e così via. Nel mezzo elastico si formano quindi strati di materia compressa alternati a strati di materia rarefatta, che si estendono via via tutt'intorno alla lamina; si ha pertanto una propagazione nel mezzo di onde di compressione e di rarefazione generate dalla lamina vibrante. Queste onde, dette longitudinali, giungendo alla membrana del timpano dell'orecchio, ne causano una vibrazione, in sintonia con quella della sorgente. L'orecchio converte la vibrazione del timpano e trasmette il segnale al cervello, che la traduce in sensazione uditiva.

#### **V.1.2. Frequenza e velocità di propagazione**

Il numero di vibrazioni complete (compressione e depressione) eseguite dalla sorgente sonora in un secondo viene indicato con il termine di frequenza ed è normalmente espressa in Hertz (Hz), quindi 1 Hz corrisponde ad una oscillazione al secondo.

Si potrebbe da ciò dedurre che per qualunque frequenza delle vibrazioni si ottenga una sensazione sonora. Ciò non è vero in quanto non tutte le vibrazioni che si verificano in natura sono udibili dall'orecchio umano; più precisamente, affinché esse possano essere percepite, la loro frequenza deve essere compresa tra 16 e 20.000 Hz. Le vibrazioni di frequenza inferiori a 16 Hz e superiori a 20.000 Hz non danno luogo a sensazioni sonora e vengono chiamate rispettivamente infrasuoni e ultrasuoni. In realtà questi sono i limiti massimi di frequenza udibile che si riscontrano eccezionalmente in alcuni individui; generalmente i limiti di udibilità sono alquanto più ristretti e variabili da un soggetto all'altro. Tutto ciò non porta a conseguenze pratiche, in quanto nel parlare comune si

hanno suoni con frequenze comprese fra 50 e 3.000 Hz e nella musica fra 30 e 10.000 Hz.

Tenendo presente quanto accennato precedentemente, affinché le vibrazioni di una sorgente sonora possano essere percepite dall'orecchio, è necessario che esista un mezzo materiale che le trasmetta. È noto l'esperimento del campanello elettrico posto dentro una campana nella quale si è praticato il vuoto e dal cui interno non proviene alcun suono. Normalmente il mezzo che trasmette le vibrazioni dalla sorgente sonora all'orecchio è l'aria, ma in realtà tutti i corpi gassosi, liquidi e solidi possono svolgere tale compito.

La velocità di propagazione del suono non è costante, ma varia in funzione della natura del mezzo, e delle sue proprietà fisiche come la sua struttura molecolare e la sua densità. Per l'aria a 20° C si ha una velocità di trasmissione di 343 m/s. La velocità del suono non dipende dalla frequenza, e ciò è confermato nel fatto che si può udire a distanza della musica, che è costituita da una insieme di suoni, senza alcuna deformazione: ciò non potrebbe avvenire se i diversi suoni avessero velocità diverse.

### **V.1.3. Suono, intensità, potenza e pressione sonora**

Il termine suono identifica sia la sensazione percepita per mezzo dell'organo dell'udito, sia il fenomeno fisico vibratorio e la sua propagazione nel mezzo. In particolare un suono si dice semplice o puro, se è generato da una sorgente che vibra con una sola e ben determinata frequenza; si dice composto, se risulta dalla composizione di più suoni semplici. In natura sono presenti solamente suoni composti.

Le caratteristiche che definiscono completamente la sorgente sonora sono la composizione spettrale (cioè le frequenze componenti il suono emesso) e la direzionalità dell'emissione e la sua potenza.

L'intensità di un suono dipende evidentemente dall'ampiezza delle oscillazioni delle particelle del mezzo e quindi, in definitiva, dall'entità delle oscillazioni della sorgente. L'energia totale trasmessa nell'unità di tempo dalla sorgente sonora al mezzo di propagazione è la potenza sonora. Essa è costante e indipendente dall'ambiente circostante; si misura in Watt (W).

La frazione di potenza sonora trasmessa nell'unità di tempo in una determinata direzione attraverso una superficie unitaria viene invece chiamata intensità sonora ed è espressa in  $W/m^2$ . L'energia emessa da una sorgente omnidirezionale viene trasmessa per mezzo di onde che partono dalla sorgente stessa e si allontanano uniformemente da essa. Esse hanno dunque forma sferica e vengono appunto dette onde sferiche. Allontanandosi dalla sorgente, l'intensità sonora diminuisce, poiché l'energia sonora viene distribuita su superfici sempre più grandi. L'intensità sonora è quindi una grandezza variabile in funzione inversa del quadrato della distanza.

Come si è visto, l'orecchio umano risponde ad una pressione sonora che è dovuta alle vibrazioni dell'aria provocate dalla sorgente sonora. La pressione atmosferica subisce, per effetto di tali vibrazioni, delle piccole variazioni intorno al valore di equilibrio;

l'ammontare di tale variazione, e più precisamente il suo valore efficace (valore quadratico medio) è la pressione sonora che viene misurata in Newton al metro quadrato (N/m<sup>2</sup>) o in Pascal (Pa). Tale pressione dipende evidentemente dal valore della potenza sonora, dalla direzione, dalla distanza della sorgente, dall'assorbimento dell'aria, dal tipo e dalle caratteristiche dell'ambiente e degli oggetti che vi sono contenuti. In generale, perciò, non vi è corrispondenza univoca tra pressione e potenza sonora. Nel caso però di propagazione per onde sferiche, esiste invece una relazione tra queste due grandezze che permette di risalire al valore della potenza sonora dalla misurazione della pressione sonora.

#### **V.1.4. La misura del suono – il decibel**

L'orecchio umano ed il microfono, che può rilevare un suono attraverso un adatto sistema di misura, sono sensibili unicamente alla pressione sonora e quindi tutto deve essere riferito a questa grandezza.

Dato che il suono, come fenomeno fisico, è una variazione di pressione, per la sua misura si dovrebbe utilizzare il Pascal (Pa), equivalente ad un Newton su un metro quadrato (N/m<sup>2</sup>). Tuttavia l'uso del Pascal non è agevole poiché le variazioni di pressione che si legano ai fenomeni acustici coprono sette ordini di grandezza (da 0,00002 Pa fino a circa 200 Pa), e costringerebbero ad usare scale di misura con migliaia di divisioni.

Per ovviare a questa situazione si è introdotta una scala logaritmica che esprime non il valore assoluto della grandezza in esame ma il suo valore relativo, cioè il rapporto fra la grandezza in valore assoluto misurato (la pressione sonora  $p$ ) ed un valore di riferimento ( $p_0 = 0.00002$  Pa in acustica). Il livello sonoro di un fenomeno acustico viene pertanto espresso in decibel (dB) come segue:

$$L(\text{dB}) = 20 \text{ Log } (p / p_0)$$

Utilizzando questa scala di misura il livello sonoro dei fenomeni acustici può variare da 0 dB a 140 dB circa.

#### **V.1.5. Sensazione sonora**

Nei paragrafi precedenti si è esaminato l'aspetto puramente fisico del fenomeno sonoro, accennando al suo rapporto funzionale con l'organo umano preposto alla sua percezione. È indispensabile ora analizzare ciò che si presenta alla coscienza soggettiva a seguito dell'interazione dei due aspetti considerati in precedenza. Infatti cose bene diverse fra loro sono il fenomeno acustico fisico, la sua relazione con l'organo uditivo e la sensazione sonora che sorge nel soggetto a causa del fenomeno fisico mediato dall'organo di percezione.

La correlazione tra fenomeno fisico e sensazione soggettiva non può evidentemente che essere basata su valutazioni statistiche, per cui si dovrà parlare sempre di "valori soggettivi medi". Per effettuare misure in campo soggettivo si sono necessariamente dovuti stabilire dei punti di riferimento fisici che potessero essere correlati con il fenomeno da analizzare. Si sono scelti, pertanto la frequenza di 1.000 Hz e la pressione

di 0.00002 Pa, pressione che, alla frequenza di 1.000 Hz, corrisponde al minimo valore di pressione convertibile in sensazione sonora soggettiva dalla media delle persone. Per poter rilevare l'andamento della sensazione sonora in rapporto alla pressione sonora ed in funzione della frequenza occorre agire in via sperimentale sottoponendo un soggetto prima ad un tono puro a 1.000 Hz di determinato livello di pressione sonora poi ad un altro tono puro di differente frequenza aumentandone il livello di pressione sonora fino a quando il soggetto, per paragone, ha la "sensazione" di avvertire i due suoni nello stesso e preciso modo.

Si vedrà, pertanto, che per la media dei soggetti normoudenti, un tono puro a 20 Hz avente un livello di pressione sonora (L<sub>ps</sub>) di 75 dB causerà la stessa sensazione di un tonto puro a 1.000 Hz avente un L<sub>ps</sub> di 10 dB. Rilevato tale dato per tutte le frequenze e per vari valori di livello di pressione sonora a 1.000 Hz si ottengono le curve di insonosensazione o isofoniche, dalle quali si può facilmente osservare come l'orecchio umano sia molto più sensibile alle alte che non alle basse frequenze.

#### **V.1.6. Livello sonoro ponderato – Il decibel "A"**

Come si è visto la sensibilità dell'orecchio umano varia notevolmente a seconda della frequenza del suono ascoltato. I microfoni utilizzati negli strumenti di misura del rumore (fonometri) hanno invece una sensibilità costante a tutte le frequenze. Per interpretare correttamente il risultato di una misura strumentale si deve perciò "allineare" la sensibilità del microfono con quella dell'orecchio; ciò viene fatto applicando al segnale del microfono un filtro che attenua o enfatizza alcune frequenze rispetto ad altre. Esistono diversi tipi di ponderazione che soddisfano necessità diverse; di questi il più utilizzato è quello denominato "A", che approssima la risposta tipica dell'orecchio umano ai suoni di bassa intensità, caratterizzata da una forte attenuazione delle frequenze basse e molto basse. In tal modo la misura di un suono rispecchia meglio la sensazione effettiva provata dall'ascoltatore.

Una misura di livello ponderata "A" si esprime in dB(A). Sebbene tale ponderazione sia adatta ai suoni di bassa intensità viene comunemente usata per tutti i livelli sonori globali, indipendentemente dall'intensità. In effetti, un livello sonoro globale viene sempre espresso in dB(A) e non in dB a meno che non sia espressamente specificato.

#### **V.1.7. Valutazione della sensazione sonora**

Come si è già visto in precedenza sono cose bene diverse fra loro: il fenomeno acustico fisico, la sua relazione con l'organo uditivo e la sensazione sonora che sorge nel soggetto a causa del fenomeno sonoro. Si è pure visto come l'orecchio sia molto più sensibile alle alte che non alle basse frequenze, per cui risultato più percettibili i suoni aventi componenti in alte frequenza che non in bassa.

È bene però ancora precisare che l'orecchio umano non percepisce gli aumenti di "volume" del suono in modo direttamente proporzionale al volume stesso, cioè non è

assolutamente vero che passando, per esempio, da un suono avente un'intensità sonora di 30 dB ad un altro di 60 dB la sensazione sonora sia doppia.

Si ha un effetto analogo a quanto tutti noi abbiamo già riscontrato con la luce; infatti la nostra percezione visiva giudica molto più elevata del doppio l'emissione luminosa di una lampadina di 80 Watt rispetto ad una di 40 Watt.

La sensazione sonora non è una funzione lineare ma esponenziale per cui passando da 50 a 100 dB la sensazione sonora aumenta di ben 32 volte. Sono stati elaborati, e successivamente normalizzati in sede internazionale, due metodi per la valutazione della sensazione sonora: il metodo di Stevens e quello di Zwicker. Utilizzando tali metodi si può riscontrare come passando da 27 a 30 dB la sensazione sonora passa da 0.42 a 0.5 sone (unità di misura della sensazione) avendo una variazione quindi di 0.08 sone, mentre passando da 60 a 63 dB la sensazione passa da 4 a 4.9 sone con una variazione di 0.9 sone, cioè la sensazione sonora è di ben circa 10 volte superiore.

## **V.2. Effetti del rumore sull'uomo**

### **V.2.1. Effetti di tipo specifico**

Nella classificazione dei danni da rumore, gli effetti di tipo specifico sono rappresentati da lesioni a carico dell'organo dell'udito (innalzamento monoaurale della soglia uditiva, fatica uditiva, trauma acustico, otopatia da rumore) e da alterazioni della funzione vestibolare (vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio):

Negli ambienti di lavoro e in particolare nelle attività di tipo industriale, gli effetti di tipo specifico hanno importanza prevalente rispetto agli effetti di tipo non specifico, che invece colpiscono più frequentemente i soggetti esposti a rumorosità ambientale in ambienti abitativi e più in generale in ambiente esterno.

Il danno di tipo specifico è contraddistinto da alcune particolari peculiarità; esso infatti:

- è facilmente quantificabile attraverso esami audiometrici;
- è di norma determinato dall'esposizione a elevati livelli di rumore senza subire l'interferenza di altri fattori concomitanti;
- è irreversibile quando si verificano lesioni gravi delle cellule del Corti;
- non è evolutivo una volta interrotta l'esposizione allo stimolo sonoro.

Gli effetti specifici dell'esposizione al rumore sono sia di tipo acuto sia di tipo cronico. I primi possono essere molto gravi (danni da trauma acustico) o praticamente trascurabili (innalzamento della soglia uditiva monoaurale) e ciò in rapporto con le caratteristiche del rumore impattante. I secondi (otopatia da rumore) sono di differente gravità non solamente in rapporto ai parametri fisici che contraddistinguono il rumore ledente, ma anche in relazione al tempo di esposizione al rumore stesso. In una posizione intermedia, ma più vicino agli effetti cronici, può essere collocato il danno derivante dalla fatica uditiva e innalzamento della soglia uditiva bilaterale.

### **V.2.2. Effetti di tipo psichico e di tipo endocrino**

Gli effetti di tipo non specifico (cioè gli effetti che non colpiscono gli organi dell'udito) si manifestano prevalentemente nei soggetti esposti al rumore in ambiente esterno o all'interno degli ambienti abitativi. Essi possono essere dovuti al rumore derivante dall'esercizio di attività produttive o commerciali, ma anche il rumore urbano – in particolare quello dovuto al traffico veicolare - è spesso causa di un considerevole disturbo, tanto maggiore quanto più il livello sonoro è elevato. Si distinguono:

- effetti neurologici: modificazione dell'elettroencefalogramma, vasoparesi arteriosa, aumento della pressione intracranica, cefalea, riduzione della cronassia delle fibre nervose;
- effetti psichici: aggressività, depressione, sindromi conflittuali;
- effetti sul sistema endocrino: attivazione del sistema diencefalo-ipofisario, reazione di allarme, incremento della secrezione tiroidea, incremento della attività surrenale.

#### **Effetti psichici**

La stimolazione uditiva determina una risposta complessa del sistema nervoso centrale e di quello autonomo. Gli effetti psichici di tipo prevalente consistono in modificazioni del comportamento nel senso dell'aggressività e, meno spesso, della depressione; più raramente possono comparire sindromi di tipo conflittuale.

#### **Effetti sul sistema nervoso centrale**

Un rumore di livello sonoro piuttosto elevato induce a livello encefalico un aumento di ampiezza della pulsazione arteriosa ed è in grado, in particolare quando si tratti di rumore impulsivo o comunque inaspettato, di determinare un aumento della pressione intracranica abbastanza marcato.

#### **Multiesposizione al rumore**

È da tener presente poi che quei soggetti i quali, durante l'espletamento della loro attività lavorativa, abbiano subito l'azione di elevati livelli di rumore nello stesso ambiente di lavoro più facilmente ricevono un maggior danno dalla esposizione ad alti livelli di rumore urbano durante le ore extralavorative, in particolare se il fenomeno si verifica durante la notte. In tale ultima evenienza infatti, si assommano nello stesso individuo gli effetti dannosi derivanti da deterioramento della condizione di riposo con l'azione patogena combinata di traumi acustici caratterizzati da meccanismi lesivi differentemente esplicantisi (impatto acustico da multiesposizione).

### **V.2.3. Effetti di tipo psicosomatico**

È stato accertato che rumori di cui livello sonoro sia inferiore ai 70 dB(A) non sono in grado di provocare la comparsa di un danno di tipo psicosomatico ed è comunque necessario tener conto che nella determinazione del danno entrano in gioco anche altri fattori come l'effetto sorpresa, le caratteristiche responsive del soggetto patente, la componente motivazionale, l'abitudine allo stimolo erogato e altri elementi ancora, non

strettamente legati alle caratteristiche fisiche del rumore, che spesso non sono chiaramente determinabili. Effetti di tipo psicosomatico sono:

- sul sistema cardiovascolare: modificazione dell'elettrocardiogramma, innalzamento della pressione arteriosa, tachiaritmia, vasocostrizione periferica;
- sull'apparato digerente: aumento della mobilità, fenomeni spastici, ipersecrezione cloridrica, discinesia della colecisti;
- sull'apparato respiratorio: aumento della frequenza respiratoria, riduzione del volume respiratorio corrente, laringopatie e rinopatie;
- sull'apparato visivo: midriasi, restringimento del campo visivo, disturbo all'accomodazione;
- sull'apparato riproduttivo: riduzione della prolificità, riduzione della libido, riduzione del peso dei neonati a termine.

E' possibile comunque affermare che apprezzabili effetti psicosomatici a lungo termine sono più facilmente determinati dalla esposizione per periodi prolungati a un rumore continuo, piuttosto che a rumori intervallati da pause; tali effetti in realtà sono in rapporto con lo sforzo necessario per mantenere un accettabile livello di rendimento lavorativo. Molti degli effetti psicosomatici del rumore sono indubbiamente inquadrabili nella dinamica dello stress e come tali condizionati dall'atteggiamento psicologico del soggetto, nonché dalle capacità di adattamento del suo organismo; ha naturalmente un suo non trascurabile peso, specie nelle reazioni a tipo angiospastico, l'effetto sorpresa e l'entità del fattore di cresta del rumore.

#### **V.2.4. Effetti di tipo psicosociale**

Gli effetti psicosociali del rumore sono particolari effetti ledenti o disturbanti, che però non agiscono specificatamente su un organo, un apparato, ma che hanno piuttosto influenza sulle relazioni interpersonali e sui rapporti fra l'uomo e la comunità: tali effetti, che non sono sempre e necessariamente negativi, interferiscono altresì sulla trasmissione e sulla comprensione della parola, sull'efficienza, sul rendimento lavorativo, sull'attenzione, sulla rapidità, e sulla qualità dell'apprendimento, sulle caratteristiche e sulla durata del sonno.

#### **Effetti sul rendimento e sull'efficienza**

Gli effetti del rumore sul rendimento e sull'efficienza riguardano in particolare le attività in ambiente di lavoro e sono funzione sia delle caratteristiche fisiche del rumore stesso (con particolare riguardo al suo livello di pressione sonora) che dalle specifiche connotazioni delle attività svolte dal soggetto esposto. Il rumore, a ogni modo, determina effetti di disturbo più o meno accentuati sull'apprendimento e sulla memorizzazione dei dati acquisiti.

L'azione del rumore sul rendimento è particolarmente evidente per le attività che richiedono una attenzione distribuita, dovendo l'operatore essere in grado di identificare tutta una serie di segnali differenziati e di fornire risposte rapide e complesse ai segnali in arrivo. Un rumore moderato, per contro, può migliorare il rendimento in attività monotone e ripetitive.

### **Effetti sul sonno**

Il rumore notturno disturba o impedisce il sonno e riduce le capacità di ripresa dell'organismo, deteriorando quella condizione di riposo che costituisce un fattore di recupero per ogni individuo. L'effetto del rumore consiste in difficoltà o lentezza nell'addormentamento e, nello stesso tempo, in alterazioni quantitative e qualitative nel ciclo del sonno non interrotto da risvegli.

Normalmente, durante ogni notte ben dormita si susseguono 4-6 cicli di sonno, distinti ciascuno in cinque stadi, i primi quattro dei quali formano il sonno NREM (Non Rapid Eyes Movements) e il quinto il sonno REM (Rapid Eyes Movements) o fase del sogno. Nel soggetto normale l'addormentamento è sempre seguito da fasi di sonno NREM della durata di 60-90 minuti e successivamente da fasi di sonno REM di breve durata. Dopo i 45 anni, la fase IV del sonno tende a ridursi e dopo i 60 può scomparire del tutto; analogo comportamento, anche se in maniera meno accentuata e in un minor numero di individui, ha la fase REM del sonno. Nell'uomo che invecchia, il sonno diventa più leggero e il risveglio è provocato da rumori di livello relativamente più basso rispetto a quelli capaci di provocare il risveglio nelle persone più giovani. Le donne e i soggetti che svolgono attività intellettuale sono egualmente risvegliati da rumori di livello sonoro meno elevato

Il rumore notturno, se di livello sufficientemente elevato, tende a ridurre notevolmente la durata delle fasi IV e REM del sonno, provocando così effetti di Sleep Deprivation (SD) che, se sufficientemente prolungati, possono indurre il giorno dopo fenomeni di microsleeps, tipici della SD, consistenti in episodi di caduta della vigilanza e in momentanei accessi di sonno leggero, la cui frequenza e durata aumentano con il progredire dell'entità della SD. La fase REM del sonno ha una notevole importanza per quello che riguarda il ripristino delle condizioni di funzionalità ottimale del sistema nervoso centrale: la prolungata e selettiva riduzione di tale fase del sonno può provocare fenomeni analoghi a quelli prodotti dalla SD totale. Un rumore di tipo aleatorio, come, ad esempio, quello del traffico stradale, tende a prolungare la durata delle fasi I e II del sonno e a far passare i soggetti addormentati dal sonno profondo alle fasi di sonno più leggero; ciò provoca un maggiore disturbo alla fine della notte, perché durante tale periodo si verifica la maggior percentuale di sonno REM.

L'interferenza del rumore sul sonno è stata dimostrata sulla base di inchieste epidemiologiche e di ricerche sperimentali condotte con l'ausilio della indagine elettroencefalografica. Questi studi hanno dimostrato che il disturbo del sonno comincia a manifestarsi quando il livello di rumore ambientale, espresso come livello sonoro continuo equivalente in curva di ponderazione A ( $L_{eq(A)}$ ) supera i 35 dB(A). È stato anche trovato che le probabilità di risveglio per un rumore di picco di 40 dB(A) interessa il 5% dei soggetti esposti. Se il rumore di picco raggiunge i 70 dB(A) la probabilità di risveglio sale al 30%. Ordinariamente già un rumore continuo, con fluttuazioni massime di  $\pm 5$  Db e con livello superiore dai 35 dB(A), fa allungare il tempo di addormentamento di almeno 20 minuti e può determinare episodicamente il risveglio in poco più del 10% dei soggetti esposti. A 50 dB(A) il tempo di addormentamento può essere prolungato sino a un'ora e mezza o più; con notevole frequenza, inoltre, i bambini tendono a svegliarsi. È possibile,

al limite, addormentarsi anche in presenza di rumore di 60 –70 dB(A), ma in tal caso l'inizio del sonno è notevolmente ritardato e la sua qualità e la durata sono fortemente disturbate. A 70 – 75 dB(A) la maggior parte dei soggetti tende a svegliarsi frequentemente e si accentua la riduzione del sonno in fase REM.

Un ulteriore criterio di correlazione della interferenza del rumore sul sonno è basato sulla valutazione dello scarto tra un rumore di picco e rumore di fondo ( $L_{10}$ -  $L_{90}$ ) o tra un rumore di picco e rumorosità media ( $L_{10}$ -  $L_{50}$ ). In particolare, facendo riferimento a tale ultimo parametro, è stato constatato che la differenza fra il valore di  $L_{10}$  e quello di  $L_{50}$  deve essere inferiore a 10 dB(A) affinché non insorgano disturbi della durata e della qualità del sonno e se si vuole che il soggetto patente possa godere di una condizione di riposo soggettivamente soddisfacente.

I disturbi del sonno determinati dal rumore non sono comunque esclusivamente correlati con i livelli o con i criteri di valutazione precedentemente esposti, ma risentono in misura più o meno marcata altri elementi caratterizzanti l'evento sonoro, quali il valore del fattore di cresta, la densità degli eventi disturbanti, la presenza di componenti impulsive o tonali; è necessario inoltre tener conto delle condizioni psicofisiche del soggetto sottoposto all'impatto sonoro. Per i degenti, infatti, tutti i valori energetici di disturbo precedentemente segnalati devono intendersi ridotti almeno 5 dB(A).