
Acustica Ambientale

aggiornamenti normativi e tecnici

Prof. Giampietro Fusillo

E-mail: gfusillo@libero.it

-
- Il quadro normativo alla luce delle recenti novità
 - Impatto acustico, clima acustico, mappature acustiche
 - La valutazione dell'incertezza di misura e confronto dei valori misurati con i valori limite

Novità in campo normativo

Sono entrati in vigore il 19 aprile 2017 due decreti legislativi in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, pubblicati nella Gazzetta Ufficiale del 4 aprile 2017.

I due provvedimenti hanno lo scopo di armonizzare la normativa nazionale con quella comunitaria, in attuazione della delega di cui all'articolo 19 della **Legge Europea 2013 bis (Legge n. 161/2014)**.

Il D.Lgs. 42 del 17 febbraio 2017 modifica e integra il D.Lgs. 194/2005 relativo alla gestione del rumore ambientale, e la legge quadro sull'inquinamento acustico (**Legge 447/1995**), disciplina la figura professionale di **tecnico competente in acustica** e introduce l'obbligo di **mappature acustiche** e di **valutazione di impatto acustico**.

Il tecnico competente in acustica

Il tecnico competente in acustica

Viene aggiornata la disciplina dell'attività e della formazione della figura professionale di tecnico competente in materia di acustica. In particolare vengono individuati i criteri generali per l'esercizio di tale professione, si disciplina l'**elenco nominativo dei soggetti abilitati** istituito presso il Ministero dell'Ambiente e i requisiti necessari per l'iscrizione.

Mappature acustiche

Il decreto introduce l'obbligo per i Comuni di redigere, **entro il 30 giugno 2017**, le mappature acustiche secondo i criteri e le specifiche dettati dalla **Direttiva Inspire (2007/2)** e prevede, a decorrere **dal 31 dicembre 2018**, metodi comuni per la determinazione del rumore stabiliti dalla **Direttiva 2002/49/CE**.

Valutazione di impatto acustico

Il provvedimento, inoltre, modifica le modalità e i termini di presentazione della relazione sullo stato acustico del Comune e prevede che la **valutazione di impatto acustico di infrastrutture di trasporto** (lineari, aeroportuali e marittime) deve considerare i casi di concorrenza tra le diverse infrastrutture interessate.

Prevede l'emanazione di nuovi regolamenti per le **sorgenti di rumore attualmente non considerate** dalla normativa e l'aggiornamento della disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento di **attività sportive**. Alla definizione di 'sorgenti sonore fisse' vengono aggiunti gli **impianti eolici**.

Inquinamento acustico da macchine rumorose

Il Dlgs 41 del 17 febbraio 2017 colma un vuoto normativo relativo alle macchine rumorose operanti all'aperto e regolamentate dalla Direttiva 2000/14/CE, importate da Paesi extracomunitari e messe in commercio nella distribuzione di dettaglio, per le quali non sia stata prodotta la certificazione e la marcatura CE, e a prevenire possibili procedure di infrazione nei confronti dell'Italia.

Inquinamento acustico da macchine rumorose

Il **D. Lgs. 41** (prevenendo possibili procedure di infrazione nei confronti dell'Italia) colma un vuoto normativo relativo alle macchine rumorose operanti all'aperto e regolamentate dalla Direttiva 2000/14/CE, importate da Paesi extracomunitari e messe in commercio nella distribuzione di dettaglio per le quali non sia stata prodotta la certificazione e la marcatura CE.

In particolare, il decreto prevede che gli organismi chiamati a certificare la conformità delle macchine siano accreditati dal Ministero dell'Ambiente; definisce inoltre i requisiti minimi della strumentazione tecnica che i certificatori devono possedere e fissa a un minimo di 2,5 milioni di euro il massimale della polizza di assicurazione per la responsabilità civile.

Il personale incaricato dei controlli deve conseguire la qualifica di tecnico competente in acustica ambientale o aver frequentato con profitto un corso di formazione in acustica ambientale, compresa l'applicazione della direttiva 2000/14/CE, che attribuisca almeno tre crediti. La struttura e gli argomenti dei corsi sarà definita dal Ministero dell'Ambiente con un decreto ad hoc da emanare entro 120 giorni dall'entrata in vigore del decreto legislativo.

Infine, sono previste sanzioni per chi immette in commercio o mette in servizio macchine o attrezzature per le quali è stato accertato il superamento del livello di potenza sonora garantito.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

- Il **D. Lgs. 42** modifica e integra il D. Lgs. 194/2005 relativo alla gestione del rumore ambientale e la legge quadro sull'inquinamento acustico (L. 447/1995).
- In particolare il decreto introduce l'obbligo per i comuni di redigere, entro il 30 Giugno 2017, le mappature acustiche e prevede che, nella valutazione di impatto acustico di infrastrutture di trasporto (lineari, aeroportuali e marittime), si consideri la presenza di altre infrastrutture che concorrono all'immissione del rumore.
- Il decreto, inoltre, aggiunge gli impianti eolici alle sorgenti sonore fisse, prevede l'emanazione di nuovi regolamenti per le sorgenti di rumore attualmente non considerate dalla normativa e l'aggiornamento della disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento di attività sportive.
- Importante novità riguarda la disciplina dell'attività e della formazione della figura del tecnico competente in materia di acustica.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

- In particolare, viene istituito presso il Ministero dell'Ambiente l'elenco nominativo dei soggetti abilitati a svolgere la professione di tecnico competente sulla base dei dati inseriti dalle regioni o province autonome.
- All'elenco può iscriversi chi è in possesso della laurea o laurea magistrale ad indirizzo tecnico scientifico (riportate nella tabella seguente) e di almeno uno dei seguenti requisiti:
- avere superato con profitto l'esame finale di un master universitario con un modulo di almeno 12 crediti in tema di acustica, di cui almeno 3 di laboratori di acustica, nelle tematiche oggetto della legge 26 ottobre 1995, n. 447;
- avere superato con profitto l'esame finale di un corso in acustica per tecnici competenti svolto secondo lo schema riportato nell'allegato 2 del decreto;
- avere ottenuto almeno 12 crediti universitari in materie di acustica, di cui almeno 3 di laboratori di acustica, rilasciati per esami relativi ad insegnamenti il cui programma riprenda i contenuti dello schema di corso in acustica per tecnici competenti in allegato 2;
- aver conseguito il titolo di dottore di ricerca, con una tesi di dottorato in acustica ambientale.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Classi di laurea di cui al decreto ministeriale 16 Marzo 2007

Classe delle lauree in scienze dell'architettura e dell'ingegneria edile dell'architettura	classe L-17
Classe delle lauree in ingegneria civile e ambientale	classe L-7
Classe delle lauree in ingegneria dell'informazione	classe L-8
Classe delle lauree in ingegneria industriale	classe L-9
Classe delle lauree in scienze e tecnologie fisiche	classe L-30
Classe delle lauree in scienze matematiche	classe L-35

Classe di laurea delle professioni sanitarie di cui al decreto interministeriale 19 febbraio 2009

Classe delle lauree in professioni sanitarie della prevenzione	classe L/SNT/4
--	-----------------------

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Classi di laurea magistrale di cui all'allegato del decreto ministeriale 16 marzo 2007

Architettura e ingegneria edile-architettura	LM-4
Fisica	LM-17
Ingegneria aerospaziale e astronautica	LM-20
Ingegneria biomedica	LM-21
Ingegneria chimica	LM-22
Ingegneria civile	LM-23
Ingegneria dei sistemi edilizi	LM-24
Ingegneria dell'automazione	LM-25
Ingegneria della sicurezza	LM-26
Ingegneria delle telecomunicazioni	LM-27
Ingegneria elettrica	LM-28
Ingegneria elettronica	LM-29
Ingegneria energetica e nucleare	LM-30
Ingegneria gestionale	LM-31
Ingegneria informatica	LM-32
Ingegneria meccanica	LM-33
Ingegneria navale	LM-34
ingegneria per l'ambiente e il territorio	LM-35
Matematica	LM-40
Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria	LM-44
Scienza e ingegneria dei materiali	LM-53
Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio	LM-75

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

- In via transitoria, per un periodo di non più di cinque anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto, si può iscrivere all'elenco anche chi è in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico o maturità scientifica e dei seguenti requisiti:
- aver svolto attività professionale in materia di acustica applicata per almeno quattro anni, decorrenti dalla data di comunicazione dell'avvio alla regione di residenza, in modo non occasionale, in collaborazione con un tecnico competente ovvero alle dipendenze di strutture pubbliche di cui all'articolo 2, comma 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447, attestata da idonea documentazione. La non occasionalità dell'attività svolta è valutata tenendo conto della durata e della rilevanza delle prestazioni relative ad ogni anno. Per attività professionale in materia di acustica applicata si intende:
 - effettuazione di misure in ambiente esterno ed abitativo unitamente a valutazioni sulla conformità dei valori riscontrati ai limiti di legge
 - partecipazione o collaborazione a progetti di bonifica acustica
 - redazione o revisione di zonizzazione acustica
 - redazione di piani di risanamento
 - attività professionali nei settori dell'acustica applicata all'industria ovvero acustica forense
- avere superato con profitto l'esame finale di un corso in acustica per tecnici competenti svolto secondo lo schema riportato nell'allegato 2 del decreto.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

- Inoltre, il decreto impone anche l'obbligo dell'aggiornamento professionale. I tecnici devono partecipare, nell'arco di 5 anni dalla data di pubblicazione nell'elenco e per ogni quinquennio successivo, a corsi di aggiornamento per una durata complessiva di almeno 30 ore, distribuite su almeno tre anni.
- In caso di mancata osservanza di tale obbligo, la regione di residenza dispone la sospensione del tecnico dall'elenco per sei mesi. Allo scadere dei sei mesi, qualora non si sia provveduto a dare prova dell'avvenuta ottemperanza agli obblighi di aggiornamento, la regione dispone la cancellazione del tecnico dell'elenco.
- Di seguito si riporta lo schema del corso in acustica per tecnici competenti, la cui durata non può essere inferiore a 180 ore, delle quali almeno 60 di esercitazioni pratiche.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

MODULO I	Fondamenti di acustica
MODULO II	La propagazione del suono e l'acustica degli ambienti confinati
MODULO III	Strumentazione e tecniche di misura
MODULO IV	La normativa nazionale e regionale e la regolamentazione modulo IV comunale
MODULO V	Il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari
MODULO VI	Il rumore delle infrastrutture portuali e aeroportuali
MODULO VII	Altri regolamenti nazionali e normativa dell'Unione europea
MODULO VIII	I requisiti acustici passivi degli edifici
MODULO IX	Criteri esecutivi per la pianificazione, il risanamento ed il controllo delle emissioni sonore
MODULO X	Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro
MODULO XI	Acustica forense
MODULO XII	Esercitazioni pratiche sull'uso dei fonometri e dei software di acquisizione
MODULO XIII	Esercitazioni pratiche sull'uso dei software per la progettazione dei requisiti acustici degli edifici
MODULO XIV	Esercitazioni pratiche sull'uso dei software per la propagazione sonora

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Obiettivi del decreto

Il Decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42 prevede **l'armonizzazione della normativa nazionale** in materia di inquinamento acustico come richiesto dalla Legge Europea (L.n.161/2014) e come riportato dal Consiglio dei Ministri, si pone in particolare l'obiettivo di **ridurre le procedure di infrazione** comunitaria aperte nei confronti dell'Italia in materia di rumore ambientale, nonché quello di risolvere in modo definitivo alcune criticità normative, soprattutto in materia di **applicazione dei valori limite** e di azioni mirate alle **autorizzazioni all'esercizio di sorgenti sonore**.

Le modifiche riguardano il **decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194** che da attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Novità per le relazioni sullo stato acustico

Il decreto ha semplificato le procedure per i comuni più popolosi (oltre i 50mila abitanti), allineando gli intervalli temporali di ripetizione dell'analisi dei livelli di rumore in ambito urbano e riducendo il numero dei comuni interessati. La mappatura, oggi, riguarda solo le amministrazioni con più di 100 mila abitanti, i quali devono compilare la «Relazione quinquennale sullo stato acustico del Comune». Contemporaneamente vengono esonerati da questo obbligo i comuni individuati quali «agglomerati» dalle regioni ai sensi del D.Lgs.194/2005 e che quindi già predispongono una mappa acustica strategica secondo le specifiche della Direttiva 49/2002/CE.

La relazione biennale dello stato acustico voleva essere uno strumento conoscitivo della reale situazione acustica dei comuni. Il decreto, raddoppiando la soglia minima della popolazione residente nei comuni che fa scattare l'obbligo della predisposizione della Relazione sullo stato acustico, porta di conseguenza a una perdita di informazione sulle reali situazioni di rumore presenti sul territorio nazionale. Tuttavia, estendendo il periodo di copertura da due a cinque anni permette un allineamento con le mappature ai sensi del D.Lgs.194/2005, riducendo l'impatto economico sulle finanze comunali.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Mappe acustiche e scadenze rinviate

In particolare si segnala (modifiche all'art.3 del D.Lgs. n.194/2005) il **rinvio al 30 giugno 2017** per la trasmissione (alla regione o alla provincia autonoma competente) delle mappe acustiche strategiche ed i dati dell'anno solare precedente

- da parte delle autorità individuate dalla regione/società o enti gestori di servizi pubblici
- nel caso di infrastrutture principali di interesse nazionale o di interesse di più regioni, da parte di società/enti gestori.
- nel caso di servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture.

Le mappature acustiche (nuova comma 5 bis) vanno redatte in conformità ai criteri e alle specifiche indicate dalla **direttiva 2007/2/CE**, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire), sulla base di linee guida adottate, su proposta dell'ISPRA. Tali mappe acustiche strategiche e le mappature acustiche vanno riesaminate e rielaborate in funzione della necessità, almeno ogni cinque anni.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Piani di risanamento e di azione

L'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali (trasporti) è prevista nella legge quadro e ha richiesto la successiva emanazione di specifici decreti che disciplinino le emissioni sonore dovute a specifiche attività (per i trasporti, traffico veicolare, ferroviario, marittimo, aereo) oltre che definire i criteri per la predisposizione, da parte dei gestori dei servizi o delle infrastrutture, dei piani di intervento per il contenimento e l'abbattimento del rumore (D.M.29/11/2000).

Il decreto stabilisce che gli oneri derivanti dalle attività di risanamento sono a carico delle società e degli enti gestori, che destinano a questa finalità una percentuale specificata dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Piani di azione e scadenze differite

Nel caso in cui le **regioni o le province autonome** siano i soggetti responsabili della **redazione dei piani di azione** degli agglomerati (vedi comma 7), le attività di verifica verranno svolte dal Ministero dell'ambiente e potranno avvalersi, ove necessario, del supporto dell'**ISPRA**. I piani d'azione previsti ai commi sopracitati recepiscono

- i piani di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto dallo svolgimento dei servizi pubblici di trasporto o nell'esercizio delle relative infrastrutture,
- i piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali,
- i piani regionali triennali di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico, i piani comunali di risanamento acustico.

Previsto un rinvio al 18 luglio 2018 per la comunicazione dei piani di azione e le sintesi di cui all'allegato 6 per gli agglomerati (aggiornamenti entro il 18 aprile 2023 e ogni 5 anni) si aggiunge tale scadenza anche nel caso di infrastrutture principali di interesse nazionale o di interesse di più regioni, compresi gli aeroporti principali.

Anche in questo caso, nel caso in cui le regioni o le province autonome siano i soggetti responsabili della redazione dei piani di azione degli agglomerati, le attività di verifica saranno svolte dal Ministero dell'ambiente ma le regioni o le province autonome potranno avvalersi, ove necessario, del supporto dell'**ISPRA**.

Un prossimo decreto del Ministero dell'ambiente, adottato su proposta dell'**ISPRA**, stabilirà le modalità per l'individuazione e la **gestione delle zone silenziose** di un agglomerato e delle zone silenziose in aperta campagna. Per queste zone si vedano le scadenze nuove indicate al 31 maggio 2020 (e, successivamente, ogni cinque anni) dall'art.7 del D.Lgs. n.194/2005 (come modificato dal D.Lgs. n.42/2017).

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Metodi per la determinazione dei descrittori acustici

All'art.7 del D.Lgs. n.42/2017 si indica che a decorrere dal **31 dicembre 2018**, in luogo dell'applicazione dell'allegato 2 «Metodi di determinazione dei descrittori acustici» del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, si applicano i metodi comuni per la **determinazione del rumore** stabiliti, a norma della direttiva 2002/49/CE, dall'allegato alla direttiva (UE) 2015/996.

allegato alla direttiva (UE) 2015/996

I valori di L_{den} e L_{night} devono essere determinati mediante calcolo nei punti di misurazione, utilizzando il metodo di cui al capitolo 2 e i dati di cui al capitolo 3. Le misurazioni possono essere eseguite secondo la procedura descritta nel capitolo 4.

L_{den} day evening night level - D.Lgs.194/2005

Definizione del livello giorno-sera-notte L_{den}

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(14 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Esempio

Rumore del traffico veicolare e ferroviario e dell'attività industriale

Il calcolo del rumore deve essere definito nella gamma di frequenza tra 63 Hz e 8 kHz. I risultati della banda di frequenza devono essere forniti nel corrispondente intervallo di frequenze. I calcoli sono effettuati in bande d'ottava per il rumore generato dal traffico veicolare, dal traffico ferroviario e dall'attività industriale, ad eccezione della potenza sonora delle sorgenti di rumore ferroviario, che viene calcolata in bande in terzi d'ottava. Sulla base dei risultati in bande d'ottava, per il rumore generato dal traffico veicolare, dal traffico ferroviario e dall'attività industriale, il livello di pressione sonora media a lungo termine ponderata A per il periodo diurno, serale e notturno, di cui all'allegato I e all'articolo 5 della direttiva 2002/49/CE, viene calcolato effettuando la sommatoria su tutte le frequenze:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \sum_{i=1} 10^{(L_{eq,T,i} + A_i)/10}$$

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Revisione dei limiti

Il D.Lgs.42/2017 introduce una modifica importante nella definizione dei valori di attenzione che diventano dei livelli sonori il cui superamento impone un intervento di risanamento urgente e prioritario. Definisce, inoltre, il valore limite di immissione specifico, il «valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore», dove per sorgente sonora specifica si intende la «sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale» configurandolo quindi come valore di immissione di una singola sorgente. Il decreto ha introdotto anche un importante punto relativamente all'applicabilità di questi valori nelle zone già urbanizzate. Per il rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto risulta naturale considerare limiti di immissione specifici quelli introdotti dai regolamenti di esecuzione (DPR 142/2004 per le strade, DPR 459/1998 per le ferrovie, etc etc con eventuali adeguamenti e/o correzioni), mentre per tutte le altre tipologie di sorgenti (attività produttive, industriali, artigianali, commerciali e pubblici esercizi) risulta interessante l'analisi di due casi principali di applicazione: quello che riguarda l'insediamento di nuove attività o l'ampliamento delle esistenti e quello del risanamento di aree con sorgenti già presenti. Per le sorgenti esistenti, fatto salvo quanto già esposto, in caso di necessità di un intervento di risanamento per il superamento dei valori limite assoluti di immissione della tabella C, del DPCM 14/11/1997, ogni sorgente dovrà garantire il rispetto del proprio limite di immissione specifico. Per le nuove attività invece si dovrà prevedere il rispetto dei limiti di immissione specifici e dovrà altresì essere garantito che il nuovo contributo non determini il superamento dei limiti di immissione, eventualmente anche con la messa in opera di adeguate misure di contenimento.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

La Commissione per la tutela dell'inquinamento acustico
L'art. 8 fonda la costituzione di una Commissione per la tutela dall'inquinamento acustico composta da **rappresentanti** dei Ministeri dell'ambiente, della salute, delle infrastrutture e dei trasporti e dello sviluppo economico. Svolgerà **compiti di supporto tecnico-scientifico** in materia di recepimento dei descrittori acustici previsti dalla direttiva 2002/49/CE, definizione della tipologia e dei valori limite da comunicare alla Commissione europea, controllo della modalità di introduzione dei valori limite che saranno stabiliti nell'ambito della normativa nazionale, al fine di un loro graduale utilizzo in relazione ai controlli e alla pianificazione acustica e aggiornamento dei decreti attuativi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in merito ai metodi di determinazione dei descrittori acustici (vedi intra art.8).

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Sorgenti sonore: nuove definizioni

In attuazione della Legge Europea bis viene prevista anche una modifica della disciplina delle sorgenti sonore: l'**art. 10** del D.Lgs. n.42/2017 modifica il comma 2 dell'art.2 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Si aggiunge la definizione di "**sorgente sonora specifica**" ovvero sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale (vedi nuova lettera d bis), ma si riscrive anche la definizione di "**valore di attenzione**": il valore di immissione, indipendente dalla tipologia della sorgente e dalla classificazione acustica del territorio della zona da proteggere, il cui superamento obbliga ad un intervento di mitigazione acustica e rende applicabili, laddove ricorrono i presupposti, le azioni previste all'articolo 9. Si inserisce anche la definizione di "**valore limite di immissione specifico**": il valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore. Vengono poi sostituite le lettere «, h) e h-bis» ed è aggiunta una previsione specifica: «*Nelle zone già urbanizzate, il valore limite di immissione specifico non si applica alle sorgenti preesistenti alla data di entrata in vigore della presente legge, qualora la classificazione del territorio preveda il contatto diretto di aree classificate con valori che si discostano in misura superiore a 5dBA di livello sonoro equivalente. In tali casi si applica quanto previsto all'articolo 4, comma 1, lettera a), con modalità tali che le misure contenute nei piani di risanamento adottati ai sensi dell'articolo 7 assicurino comunque la prosecuzione delle attività esistenti, laddove compatibili con la destinazione d'uso della zona stessa.*». Ulteriori modifiche riguardano poi l'**art. 7 della legge 26 ottobre 1995, n. 447**: sostituito il comma 5 che detta i termini per la presentazione da parte del Comune con popolazione superiore a centomila abitanti, della relazione quinquennale sullo stato acustico del comune, che va trasmessa in regione **entro il 31 marzo 2020**, e successivamente ogni cinque anni.

All'art. 8 della L. n.447/1995 si richiede che "La valutazione di impatto acustico di infrastrutture di trasporto lineari, aeroportuali e marittime deve tenere conto, in fase di progettazione, dei casi di pluralità di infrastrutture che concorrono all'immissione di rumore, secondo quanto previsto dal decreto di cui all'articolo 10. comma 5. primo periodo" (nuovo comma 2 bis).

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Regolamentazione delle nuove sorgenti.

Altra importante novità introdotta dal decreto è la possibilità di introdurre con normativa specifica la regolamentazione di rumore precedentemente mai considerate, quali eliporti, etc. etc. semplificandone l'iter di approvazione e trasformando questa normativa in decreti del MATTM.

Diverse fonti di emissione sonora

L'art. 14 del D.Lgs. n.42/2017 modifica l'art.11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447: il nuovo comma 1 annuncia l'adozione prossima di **uno o più regolamenti**, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo, da natanti, da imbarcazioni di qualsiasi natura, dagli impianti di risalita a fune e a cremagliera, dagli eliporti, dagli spettacoli dal vivo, nonché dagli impianti eolici.

L'art. 16 e 17 del D.Lgs. n.42/2017 annunciano gli aggiornamenti dei decreti regolanti le emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle **attività motoristiche e le attività sportive**.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

La figura del tecnico competente

Gli artt. 20 e sgg riguardano invece le figure del **Tecnico competente**: individuati i criteri generali per l'esercizio della professione: previsto un riferimento ad un elenco nominativo dei soggetti abilitati (la domanda per l'iscrizione viene riportata all'allegato 1 del D.Lgs. n.42/2017); l'art. 21 del decreto regola i dettagli della gestione dell'elenco mentre l'art. 22 indica i requisiti per l'iscrizione; all'art. 23 le caratteristiche del Tavolo tecnico nazionale di coordinamento. In base all'art. 25, regioni e province autonome in via transitoria applicheranno la disciplina previgente alle domande di **riconoscimento della qualificazione di tecnico competente** in acustica già presentate alla data di entrata in vigore del D.Lgs. n.42/2017 e ai soggetti che alla data di entrata in vigore del decreto risultano iscritti ad un corso riconosciuto dalla regione ai fini del riconoscimento della qualifica di tecnico competente. Fino alla data di emanazione delle linee guida sull'inserimento dei dati (oggetto di un prossimo decreto), le regioni comunicheranno al Ministero dell'ambiente, con cadenza semestrale e in formato digitale i dati da inserire nell'elenco.

D.Lgs. 17 febbraio 2017 n.42

Sostenibilità economica

Viene data attuazione al criterio di delega della legge n.161/2014, relativa all'introduzione nell'ordinamento nazionale di criteri relativi alla sostenibilità economica degli obiettivi della legge quadro relativamente agli interventi di contenimento e di abbattimento del rumore per il graduale e strategico adeguamento ai principi contenuti nella Direttiva 2002/49/CE.

E' previsto che la sostenibilità economica degli obiettivi, relativamente agli interventi di contenimento e di abbattimento del rumore, sia disciplinata sulla base di specifici criteri riguardanti anche gli interventi in ambienti in cui sono presenti attività produttive, ora considerati ambienti abitativi.

Modifiche alla Legge Quadro

LEGGE 26 OTTOBRE 1995 N. 447

Legge quadro sull'inquinamento acustico.

(Gazzetta Ufficiale 30 ottobre 1995, n. 254, S.O.)

Nota: Nel testo sono indicate in rosso le modifiche introdotte dal DLgs 42 del 17/02/2017 (in vigore dal 19/04/2017)

Modifiche alla Legge Quadro

1. Finalità della legge.

1. La presente legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione.

2. I principi generali desumibili dalla presente legge costituiscono per le regioni a statuto speciale e per le province autonome di Trento e di Bolzano norme fondamentali di riforma economico-sociale della Repubblica.

Modifiche alla Legge Quadro

2. Definizioni.

1. Ai fini della presente legge si intende per:

a) inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;

b) ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;

c) sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; **gli impianti eolici**; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative;

Modifiche alla Legge Quadro

d) sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non comprese nella lettera c);

d-bis) sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale, come definito dal decreto di cui all'articolo 3, comma 1, lettera c);

e) valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;

f) 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;

~~g) valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;~~

g) valore di attenzione: il valore di immissione, indipendente dalla tipologia della sorgente e dalla classificazione acustica del territorio della zona da proteggere, il cui superamento obbliga ad un intervento di mitigazione acustica e rende applicabili, laddove ricorrono i presupposti, le azioni previste all'articolo 9.

h) 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.

h-bis) valore limite di immissione specifico: valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore.

Modifiche alla Legge Quadro

2. I valori di cui al comma 1, lettere e), f), g), h) e h-bis), sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere.

Nelle zone già urbanizzate, il valore limite di immissione specifico non si applica alle sorgenti preesistenti alla data di entrata in vigore della presente legge, qualora la classificazione del territorio preveda il contatto diretto di aree classificate con valori che si discostano in misura superiore a 5dBA di livello sonoro equivalente.

In tali casi si applica quanto previsto all'articolo 4, comma 1, lettera a), con modalità tali che le misure contenute nei piani di risanamento adottati ai sensi dell'articolo 7 assicurino comunque la prosecuzione delle attività esistenti, laddove compatibili con la destinazione d'uso della zona stessa.

Modifiche alla Legge Quadro

3. I valori limite di immissione sono distinti in:

- a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

4. Restano ferme le altre definizioni di cui all'allegato A al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991.

5. I provvedimenti per la limitazione delle emissioni sonore sono di natura amministrativa, tecnica, costruttiva e gestionale. Rientrano in tale ambito:

- a) le prescrizioni relative ai livelli sonori ammissibili, ai metodi di misurazione del rumore, alle regole applicabili alla fabbricazione;
- b) le procedure di collaudo, di omologazione e di certificazione che attestino la conformità dei prodotti alle prescrizioni relative ai livelli sonori ammissibili; la marcatura dei prodotti e dei dispositivi attestante l'avvenuta omologazione;
- c) gli interventi di riduzione del rumore, distinti in interventi attivi di riduzione delle emissioni sonore delle sorgenti e in interventi passivi, adottati nei luoghi di immissione o lungo la via di propagazione dalla sorgente al ricettore o sul ricettore stesso;
- d) i piani dei trasporti urbani ed i piani urbani del traffico; i piani dei trasporti provinciali o regionali ed i piani del traffico per la mobilità extraurbana; la pianificazione e gestione del traffico stradale, ferroviario, aeroportuale e marittimo;
- e) la pianificazione urbanistica, gli interventi di delocalizzazione di attività rumorose o di ricettori particolarmente sensibili.

Modifiche alla Legge Quadro

6. Ai fini della presente legge è definito tecnico competente la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le relative attività di controllo. ~~Il tecnico competente deve essere in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico o del diploma universitario ad indirizzo scientifico ovvero del diploma di laurea ad indirizzo scientifico.~~

~~7. L'attività di tecnico competente può essere svolta previa presentazione di apposita domanda all'assessorato regionale competente in materia ambientale corredata da documentazione comprovante l'aver svolto attività, in modo non occasionale, nel campo dell'acustica ambientale da almeno quattro anni per i diplomati e da almeno due anni per i laureati o per i titolari di diploma universitario.~~

7. La professione di tecnico competente in acustica può essere svolta previa iscrizione nell'elenco dei tecnici competenti in acustica.

~~8. Le attività di cui al comma 6 possono essere svolte altresì da coloro che, in possesso del diploma di scuola media superiore, siano in servizio presso le strutture pubbliche territoriali e vi svolgano la propria attività nel campo dell'acustica ambientale, alla data di entrata in vigore della presente legge.~~

9. I soggetti che effettuano i controlli devono essere diversi da quelli che svolgono le attività sulle quali deve essere effettuato il controllo.

Modifiche alla Legge Quadro

3. Competenze dello Stato.

1. Sono di competenza dello Stato:

a) la determinazione, ai sensi della L. 8 luglio 1986, n. 349 (3), e successive modificazioni, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, dei valori di cui all'articolo 2;

b) il coordinamento dell'attività e la definizione della normativa tecnica generale per il collaudo, l'omologazione, la certificazione e la verifica periodica dei prodotti ai fini del contenimento e dell'abbattimento del rumore; il ruolo e la qualificazione dei soggetti preposti a tale attività nonché, per gli aeromobili, per i natanti e per i veicoli circolanti su strada, le procedure di verifica periodica dei valori limite di emissione relativa ai prodotti medesimi. Tale verifica, per i veicoli circolanti su strada, avviene secondo le modalità di cui all'articolo 80 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;

c) la determinazione, ai sensi del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e, secondo le rispettive competenze, con il Ministro dei lavori pubblici, con il Ministro dei trasporti e della navigazione e con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, delle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, tenendo conto delle peculiari caratteristiche del rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto;

Modifiche alla Legge Quadro

d) il coordinamento dell'attività di ricerca, di sperimentazione tecnico-scientifica ai sensi della L. 8 luglio 1986, n. 349, e successive modificazioni, e dell'attività di raccolta, di elaborazione e di diffusione dei dati. Al coordinamento provvede il Ministro dell'ambiente, avvalendosi a tal fine anche dell'Istituto superiore di sanità, del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR), dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA), dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA), dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL), del Centro superiore ricerche e prove autoveicoli e dispositivi (CSRPAD) del Ministero dei trasporti e della navigazione, nonché degli istituti e dei dipartimenti universitari;

e) la determinazione, fermo restando il rispetto dei valori determinati ai sensi della lettera a), con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità e, secondo le rispettive competenze, con il Ministro dei lavori pubblici, con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti, allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore. Per quanto attiene ai rumori originati dai veicoli a motore definiti dal titolo III del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni, restano salve la competenza e la procedura di cui agli articoli 71, 72, 75 e 80 dello stesso decreto legislativo;

f) l'indicazione, con decreto del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'ambiente e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico;

Modifiche alla Legge Quadro

g) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei requisiti acustici dei sistemi di allarme anche antifurto con segnale acustico e dei sistemi di refrigerazione, nonché la disciplina della installazione, della manutenzione e dell'uso dei sistemi di allarme anche antifurto e anti-intrusione con segnale acustico installato su sorgenti mobili e fisse, fatto salvo quanto previsto dagli articoli 71, 72, 75, 79, 155 e 156 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni;

h) la determinazione, con le procedure previste alla lettera e), dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante o di pubblico spettacolo;

i) l'adozione di piani pluriennali per il contenimento delle emissioni sonore prodotte per lo svolgimento di servizi pubblici essenziali quali linee ferroviarie, metropolitane, autostrade e strade statali entro i limiti stabiliti per ogni specifico sistema di trasporto, ferme restando le competenze delle regioni, delle province e dei comuni, e tenendo comunque conto delle disposizioni di cui all'articolo 155 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (4), e successive modificazioni;

l) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico;

Modifiche alla Legge Quadro

m) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri di misurazione del rumore emesso dagli aeromobili e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico, con particolare riguardo:

1) ai criteri generali e specifici per la definizione di procedure di abbattimento del rumore valevoli per tutti gli aeroporti e all'adozione di misure di controllo e di riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili nella fase di decollo e di atterraggio;

2) ai criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico;

3) alla individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali e ai criteri per regolare l'attività urbanistica nelle zone di rispetto. Ai fini della presente disposizione per attività aeroportuali si intendono sia le fasi di decollo o di atterraggio, sia quelle di manutenzione, revisione e prove motori degli aeromobili;

4) ai criteri per la progettazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti;

m-bis) la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con i Ministri dello sviluppo economico, della salute e delle infrastrutture e dei trasporti, dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico.

Modifiche alla Legge Quadro

n) la predisposizione, con decreto del Ministro dell'ambiente, sentite le associazioni di protezione ambientale riconosciute ai sensi dell'articolo 13 della L. 8 luglio 1986, n. 349, nonché le associazioni dei consumatori maggiormente rappresentative, di campagne di informazione del consumatore di educazione scolastica.

2. I decreti di cui al comma 1, lettere a), c), e), h) e l), sono emanati entro nove mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge. I decreti di cui al comma 1, lettere f), g) e m), sono emanati entro diciotto mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge.

3. I provvedimenti previsti dal comma 1, lettere a), c), d), e), f), g), h), i), l) e m), devono essere armonizzati con le direttive dell'Unione europea recepite dallo Stato italiano e sottoposti ad aggiornamento e verifica in funzione di nuovi elementi conoscitivi ~~e di nuove situazioni~~ o di modifiche normative.

4. I provvedimenti di competenza dello Stato devono essere coordinati con quanto previsto dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991.

Modifiche alla Legge Quadro

4. Competenze delle regioni.

1. Le regioni, entro il termine di un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, definiscono con legge:

a) i criteri in base ai quali i comuni, ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera a), tenendo conto delle preesistenti destinazioni d'uso del territorio ed indicando altresì aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h), stabilendo il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando tali valori si discostano in misura superiore a 5 dBA di livello sonoro equivalente misurato secondo i criteri generali stabiliti dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991. Qualora nell'individuazione delle aree nelle zone già urbanizzate non sia possibile rispettare tale vincolo a causa di preesistenti destinazioni di uso, si prevede l'adozione dei piani di risanamento di cui all'articolo 7;

b) i poteri sostitutivi in caso di inerzia dei comuni o degli enti competenti ovvero di conflitto tra gli stessi;

c) modalità, scadenze e sanzioni per l'obbligo di classificazione delle zone ai sensi della lettera a) per i comuni che adottano nuovi strumenti urbanistici generali o particolareggiati;

Modifiche alla Legge Quadro

d) fermo restando l'obbligo di cui all'articolo 8, comma 4, le modalità di controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;

e) le procedure e gli eventuali ulteriori criteri, oltre a quelli di cui all'articolo 7, per la predisposizione e l'adozione da parte dei comuni di piani di risanamento acustico;

f) i criteri e le condizioni per l'individuazione, da parte dei comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico, di valori inferiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), della presente legge; tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'articolo 1 della L. 12 giugno 1990, n. 146 (7);

g) le modalità di rilascio delle autorizzazioni comunali per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico qualora esso comporti l'impiego di macchinari o di impianti rumorosi;

h) le competenze delle province in materia di inquinamento acustico ai sensi della L. 8 giugno 1990, n. 142;

Modifiche alla Legge Quadro

i) l'organizzazione nell'ambito del territorio regionale dei servizi di controllo di cui all'articolo 14;

l) i criteri da seguire per la redazione della documentazione di cui all'articolo 8, commi 2, 3 e 4;

m) i criteri per la identificazione delle priorità temporali degli interventi di bonifica acustica del territorio.

2. Le regioni, in base alle proposte pervenute e alle disponibilità finanziarie assegnate dallo Stato, definiscono le priorità e predispongono un piano regionale triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico, fatte salve le competenze statali relative ai piani di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), per la redazione dei quali le regioni formulano proposte non vincolanti. I comuni adeguano i singoli piani di risanamento acustico di cui all'articolo 7 al piano regionale.

Modifiche alla Legge Quadro

5. Competenze delle province.

1. Sono di competenza delle province:

a) le funzioni amministrative in materia di inquinamento acustico previste dalla L. 8 giugno 1990, n. 142 (9);

b) le funzioni ad esse assegnate dalle leggi regionali di cui all'articolo 4;

c) le funzioni di controllo e di vigilanza di cui all'articolo 14, comma 1.

Modifiche alla Legge Quadro

6. Competenze dei comuni.

1. Sono di competenza dei comuni, secondo le leggi statali e regionali e i rispettivi statuti:

- a) la classificazione del territorio comunale secondo i criteri previsti dall'articolo 4, comma 1, lettera a);
- b) il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati con le determinazioni assunte ai sensi della lettera a);
- c) l'adozione dei piani di risanamento di cui all'articolo 7;
- d) il controllo, secondo le modalità di cui all'articolo 4, comma 1, lettera d), del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;

Modifiche alla Legge Quadro

e) l'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico;

f) la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli, fatte salve le disposizioni contenute nel D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (10), e successive modificazioni;

g) i controlli di cui all'articolo 14, comma 2;

h) l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite di cui all'articolo 2, comma 3, per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

2. Al fine di cui al comma 1, lettera e), i comuni, entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, adeguano i regolamenti locali di igiene e sanità o di polizia municipale, prevedendo apposite norme contro l'inquinamento acustico, con particolare riferimento al controllo, al contenimento e all'abbattimento delle emissioni sonore derivanti dalla circolazione degli autoveicoli e dall'esercizio di attività che impiegano sorgenti sonore.

Modifiche alla Legge Quadro

3. I comuni il cui territorio presenti un rilevante interesse paesaggistico-ambientale e turistico, hanno la facoltà di individuare limiti di esposizione al rumore inferiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), secondo gli indirizzi determinati dalla regione di appartenenza, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera f). Tali riduzioni non si applicano ai servizi pubblici essenziali di cui all'articolo 1 della L. 12 giugno 1990, n. 146.

4. Sono fatte salve le azioni espletate dai comuni ai sensi del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991, prima della data di entrata in vigore della presente legge. Sono fatti salvi altresì gli interventi di risanamento acustico già effettuati dalle imprese ai sensi dell'articolo 3 del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991. Qualora detti interventi risultino inadeguati rispetto ai limiti previsti dalla classificazione del territorio comunale, ai fini del relativo adeguamento viene concesso alle imprese un periodo di tempo pari a quello necessario per completare il piano di ammortamento degli interventi di bonifica in atto, qualora risultino conformi ai principi di cui alla presente legge ed ai criteri dettati dalle regioni ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera a).

Modifiche alla Legge Quadro

7. Piani di risanamento acustico.

1. Nel caso di superamento dei valori di attenzione di cui all'articolo 2, comma 1, lettera g), nonché nell'ipotesi di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ultimo periodo, i comuni provvedono all'adozione di piani di risanamento acustico, assicurando il coordinamento con il piano urbano del traffico di cui al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, e con i piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale. I piani di risanamento sono approvati dal consiglio comunale. I piani comunali di risanamento recepiscono il contenuto dei piani di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i), e all'articolo 10, comma 5.

2. I piani di risanamento acustico di cui al comma 1 devono contenere:

- a) l'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare individuate ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera a);
- b) l'individuazione dei soggetti a cui compete l'intervento;
- c) l'indicazione delle priorità, delle modalità e dei tempi per il risanamento;
- d) la stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari;
- e) le eventuali misure cautelari a carattere d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

3. In caso di inerzia del comune ed in presenza di gravi e particolari problemi di inquinamento acustico, all'adozione del piano si provvede, in via sostitutiva, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b).

4. Il piano di risanamento di cui al presente articolo può essere adottato da comuni diversi da quelli di cui al comma 1, anche al fine di perseguire i valori di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h).

Modifiche alla Legge Quadro

~~5. Nei comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti la giunta comunale presenta al consiglio comunale una relazione biennale sullo stato acustico del comune. Il consiglio comunale approva la relazione e la trasmette alla regione ed alla provincia per le iniziative di competenza. Per i comuni che adottano il piano di risanamento di cui al comma 1, la prima relazione è allegata al piano stesso. Per gli altri comuni, la prima relazione è adottata entro due anni dalla data di entrata in vigore della presente legge.~~

5. Nei comuni con popolazione superiore a centomila abitanti, la giunta comunale presenta al consiglio comunale una relazione quinquennale sullo stato acustico del comune. La relazione e' approvata dal consiglio comunale ed e' trasmessa alla regione almeno entro il 31 marzo 2020, e successivamente ogni cinque anni, anche al fine di consentire alla regione di valutare la necessità di inserire i suddetti comuni tra gli agglomerati individuati ai sensi del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194. Sono esentati dalla presentazione della relazione i comuni individuati dalle regioni quali agglomerati ai fini della presentazione delle mappe acustiche strategiche di cui all'articolo 3, comma 3, del predetto decreto.

5-bis. In sede di concessione di contributi o risorse finanziarie regionali o statali, destinati ai comuni per il perseguimento degli obiettivi di cui alla presente legge, e' data priorità ai comuni che ottemperano all'obbligo di adozione della relazione di cui al comma 5 e ai comuni individuati dalla regione o dalla provincia autonoma quali agglomerati che hanno ottemperato alla redazione delle mappe acustiche strategiche di cui all'articolo 3, comma 3, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194.

Modifiche alla Legge Quadro

8. Disposizioni in materia di impatto acustico.

1. I progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'articolo 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, ferme restando le prescrizioni di cui ai decreti del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377, e successive modificazioni, e 27 dicembre 1988, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 4 del 5 gennaio 1989, devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dall'inquinamento acustico delle popolazioni interessate.

2. Nell'ambito delle procedure di cui al comma 1, ovvero su richiesta dei comuni, i competenti soggetti titolari dei progetti o delle opere predispongono una documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento delle seguenti opere:

a) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;

b) strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (14), e successive modificazioni;

c) discoteche;

d) circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;

e) impianti sportivi e ricreativi;

f) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

Modifiche alla Legge Quadro

2-bis. La valutazione di impatto acustico di infrastrutture di trasporto lineari, aeroportuali e marittime deve tenere conto, in fase di progettazione, dei casi di pluralità di infrastrutture che concorrono all'immissione di rumore, secondo quanto previsto dal decreto di cui all'articolo 10, comma 5, primo periodo.

3. E' fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti:

- a) scuole e asili nido;
- b) ospedali;
- c) case di cura e di riposo;
- d) parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- e) nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere di cui al comma 2.

~~3-bis. Nei comuni che hanno proceduto al coordinamento degli strumenti urbanistici di cui alla lettera b), del comma 1, dell'articolo 6, per gli edifici adibiti a civile abitazione, ai fini dell'esercizio dell'attività edilizia ovvero del rilascio del permesso di costruire, la relazione acustica è sostituita da una autocertificazione del tecnico abilitato che attesti il rispetto dei requisiti di protezione acustica in relazione alla zonizzazione acustica di riferimento. (comma aggiunto dall'art. 5, comma 5, legge n. 106 del 2011).~~

Modifiche alla Legge Quadro

4. Le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché le domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico.

~~5. La documentazione di cui ai commi 2, 3 e 4 del presente articolo è resa, sulla base dei criteri stabiliti ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera l), della presente legge, con le modalità di cui all'articolo 4 della L. 4 gennaio 1968, n. 15.~~

5. La documentazione di cui ai commi 2, 3 e 4 è resa sulla base dei criteri stabiliti ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera l), con le modalità di cui al decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445.

6. La domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio delle attività di cui al comma 4 del presente articolo, che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti, ai fini del rilascio del nulla-osta da parte del comune. ~~La relativa documentazione deve essere inviata all'ufficio competente per l'ambiente del comune ai fini del rilascio del relativo nulla-osta.~~

Modifiche alla Legge Quadro

9. Ordinanze contingibili ed urgenti.

1. Qualora sia richiesto da eccezionali ed urgenti necessità di tutela della salute pubblica o dell'ambiente il sindaco, il presidente della provincia, il presidente della giunta regionale, il prefetto, il Ministro dell'ambiente, secondo quanto previsto dall'articolo 8 della L. 3 marzo 1987, n. 59, e il Presidente del Consiglio dei ministri, nell'ambito delle rispettive competenze, con provvedimento motivato, possono ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria parziale o totale di determinate attività. Nel caso di servizi pubblici essenziali, tale facoltà è riservata esclusivamente al Presidente del Consiglio dei ministri.

2. Restano salvi i poteri degli organi dello Stato preposti, in base alle leggi vigenti, alla tutela della sicurezza pubblica.

Modifiche alla Legge Quadro

10. Sanzioni amministrative.

1. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 650 del codice penale, chiunque non ottempera al provvedimento legittimamente adottato dall'autorità competente ai sensi dell'articolo 9, è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma ~~da lire 2.000.000 a lire 20.000.000~~ da 2.000 euro a 20.000 euro.

~~2. Chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di una sorgente fissa o mobile di emissioni sonore, supera i valori limite di emissione e di immissione di cui all'articolo 2, comma 1, lettere e) e f), fissati in conformità al disposto dell'articolo 3, comma 1, lettera a), è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da lire 1.000.000 a lire 10.000.000.~~

2. Chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di una sorgente fissa o mobile di emissioni sonore, supera i valori limite di cui all'articolo 2, comma 1, fissati ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera a), è punito con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma da 1.000 euro a 10.000 euro.

3. La violazione dei regolamenti di esecuzione di cui all'articolo 11 e delle disposizioni dettate in applicazione della presente legge dallo Stato, dalle regioni, dalle province e dai comuni, è punita con la sanzione amministrativa del pagamento di una somma ~~da lire 500.000 a lire 20.000.000~~ da 500 euro a 20.000 euro.

Modifiche alla Legge Quadro

~~4. Il 70 per cento delle somme derivanti dall'applicazione delle sanzioni di cui ai commi 1, 2 e 3 del presente articolo è versato all'entrata del bilancio dello Stato, per essere devoluto ai comuni per il finanziamento dei piani di risanamento di cui all'articolo 7, con incentivi per il raggiungimento dei valori di cui all'articolo 2, comma 1, lettere f) e h).~~

4. Il 70 per cento delle somme derivanti dall'applicazione delle sanzioni amministrative di cui ai commi 1, 2 e 3, versate all'entrata del bilancio dello Stato, e' riassegnato su apposito capitolo dello stato di previsione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, per essere devoluto, con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai comuni per il finanziamento dei piani di risanamento di cui all'articolo 7 e alle agenzie per la protezione ambientale competenti per territorio per l'attuazione dei controlli di competenza.

4-bis. La rendicontazione giustificativa delle modalità di utilizzo delle somme di cui al comma 4, e' trasmessa dal comune alla regione entro il 31 marzo di ogni anno, corredata di una apposita relazione. Entro il 31 maggio di ogni anno, la regione trasmette al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare la rendicontazione di cui al periodo precedente per i comuni del territorio di competenza.

Modifiche alla Legge Quadro

5. In deroga a quanto previsto ai precedenti commi, le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, ~~nel caso di superamento dei valori di cui al comma 2~~ nel caso di superamento dei valori di cui ai regolamenti di esecuzione di cui all'articolo 11, hanno l'obbligo di predisporre e presentare al comune piani di contenimento ed abbattimento del rumore, secondo le direttive emanate dal Ministro dell'ambiente con proprio decreto entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge. Essi devono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5 per cento dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore. Per quanto riguarda l'ANAS la suddetta quota è determinata nella misura dell'1,5 per cento dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione.

Le modalità di accantonamento delle predette somme, della loro comunicazione, nonché del loro utilizzo finale, sono definite secondo le citate direttive del Ministro dell'ambiente. Al fine di garantire maggiore trasparenza in merito ai fondi accantonati, devono essere indicate le voci di bilancio relative alle attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse, sulle quali e' calcolata la percentuale di accantonamento.

Nel caso dei servizi pubblici essenziali, i suddetti piani coincidono con quelli di cui all'articolo 3, comma 1, lettera i); il controllo del rispetto della loro attuazione è demandato al Ministero dell'ambiente.

Modifiche alla Legge Quadro

5-bis. L'obbligo di accantonamento di cui al comma 5 non sussiste qualora si dimostra che non ricorre la necessità di realizzare interventi di contenimento e di abbattimento del rumore, ai fini del rispetto dei regolamenti di esecuzione di cui all'articolo 11. Di tale circostanza deve essere data dimostrazione mediante una relazione motivata da presentare al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, per le infrastrutture di interesse nazionale o di interesse di più regioni, ovvero alle regioni e ai Comuni territorialmente competenti per le restanti infrastrutture.

Per il gestore dell'infrastruttura ferroviaria nazionale, il suddetto obbligo di accantonamento non sussiste a condizione che il finanziamento degli interventi del piano di contenimento e abbattimento del rumore trovi integrale copertura a carico dei fondi disciplinati da contratti di programma ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 15 luglio 2015, n. 112

5-ter. In caso di inottemperanza da parte delle società e degli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture a quanto stabilito al comma 5, relativamente alla predisposizione e presentazione del piano o all'attuazione del medesimo nei tempi prefissati, si applicano i commi 1, 2 e 3 del presente articolo.

Modifiche alla Legge Quadro

11. Regolamenti di esecuzione.

~~1. Entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente di concerto, secondo le materie di rispettiva competenza, con i Ministri della sanità, dell'industria, del commercio e dell'artigianato, dei trasporti e della navigazione, dei lavori pubblici e della difesa, sono emanati regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo ed aereo, avvalendosi anche del contributo tecnico scientifico degli enti gestori dei suddetti servizi, dagli autodromi, dalle piste motoristiche di prova e per attività sportive, da natanti, da imbarcazioni di qualsiasi natura, nonché dalle nuove localizzazioni aeroportuali.~~

1. Con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con i Ministri della salute, delle infrastrutture e dei trasporti, della difesa, dei beni e delle attività culturali e del turismo e dello sviluppo economico, secondo le rispettive competenze, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, sono adottati uno o più regolamenti, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo, da natanti, da imbarcazioni di qualsiasi natura, dagli impianti di risalita a fune e a cremagliera, dagli eliporti, dagli spettacoli dal vivo, nonché dagli impianti eolici.

Modifiche alla Legge Quadro

1-bis. Con le modalità di cui al comma 1 possono essere modificati o abrogati i seguenti regolamenti in materia di inquinamento acustico: decreto del Presidente della Repubblica del 30 marzo 2004, n. 142, decreto del Presidente della Repubblica del 18 novembre 1998, n. 459, decreto del Presidente della Repubblica del 3 aprile 2001, n. 304, e decreto del Presidente della Repubblica dell'11 dicembre 1997, n. 496. Con le medesime modalità i predetti regolamenti possono essere integrati per quanto attiene alla disciplina dell'inquinamento acustico derivante da aviosuperfici, elisuperfici e idrosuperfici, nonché dalle nuove localizzazioni aeroportuali.

2. I regolamenti di cui al comma 1 ~~devono essere~~ e comma 1-bis sono armonizzati con le direttive dell'Unione europea recepite dallo Stato italiano e sono sottoposti ad aggiornamento in funzione di modifiche normative o di nuovi elementi conoscitivi, secondo criteri di semplificazione.

3. La prevenzione e il contenimento acustico nelle aree esclusivamente interessate da installazioni militari e nelle attività delle Forze armate sono definiti mediante specifici accordi dai comitati misti paritetici di cui all'articolo 3 della L. 24 dicembre 1976, n. 898, e successive modificazioni.

Modifiche alla Legge Quadro

12. Messaggi pubblicitari.

1. All'art. 8 della della L. 6 agosto 1990, n. 223, dopo il comma 2, è inserito il seguente:

"2 bis. E' fatto divieto alla concessionaria pubblica e ai concessionari privati per la radiodiffusione sonora e televisiva di trasmettere sigle e messaggi pubblicitari con potenza sonora superiore a quella ordinaria dei programmi".

2. La disposizione di cui al comma 1 si applica dodici mesi dopo la data di entrata in vigore della presente legge. La vigilanza e le sanzioni sono disposte ai sensi del D.Lgs. 25 gennaio 1992, n. 74.

13. Contributi agli enti locali.

1. Le regioni nell'ambito dei propri bilanci possono concedere contributi in conto interessi ed in conto capitale per le spese da effettuarsi dai comuni e dalle province per l'organizzazione del sistema di monitoraggio e di controllo, nonché per le misure previste nei piani di risanamento.

2. Nella concessione dei contributi ai comuni, di cui al comma 1 del presente articolo, è data priorità ai comuni che abbiano adottato i piani di risanamento di cui all'articolo 7.

Modifiche alla Legge Quadro

14. Controlli.

1. Le amministrazioni provinciali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza per l'attuazione della presente legge in ambiti territoriali ricadenti nel territorio di più comuni ricompresi nella circoscrizione provinciale, utilizzano le strutture delle agenzie regionali dell'ambiente di cui al D.L. 4 dicembre 1993, n. 496, convertito, con modificazioni, dalla L. 21 gennaio 1994, n. 61.

2. Il comune esercita le funzioni amministrative relative al controllo sull'osservanza:

a) delle prescrizioni attinenti il contenimento dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico veicolare e dalle sorgenti fisse;

b) della disciplina stabilita all'articolo 8, comma 6, relativamente al rumore prodotto dall'uso di macchine rumorose e da attività svolte all'aperto;

c) della disciplina e delle prescrizioni tecniche relative all'attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 6;

d) della corrispondenza alla normativa vigente dei contenuti della documentazione fornita ai sensi dell'articolo 8, comma 5.

d-bis) dei regolamenti di esecuzione di cui all'articolo 11 e delle disposizioni statali e regionali dettate in applicazione della presente legge.

3. Il personale incaricato dei controlli di cui al presente articolo ed il personale delle agenzie regionali dell'ambiente, nell'esercizio delle medesime funzioni di controllo e di vigilanza, può accedere agli impianti ed alle sedi di attività che costituiscono fonte di rumore, e richiedere i dati, le informazioni e i documenti necessari per l'espletamento delle proprie funzioni. Tale personale è munito di documento di riconoscimento rilasciato dall'ente o dall'agenzia di appartenenza. Il segreto industriale non può essere opposto per evitare od ostacolare le attività di verifica o di controllo.

Modifiche alla Legge Quadro

15. Regime transitorio.

1. Nelle materie oggetto dei provvedimenti di competenza statale e dei regolamenti di esecuzione previsti dalla presente legge, fino all'adozione dei provvedimenti e dei regolamenti medesimi si applicano, per quanto non in contrasto con la presente legge, le disposizioni contenute nel decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 57 dell'8 marzo 1991, fatta eccezione per le infrastrutture dei trasporti, limitatamente al disposto di cui agli articoli 2, comma 2, e 6, comma 2.

2. Ai fini del graduale raggiungimento degli obiettivi fissati dalla presente legge, le imprese interessate devono presentare il piano di risanamento acustico di cui all'articolo 3 del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991, entro il termine di sei mesi dalla classificazione del territorio comunale secondo i criteri di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), della presente legge. Nel piano di risanamento dovrà essere indicato con adeguata relazione tecnica il termine entro il quale le imprese prevedono di adeguarsi ai limiti previsti dalle norme di cui alla presente legge.

3. Le imprese che non presentano il piano di risanamento devono adeguarsi ai limiti fissati dalla suddivisione in classi del territorio comunale entro il termine previsto per la presentazione del piano stesso.

4. Con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, sono stabiliti i criteri e le modalità per l'applicazione delle disposizioni di cui all'articolo 2, comma 3, del citato decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 1° marzo 1991.

Modifiche alla Legge Quadro

16. Abrogazione di norme.

1. Con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei ministri, è emanato, ai sensi dell'articolo 17, comma 2, della L. 23 agosto 1988, n. 400 (20), entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri competenti, un apposito regolamento con il quale sono individuati gli atti normativi incompatibili con la presente legge, che sono abrogati con effetto dalla data di entrata in vigore del regolamento medesimo.

17. Entrata in vigore.

1. La presente legge entra in vigore sessanta giorni dopo la sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Decreto applicativo

Decreto del Ministro dell'Ambiente n. 105 del 15 aprile 2019 che disciplina i contenuti della relazione quinquennale sullo stato acustico del Comune ai sensi dell'articolo 7, comma 5 della legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995, come modificato dall'articolo 11, comma 1, lettera a) del decreto legislativo n. 42/2017, e in attuazione dell'articolo 27, comma 2, del medesimo decreto legislativo.

Quadro normativo di riferimento

A. Normativa pubblicistica

L. 26 ottobre 1995, n. 447
<Legge quadro sull'inquinamento acustico>

DPCM 1/3/1991

<Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno>

DPCM 14/11/1997

<Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore>

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194
<Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale>

→ mancanza di decreti attuativi

↓
procedura d'infrazione
avviata dalla
Commissione europea
(n. 2013/2022)

Quadro normativo di riferimento

D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 41
<Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161>

IN VIGORE DAL 19 APRILE 2017

▶ Armonizzazione con la normativa europea in materia di rumorosità emessa dalle macchine funzionanti all'aperto e in materia di vigilanza sulla commercializzazione dei prodotti e di accreditamento dei soggetti preposti a tali attività
▶ Modifiche marginali al D.Lgs. n. 262/2002

D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42
<Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161>

Modifica:

- L. n. 447/1995
- D.Lgs. n. 194/2005

Quadro normativo di riferimento

B. Normativa civilistica

Art. 844 codice civile
<Immissioni>



Tutela inibitoria

Art. 2043 codice civile
<Risarcimento da fatto illecito>



Tutela risarcitoria

C. Normativa penale

Art. 659 codice penale
<Disturbo del riposo o delle
occupazioni delle persone>

**Art. 10 L. n.
447/1995**
<Sanzioni
amministrative>

I principi basilari

INQUINAMENTO ACUSTICO
(art. 2, co. 1, lett. a, L. n. 447/1995)



Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire le legittime funzioni degli ambienti stessi.

I principi basilari

Il rumore può essere prodotto da

SORGENTI SONORE FISSE



1) gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; 2) le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; gli impianti eolici; i parcheggi; 3) le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; 4) i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative (art. 2, co. 1, lett. c, l. n. 447/1995)

SORGENTI SONORE MOBILI



tutte le sorgenti sonore non definite come sorgenti sonore fisse (art. 2, co. 1, lett. d, l. n. 447/1995)

I principi basilari

LA PRODUZIONE DI RUMORE È SOGGETTA AL RISPETTO DI

Valori limite di emissione



Il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente (art. 2, co.1, lett. e, l. n. 447/1995)

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 (art.2, co. 1, lett. f, l. n. 447/1995).

Si distinguono in:

valori limite assoluti **valori limite differenziali**

Valore limite di immissione specifico: valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica (art. 2, co.1, lett. h-bis L. n. 447/95)

→ **novità**

Rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti (art 2, co. 3, lett. a, L n. 447/95; art. 3, co. 1, DPCM 14/11/1997)

Indica la differenza tra il rumore ambientale (livello di pressione sonora prodotta da tutte le sorgenti esistenti e attive in un dato luogo e in un dato momento, compreso il rumore prodotto dalla sorgente sonora specifica) e il rumore residuo (livello di pressione sonora che si rileva dopo l'esclusione delle specifiche sorgenti disturbanti) (art. 2, co. 3, lett. b, L. n. 447/95)

I principi basilari

La produzione di rumore deve tuttavia tenere conto anche dei:

Valori di attenzione



VERSIONE ANTE D.Lgs. n. 42/2017

Il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente: **SUPERAMENTO: OBBLIGO PIANO RISANAMENTO ACUSTICO** (art. 2, co.1, lett. g, e art. 7, l. n. 447/1995)

VERSIONE VIGENTE

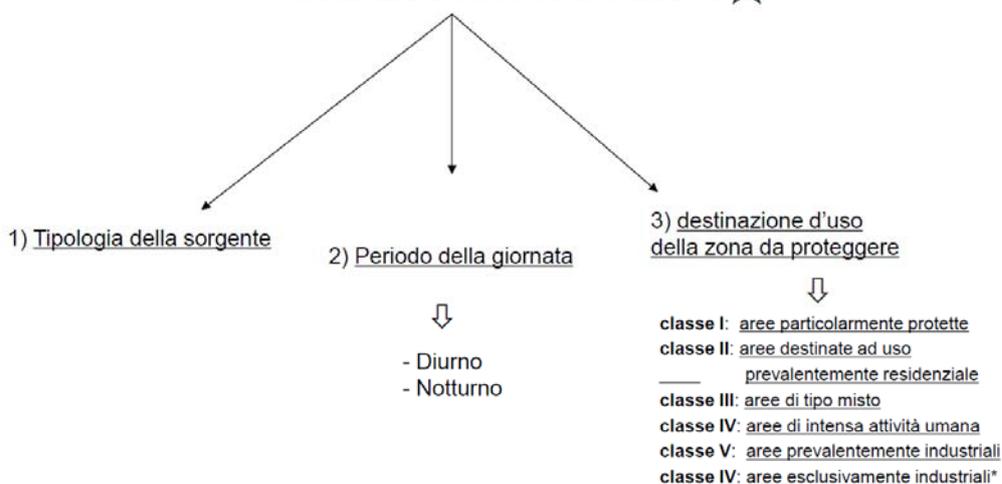
Il valore di immissione il cui superamento obbliga a un intervento di mitigazione acustica (piani di risanamento) e legittima l'adozione di ordinanze contingibili e urgenti, laddove ne ricorrano i presupposti (art. 2, co.1, lett. g, e art. 7, l. n. 447/1995)

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 legge (art. 2, co.1, lett. h, l. n. 447/1995)

I principi basilari

DIVERSI VALORI LIMITE ★



I valori limite sono determinati dallo Stato (art. 2, co. 2 e art. 3, co. 1, lett. a, l. n. 447/1995): D.P.C.M. 14/11/1997 (il D.Lgs. n. 42/2017 ne ha previsto un aggiornamento, senza fissare scadenze di riferimento).

* **ATTENZIONE:** a questa tipologia di aree non si applica il valore limite differenziale di immissione (art. 4, co 1; DPCM 14/11/1997)

Classificazione acustica

L'APPLICAZIONE DEI VALORI

I valori si applicano alle sorgenti sonore in base alla **ZONIZZAZIONE ACUSTICA**.



Individuazione nel territorio comunale delle sei classi di destinazione d'uso *

* **Attenzione:** la zonizzazione acustica deve:

- 1) evitare il contatto diretto di aree con una differenza superiore a 5 DbA di livello sonoro (altrimenti scatta l'obbligo per il Comune di adottare un piano di risanamento acustico)(art. 6, co. 1, lett. a, l. n. 447/1995; art. 4, co. 1,lett. a, l. n. 447/1995);
- 2) tenere conto delle preesistenti destinazioni d'uso (art. 6, co. 1, lett. a, l. n. 447/1995; art. 4, co. 1, lett. a, l. n. 447/1995) ;
- 3) coordinarsi con gli strumenti urbanistici già adottati (art. 6, co. 1, lett. b, l. n. 447/1995).

Classificazione acustica: contenziosi tipo

ZONIZZAZIONE ACUSTICA/ PREESISTENTI DESTINAZIONI D'USO-PIANIFICAZIONE URBANISTICA

I principi di riferimento



La zonizzazione acustica deve conformarsi allo stato di fatto (destinazioni d'uso definite dalla pianificazione urbanistica previgente) > legittimo affidamento

La zonizzazione acustica deve rispondere a sopravvenute finalità di tutela ambientale e deve poter influire sulla realtà esistente

TAR BRESCIA, I, n. 773/2018
TAR MILANO, IV, n. 133/2015
TAR BRESCIA, I, n. 478/2015
TAR PIEMONTE, I, n. 616/2014
TAR MILANO, II, n. 2734/2012
TAR BRESCIA, I, n. 1792/2012
TAR VENETO, III, n. 24/2011

TAR Friuli-Venezia Giulia, I, n. 212/2017
TAR Toscana, I, n. 1771/2016; TAR MI,II, n.1209/2016
TAR Brescia, i, n. 59/2014
Cons. Stato, IV, n. 4405/2015
Cons. Stato, IV, n. 2957/2011

N.B.
Il Collegio privilegia l'uso preesistente rispetto a quello successivo, seppur anch'esso conforme al piano urbanistico

Cosa succede se il Comune non ha adottato la classificazione acustica?

SI APPLICANO:

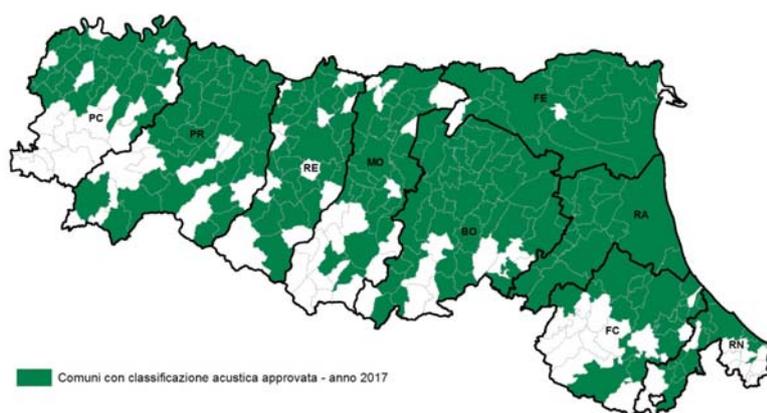
- 1) LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO PREVISTA NELL'ARTICOLO 6, CO. 1, DPCM 1 MARZO 1991 (art. 8, co. 1, DPCM 14/11/1997)
- 2) I LIMITI PER IL RUMORE PREVISTI NELL'ARTICOLO 6, CO. 1, DPCM 1 MARZO 1991 (art. 8, co. 1, DPCM 14/11/1997)

Zonizzazione	Limite diurno	Limite notturno
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M.1444/68)*	65	55
Zona B (D.M. 1444/68)*	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

* Zone di cui all'art. 2 del D.M. 2 aprile 1968, n. 1444

ATTENZIONE: durante il regime provvisorio, si applica il limite differenziale previsto dall'art. 6, co. 2, DPCM 1 marzo 1991?
Orientamento prevalente: NO (Cons. Stato, IV, n. 880/2003; TAR Umbria, I, n. 164/2013).

Regione Emilia-Romagna



Provincia	Comuni che hanno approvato la classificazione acustica		% Popolazione zonizzata	% Superficie zonizzata
	N.	%		
Piacenza	30	62,5	88,0	53,7
Parma	35	77,8	93,9	75,9
Reggio Emilia	31	73,8	83,2	72,0
Modena	29	61,7	88,0	59,3
Bologna	47	85,5	96,7	83,4
Ferrara	20	87,0	88,0	95,5
Ravenna	18	100,0	100,0	100,0
Forlì-Cesena	17	56,7	88,9	58,2
Rimini	13	52,0	85,5	55,2
Emilia-Romagna	240	72,1	91,0	73,8

D.P.C.M. 14/11/1997

Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore

Tabella A del D.P.C.M. 14 novembre 1997:

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

CLASSE 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.
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 e artigianali
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
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
CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

D.P.C.M. 14/11/1997

Tabella B del D.P.C.M. 14 novembre 1997:

VALORI LIMITE DI EMISSIONE - Leq in dB(A)

Definizione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora.		
Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
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
Note: I valori limite di emissione del rumore da sorgenti mobili e da singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono anche regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.		

D.P.C.M. 14/11/1997

Tabella C del D.P.C.M. 14 novembre 1997:

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE - Leq in dB(A)

Definizione: il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
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

Note: I valori sopra riportati non si applicano alle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali ed alle altre sorgenti sonore di cui all'art. 11 della Legge quadro n. 447 (autodromi, etc.), all'interno delle rispettive fasce di pertinenza.

All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

D.P.C.M. 14/11/1997

Art.4 del D.P.C.M. 14 novembre 1997:

VALORI LIMITE DIFFERENZIALI DI IMMISSIONE - Leq in dB(A)

Definizione: la differenza massima tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo, all'interno degli ambienti abitativi.

	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
Differenza in dB(A)	5	3

Note: Tali valori non si applicano:

- nelle aree classificate nella classe VI della Tabella A;
 - nei seguenti casi in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:
 - se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
 - se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno;
 1. alla rumorosità prodotta da:
 1. infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- a) attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- a) servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Casi in cui NON si applica il criterio differenziale

I limiti differenziali **non si applicano** nei seguenti casi, poiché **ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile**:

- se il livello di *rumore ambientale* misurato a **finestre aperte**
durante il periodo **diurno** < 50 dB(A)
durante il periodo **notturno** < 40 dB(A)
- se il livello di *rumore ambientale* misurato a **finestre chiuse**
durante il periodo **diurno** < 35 dB(A)
durante il periodo **notturno** < 25 dB(A)
- **nelle aree esclusivamente industriali;**
- **alle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime;**
- **ad attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;**
- **per i servizi e gli impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune**, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Circolare Min. Amb. 6 settembre 2004

Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali

Casi in cui si applica il criterio differenziale

- rumorosità prodotta da circoli privati, centri sociali, centri sportivi (tra questi anche il tiro a volo) e ricreativi;
- nel caso di impianto a ciclo produttivo continuo esistente oggetto di modifica (ampliamento, adeguamento ambientale, etc.) limitatamente ai nuovi impianti che costituiscono la modifica.

Casi in cui NON si applica il criterio differenziale

- servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso;
- Attività temporanee e manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico.

D.P.C.M. 14/11/1997

Tabella del D.P.C.M. 14 novembre 1997:
VALORI DI ATTENZIONE - Leq in dB(A)

Definizione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.				
Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento		Tempo di un'ora	
	Diurno (06.00- 22.00)	Notturmo (22.00- 06.00)	Diurno (06.00- 22.00)	Notturmo (22.00- 06.00)
I Aree particolarmente protette	50	40	60	45
II Aree prevalentemente residenziali	55	45	65	50
III Aree di tipo misto	60	50	70	55
IV Aree di intensa attività umana	65	55	75	60
V Aree prevalentemente industriali	70	60	80	65
VI Aree esclusivamente industriali	70	70	80	75
Note: I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.				

D.P.C.M. 14/11/1997

Tabella+ D del D.P.C.M. 14 novembre 1997:
VALORI DI QUALITA' - Leq in dB(A)

1. Definizione: i valori di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare le finalità previste dalla Legge Quadro n.447/95.		
Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
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

D.P.C.M. 14/11/1997

Art.8 - regime transitorio ex art.6 DPCM 1/3/1991

Art. 6 DPCM 1/3/1991 Zonizzazione	Periodi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
- Tutto il territorio nazionale	70	60
- Zona A (DM. 2/4/68)	65	55
- Zona B (DM. 2/4/68)	60	50
- Zona esclusiv. industriale	70	70

Il superamento di tali limiti comporta l'adozione delle sanzioni di cui all'art. 10 della L. 447/95.

Verifica del rispetto dei limiti

- 1) Tutti i progetti sottoposti a VIA e a VAS → nell'ambito del procedimento è valutato anche l'impatto acustico dei progetti
- 2) La realizzazione di
- 1 - Scuole e asili nidi
 - 2 - Ospedali
 - 3 - Case di cura e di riposo
 - 4 - Parchi pubblici urbani e extraurbani
 - 5 - Nuovi insediamenti residenziali prossimi a:
- Occorre la presentazione della valutazione previsionale di clima acustico delle aree interessate dal progetto (art. 8, co. 3, l. n. 447/1995)
- A) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
 - B) Strade;
 - C) Discoteche;
 - D) Circoli privati e pubblici esercizi
ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
 - E) impianti sportivi e ricreativi;
 - F) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia

Verifica del rispetto dei limiti

Domande di Concessione Edilizia relative a:

- a) nuovi impianti
b) infrastrutture
- adibiti ad
- attività produttive;
 - attività sportive;
 - attività ricreative;
 - postazioni di servizi commerciali polifunzionali.

Devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico (art. 8, co. 4, l. n. 447/1995).

Le domande per il rilascio dei provvedimenti comunali che abilitano all'utilizzazione degli impianti e delle infrastrutture di cui sopra*

* Se si prevede che le attività per cui è richiesta la licenza o l'autorizzazione possano produrre valori di emissione superiori a quelli fissati in base alla legge, occorre allegare alla domanda le misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore ai fini del rilascio del nulla osta comunale (art. 8, co. 6 e 7, l. n. 447/1995).

Verifica del rispetto dei limiti

4) Per la realizzazione, modifica o il potenziamento, qualora non soggetti a VIA, di:

- a) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
b) strade;
c) discoteche;
d) circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
e) impianti sportivi e ricreativi;
f) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia,

Il Comune **può** chiedere la presentazione di una documentazione di impatto acustico (art. 8, co. 2, l. n. 447/1995)

La valutazione del rumore ambientale

- **Clima acustico e Impatto acustico. Legge Quadro**
- In particolare, l'art. 8 definisce le attività per le quali è fatto obbligo di produrre una valutazione di **impatto acustico** (previsionale e/o in opera) e quelle per cui invece vi è la necessità di elaborare una valutazione previsionale di **clima acustico**.
- Le Regioni in molti casi hanno definito le modalità di redazione di questi documenti.
- Nel 2017 sono stati pubblicati i due decreti di cui si è parlato:
- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 41
- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42,
- **Questi ultimi due decreti non hanno portato tuttavia a variazioni significative nell'ambito delle tipologie di valutazioni di clima o di impatto acustico che spesso le aziende o i cittadini privati sono chiamati a presentare agli enti competenti.**

Impatto acustico

- Una previsione di impatto acustico deve essere eseguita anche nell'ambito delle domande per il **rilascio di permessi di costruire** relativi a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla **utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture**, nonché le domande di **licenza o di autorizzazione all'esercizio** di attività produttive.
- In altre parole, se hai intenzione di avviare una nuova attività produttiva, commerciale o ricreativa, è necessario valutare preventivamente gli impatti che tale attività avrà in termini di emissioni sonore verso i recettori sensibili sul territorio. **Nel caso di attività produttive, la valutazione può essere ricompresa nell'ambito di una più ampia richiesta di Autorizzazioni (AUA o AIA).**
- E' infine disposto che, nel caso in cui a seguito della suddetta valutazione si prevede che possano essere prodotti valori di emissione superiori ai limiti di legge, la documentazione deve contenere l'indicazione delle **misure previste per ridurre o eliminare le emissioni** sonore causate dall'attività o dagli impianti, ai fini del rilascio del **nulla-osta** da parte del comune.

Impatto acustico

- Valutazione di impatto acustico applicata a situazione esistente. La valutazione di impatto acustico viene eseguita "in opera", ossia quando la sorgente che genera rumore è già esistente.
- Per valutare l'impatto acustico di un'infrastruttura o attività già esistente si esegue la **misura dei livelli di rumorosità**, i cui risultati dovranno essere conformi ai limiti di legge previsti dal DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- Spesso tali misurazioni sono effettuate nell'ambito di controlli periodici relativi, ad esempio, a prescrizioni contenute nelle autorizzazioni ambientali, o altre volte è inserita all'interno di un piano di monitoraggio (es. nel caso di grandi opere infrastrutturali).
- Anche in questo caso, qualora durante la campagna di misure venisse riscontrato un superamento dei limiti di legge, la relazione finale del Tecnico Competente conterrà le possibili misure di intervento/mitigazione da attuare.

DPR 227/2011

- Esenzioni: il DPR 227/2011.
- Con l'emanazione del Decreto del Presidente della Repubblica 19 Ottobre 2011, n.227 «Regolamento per la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle imprese, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122», è stata introdotta l'esclusione dall'obbligo di presentare la documentazione di impatto acustico per le "**attività a bassa rumorosità**" di cui all'Allegato B dello stesso Decreto, fatta eccezione per l'esercizio di ristoranti, pizzerie, trattorie, bar, mense, attività ricreative, agroturistiche, culturali e di spettacolo, sale da gioco, palestre, stabilimenti balneari che utilizzino impianti di diffusione sonora ovvero svolgano manifestazioni ed eventi con diffusione di musica o utilizzo di strumenti.
- Per queste ultime attività, e per tutte le altre attività non ricomprese nell'Allegato B, qualora si accertato che non vengono superati i limiti di emissione di rumore, è possibile anche fare ricorso ad una **dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà** di cui all'articolo 8, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in alternativa alla presentazione della valutazione agli enti preposti.

Ordinanze contingibili e urgenti

(art. 9, l. n. 447/1995)

In presenza di:

eccezionali e urgenti →
necessità di tutela della salute pubblica
o dell'ambiente ⇒

- 1) Sindaco
- 2) Presidente della Provincia
- 3) Presidente della Giunta regionale
- 4) Prefetto
- 5) Ministero dell'Ambiente
- 6) Il Presidente del Consiglio dei Ministri



Possono ordinare, con provvedimento motivato:



Il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria totale o parziale di determinate attività.

- TAR FRIULI V.G., I, n. 47/2019
- TAR BASILICATA, I, n. 590/2017
E' sufficiente il superamento dei valori limite

- TAR FRIULI V.G., I, n. 26/2018
- TAR MILANO, III, n. 825/2016
E' necessario che si tratti di situazioni dannose non permanenti

Rumore disturbante: iniziative di contrasto

A.

SOLLECITARE
CONTROLLO/INTERVENTO DEL COMUNE

ESPOSTO



AVVIO PROCEDIMENTO PER PRESUNTO
INQUINAMENTO ACUSTICO



ISTRUTTORIA

→ ARPA

→ Atti di accertamento
«a sorpresa»



ACCERTAMENTO SUPERAMENTO VALORI LIMITE

POSSIBILI CONSEGUENZE



- CONTESTAZIONE SANZIONE AMMINISTRATIVA
EX ART. 10 L. n. 447/1995
- SEGNALAZIONE ALL'AUTORITA' GIUDIZIARIA
IPOTESI DI REATO EX ART. 659 cp



● ORDINANZA CONTINGIBILE-URGENTE



TAR CALABRIA, I, n. 382/2017 (competenza)

Rumore prodotto da fonti riconducibili ad attività commerciali/produktive/professionali

TAR MARCHE I, n. 380/2016
TAR E.ROMAGNA, II, n. 64/2014

segue ...

Rumore disturbante: iniziative di contrasto

B.

ESPOSTO-DENUNCIA PENALE (art. 659 cp: 2 ipotesi di reato)

- Occorre che vi sia il superamento della «normale tollerabilità» (Cass. pen. n. 45262/2018; n. 5613/2017; n. 39833/2017; n. 35422/2016; n. 5735/2015);
- Idoneità ad arrecare disturbo a un numero indeterminato di persone: nel caso di rumore all'interno di un condominio, occorre l'idoneità ad arrecare disturbo a una consistente parte dello stesso (Cass. pen. n. 30189/2017; n. 38901/2018; n. 45616/2013);
- l'idoneità della condotta è un accertamento di fatto rimesso all'apprezzamento del giudice di merito, che può prescindere dalla consulenza tecnica e basarsi sulla testimonianza (Cass. pen. n. 51584/2018; n. 39833/2017; n. 21923/2017; n. 1746/2017)

Fattispecie del
1° comma:
rumore prodotto da
qualsiasi fonte

C.

AZIONE CIVILE

(art. 844 c.c./art. 6ter DL n. 208/2008- art. 2043 c.c.)

- Rapporto con la tutela amministrativa: accertamento in concreto del superamento del limite della «normale tollerabilità» (Cass. civ. III, n. 20198/2016; Cass. civ., II, n.20553/2017);
- Criterio «assoluto»/criterio «comparativo/differenziale» di accertamento della «normale tollerabilità» (Cass. civ. n.1606/2017; n. 22105/2015; n. 9660/2015).

Immissioni
rilevabili nei
«rapporti di
vicinato»

Normale tollerabilità

- Con la legge 30 dicembre 2018, n. 145 - GU Serie Generale n. 302 del 31-12-2018 - Supplemento Ordinario n. 62 si introduce una modifica epocale alla Normale Tollerabilità.
- **LEGGE DI BILANCIO 2019**
- Legge 30 dicembre 2018, n. 145 - GU Serie Generale n. 302 del 31-12-2018 - Supplemento Ordinario n. 62) , Legge di Bilancio 2019 l'Articolo 746 recita:
- All'articolo 6-ter del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 febbraio 2009, n. 13, dopo il comma 1 è aggiunto il seguente: « **1-bis. Ai fini dell'attuazione del comma 1, si applicano i criteri di accettabilità del livello di rumore di cui alla legge 26 ottobre 1995, n. 447, e alle relative norme di attuazione** ».
-
- Il testo del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208 (in Gazzetta Ufficiale n. 304 del 31 dicembre 2008), coordinato con la legge di conversione 27 febbraio 2009, n. 13 e la Legge 30 dicembre 2018, n. 145 - GU Serie Generale n. 302 del 31-12-2018 - Supplemento Ordinario n. 62 Articolo 746.
-
-

Normale tollerabilità

- **Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente**
-
- **Art. 6-ter**
- **Normale tollerabilità delle immissioni acustiche**
-
- **Nell'accertare la normale tollerabilità delle immissioni e delle emissioni acustiche, ai sensi dell'articolo 844 del codice civile, sono fatte salve in ogni caso le disposizioni di legge e di regolamento vigenti che disciplinano specifiche sorgenti e la priorità di un determinato uso.**
- **1-bis. Ai fini dell'attuazione del comma 1, si applicano i criteri di accettabilità del livello di rumore di cui alla legge 26 ottobre 1995, n. 447, e alle relative norme di attuazione ».**
-
- Per completezza si riporta il testo dell'articolo 844, del codice civile
-
- **Art. 844 (Immissioni).**
- Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi. Nell'applicare questa norma l'autorità giudiziaria deve contemperare le esigenze della produzione con le ragioni della proprietà. Può tener conto della priorità di un determinato uso.

Norme Regione Emilia-Romagna

Delibera della Giunta Regionale del 10/12/2018, n. 2135

Disposizioni attuative per la formazione del tecnico competente in acustica DLgs. 42/2017

Delibera della Giunta Regionale del 14/03/2016, n. 331

Criteri di valutazione della domanda per il riconoscimento di tecnico competente in acustica ambientale

Delibera della Giunta Regionale del 25/02/2013, n. 191

Direttiva per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale.

Delibera della Giunta Regionale del 23/09/2013, n. 1339

D.Lgs 194/2005 "Attuazione della DIR 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"- Approvazione delle Linee Guida per l'elaborazione dei Piani di azione relativi alle strade ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"

Delibera della Giunta Regionale del 17/09/2012, n. 1369

DLgs 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"

Delibera della Giunta Regionale del 24/04/2006 n. 591

Individuazione degli agglomerati e delle infrastrutture stradali di interesse provinciale ai sensi dell'art.7 c. 2 lett.a) Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 194 recante 'Attuazione della direttiva 2002/49/ce relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale'.

Norme Regione Emilia-Romagna

Delibera della Giunta Regionale del 14/04/2004 n. 673

Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della LR 9/05/01, n.15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"

Delibera della Giunta Regionale del 21/01/2002 n. 45

Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico'

Delibera della Giunta Regionale del 09/10/2001 n. 2053

Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"

Legge Regionale del 09/05/2001, n.15

Disposizioni in materia di inquinamento acustico.

Disposizioni in materia di IMPATTO ACUSTICO

L.447/95 Art. 8

Nella procedura di V.I.A. (Valutazione di Impatto Ambientale)
Su richiesta dei Comuni



Documentazione di impatto acustico

Redatta in conformità alle linee guida predisposte dalla Regione

- aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
- autostrade, strade extraurbane principali, strade extraurbane secondarie, strade urbane di scorrimento, strade urbane di quartiere e strade locali;
- discoteche;
- circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
- impianti sportivi e ricreativi;
- ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

OBBLIGATORIO!

Per le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a:

- nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive;
- sportive e ricreative
- postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
- provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture;
- domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive.

Impatto acustico L.R.15/01 art.10

- 1. La Giunta regionale, entro sessanta giorni dall'entrata in vigore della presente legge, sentita la competente Commissione consiliare, fissa i criteri per la predisposizione della documentazione di impatto acustico a corredo dei progetti per la realizzazione, la modifica od il potenziamento delle opere indicate al comma 2 dell'art. 8 della Legge n. 447 del 1995.
- 2. Nello stesso termine di cui al comma 1 la Giunta regionale, sentita la competente Commissione consiliare, fissa i criteri per la redazione della valutazione previsionale di clima acustico delle aree interessate dagli insediamenti indicati al comma 3 dell'art. 8 della Legge n. 447 del 1995.
- 3. La documentazione di previsione di impatto acustico, redatta sulla base dei criteri fissati dalla Regione entro sessanta giorni dall'entrata in vigore della presente legge, è allegata, ai sensi del comma 4 dell'art. 8 della Legge n. 447 del 1995, alle domande per il rilascio:
 - a) di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive e ricreative ed a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
 - b) di altri provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui alla lett. a);
 - c) di qualunque altra licenza od autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive.
- 4. I criteri di cui al comma 3 prevedono modalità semplificate per la documentazione di previsione di impatto acustico relativamente alle attività produttive che non utilizzano macchinari o impianti rumorosi ovvero che non inducono significativi aumenti di flussi di traffico.
- 5. Per la trasformazione e l'ampliamento delle imprese dotate di un sistema di gestione ambientale EMAS o ISO 14000 la documentazione di cui al comma 3 è quella prevista dal proprio sistema di gestione ambientale qualora questa contenga gli elementi previsti nei criteri fissati dalla Regione.
- 6. Qualora in luogo della domanda di rilascio dei provvedimenti di cui al comma 3 sia prevista la denuncia di inizio di attività, od altro atto equivalente, la documentazione prescritta deve essere tenuta dal titolare dell'attività e deve essere presentata a richiesta dell'autorità competente al controllo.
- 7. La documentazione di impatto acustico prescritta ai sensi dei commi precedenti, qualora i livelli di rumore previsti superino i valori limite di immissione ed emissione definiti dal DPCM 14 novembre 1997, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lett. a) della Legge n. 447 del 1995, deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti.
- 8. I Comuni entro centottanta giorni dall'entrata in vigore della presente legge provvedono ad adeguare i propri regolamenti relativi al rilascio delle concessioni, autorizzazioni e provvedimenti di cui ai commi precedenti

Impatto acustico L.R.15/01 art.11

Particolari attività

- 1. Le autorizzazioni per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile qualora comportino l'impiego di macchinari o impianti rumorosi, sono rilasciate dai Comuni anche in deroga ai limiti fissati all'art. 2 della Legge n. 447 del 1995, sulla base dei criteri fissati dalla Giunta regionale, sentita la competente Commissione consiliare, entro sessanta giorni dall'entrata in vigore della presente legge.
- 2. I Comuni, fermo restando il principio di minimizzazione del disturbo, a tutela dei ritmi biologici dovranno garantire almeno il riposo notturno, salvo ragioni di inderogabili urgenze autorizzate dal sindaco.
- 3. Le attività agricole a carattere temporaneo e stagionale svolte con macchinari mobili che rispettano le norme tecniche di omologazione di prodotto si intendono in ogni caso autorizzate ai sensi della presente legge.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

- 1. La documentazione di previsione di impatto acustico viene redatta ai sensi dell'art. 10, comma 1 della L.R. n. 15/2001 nell'ambito o al di fuori delle procedure di valutazione di impatto ambientale, nel caso di:
 - - realizzazione;
 - - modifica, compreso il mutamento d'uso senza opere;
 - - potenziamento;
 - delle seguenti opere:
 - a) aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
 - b) strade di tipo A (autostrade); B (strade extraurbane principali); C (strade extraurbane secondarie); D (strade urbane di scorrimento); E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;
 - c) discoteche;
 - d) circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi;
 - e) impianti sportivi e ricreativi;
 - f) ferrovie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

- 2. La documentazione di previsione di impatto acustico, redatta secondo i criteri indicati nei successivi articoli, deve essere prodotta ed allegata, ai sensi dell'art. 10, comma 3 della L.R. n. 15/2001, alle domande per il rilascio di:
 - a) permesso di costruire relativo a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative ed a centri commerciali e grandi strutture di vendita;
 - b) altri provvedimenti comunali di abilitazione all'utilizzazione degli immobili e delle infrastrutture di cui alla lettera a);
 - c) qualunque altra licenza od autorizzazione finalizzata all'esercizio di attività produttive.
- In caso di denuncia di inizio attività in luogo della domanda di rilascio dei provvedimenti di cui ai punti precedenti, (comma 6, art. 10, L.R. n. 15/2001) la documentazione di previsione di impatto acustico deve essere tenuta dal titolare dell'attività a disposizione della Autorità di controllo.
- 3. Qualora le opere di cui ai commi precedenti siano soggette alle procedure di verifica (screening) ed alla procedura di VIA, ai sensi della normativa statale e regionale vigente, le disposizioni della presente direttiva costituiscono riferimento tecnico per la redazione della relativa documentazione in materia di impatto acustico. In tale senso, le disposizioni della presente direttiva integrano le liste di controllo per la predisposizione e per la valutazione degli elaborati prescritti per la procedura di verifica (screening) e del SIA di cui alle "Linee guida generali per redazione e valutazione degli elaborati per la procedura di verifica (screening) e del SIA per la procedura di VIA" approvate con Delib.G.R. 15 luglio 2002, n. 1238.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

- 5. La documentazione di previsione di impatto acustico, da redigere in attuazione della legge n. 447/1995 e della L.R. n. 15/2001, deve consentire:
 - a) la valutazione comparativa tra lo scenario con presenza e quello con assenza delle opere ed attività indicando altresì il rispetto dei valori e dei limiti fissati dalla normativa vigente;
- 6. La documentazione di previsione di impatto acustico deve essere redatta da tecnico competente in acustica ambientale, ex art. 2 della legge n. 447/1995

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

- 6. La documentazione di previsione di impatto acustico deve contenere:
 - a) planimetria aggiornata indicante il perimetro o confine di proprietà e/o attività, le destinazioni urbanistiche delle zone per un intorno sufficiente a caratterizzare gli effetti acustici dell'opera proposta, i ricettori [1] presenti nonché i valori limite fissati dalla classificazione acustica del territorio comunale, ai sensi del D.P.C.M. 14 novembre 1997. In carenza della classificazione medesima, l'individuazione delle classi acustiche dovrà essere desunta dai criteri stabiliti dalla Delib.G.R. 9 ottobre 2001, n. 2053, pubblicata nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna 31 agosto 2001, n. 155;
 - b) nel caso di infrastrutture di trasporto, indicazione delle fasce di pertinenza, ove previste, e dei relativi valori limite;
 - c) la caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore nonché le caratteristiche acustiche degli edifici;
 - d) le modalità d'esecuzione e le valutazioni connesse ad eventuali rilevazioni fonometriche;
 - e) le valutazioni di conformità alla normativa dei livelli sonori dedotti da misure o calcoli previsionali;
 - f) la descrizione del modello di calcolo eventualmente impiegato corredata dei dati di input utilizzati;
 - g) la descrizione degli eventuali sistemi di mitigazione e riduzione dell'impatto acustico necessari al rispetto dei limiti o valori previsti dalla normativa vigente. In tale caso occorrerà valutare, in modo trasparente, il grado di attenuazione in prossimità dei potenziali ricettori, non escludendo, se del caso, soluzioni progettuali a minor impatto dell'opera proposta.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

- 7. In ottemperanza a quanto previsto dall'art. 10, comma 4 della L.R. n. 15/2001, per le attività produttive che non utilizzano macchinari o impianti rumorosi ovvero che non inducono aumenti significativi dei flussi di traffico, è sufficiente produrre, da parte del progettista, ove previsto, ovvero del titolare dell'attività, una dichiarazione, ai sensi dell'art. 38 del D.P.R. n. 445/2000, attestante tale condizione.
- 8. Per la trasformazione e l'ampliamento delle imprese dotate di un sistema di gestione ambientale EMAS o ISO 14000, la documentazione di previsione di impatto acustico è quella prevista dal proprio sistema di gestione ambientale qualora contenga gli elementi individuati dai presenti criteri.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.2 Aeroporti, aviosuperfici, eliporti

1. La documentazione di previsione di impatto acustico per gli aeroporti, le aviosuperfici e gli eliporti di cui all'art. 8, comma 2 della legge n. 447/1995 e al D.M. 31 ottobre 1997, nonché per le aree destinate agli atterraggi e ai decolli degli apparecchi utilizzati per il volo da diporto o sportivo, deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

- a) l'indicazione della circoscrizione e della Direzione aeroportuale, della classificazione ICAO dell'infrastruttura;
- b) le caratteristiche della pista, gli ausili per la navigazione, le modalità per il controllo del traffico aereo (ATC), gli strumenti di assistenza ed indirizzamento del volo previsti per l'infrastruttura;
- c) la valutazione dell'inquinamento acustico nello stato di fatto e la previsione di impatto acustico effettuata o con idonei software previsionali, opportunamente descritti, o avvalendosi di misure su analoghe infrastrutture già in essere. Tale previsione tiene conto dei livelli dei singoli eventi (SEL) e del livello sonoro equivalente sull'intero periodo di riferimento (LAeq,TR), considerando anche il giorno con il maggiore numero di movimenti, sulla base di una distribuzione stimata dei medesimi durante la giornata e nella settimana;
- d) le diverse alternative nelle procedure di decollo (initial climb procedures) e di atterraggio prese in considerazione e quelle proposte al fine di minimizzare l'impatto acustico;
- e) l'indicazione delle infrastrutture stradali o ferroviarie che, in seguito alla costruzione, modifica o potenziamento dell'opera, avranno significative variazioni nei flussi di traffico e conseguentemente nei livelli equivalenti di pressione sonora di lungo termine (LAeq,TR) per il periodo diurno e/o notturno, con la descrizione di tali variazioni.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.2
Aeroporti, aviosuperfici, eliporti

2. Per la redazione della documentazione di cui al comma 1, ai fini della descrizione del previsto impatto da rumore, occorre descrivere in dettaglio:

- a) almeno due scenari di previsione del traffico aereo relativi ad 1 e 5 anni, nonché lo scenario previsto nell'ipotesi di massimo sviluppo;**
- b) la distribuzione dei voli e del mix di aeromobili e di traffico nei due periodi della giornata e durante la settimana;**
- c) la descrizione del modello di calcolo utilizzato nelle stime di rumore aeroportuale e relativi dati di input;**
- d) le curve di isolivello di 60, 65, 75 dBA LVA sulla base dello scenario a maggiore impatto scelto per la previsione, e, nel caso vi fossero pochi movimenti nel busy day, l'indicazione dei livelli di rumore (L_{Aeq,TR}), prodotto dalle attività aeroportuali, previsti in un numero adeguato di punti in prossimità di zone residenziali;**
- e) le stime della popolazione esposta e dei livelli di rumore complessivamente prodotti durante tutti i sorvoli e per gli intervalli di tempo individuati dalla normativa, utilizzando i descrittori acustici in essa previsti ed in particolare quelli in grado di descrivere il rumore derivante dalle attività aeroportuali (L_{vA}), il rumore residuo ed il rumore ambientale (L_{Aeq,TR}).**

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.3
Infrastrutture stradali

1. La documentazione di previsione di impatto acustico per nuove infrastrutture stradali, loro modifica o potenziamento di cui alla legge n. 447/1995 articolo 8, comma 2, lettera b) deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

- a) indicazione della tipologia di strada secondo le categorie individuate dal D.Lgs. n. 285/1992 e successive modifiche ed integrazioni;**
 - b) descrizione del tracciato stradale, con relative quote, nonché la previsione dei flussi di traffico nelle ore di punta, del flusso medio giornaliero, suddiviso per il periodo diurno e per il periodo notturno, della composizione per le diverse categorie di mezzi (leggeri e pesanti), specificando le relative velocità medie;**
 - c) misure fonometriche volte a caratterizzare lo stato ante operam. I dati devono permettere l'individuazione e caratterizzazione acustica delle singole sorgenti sonore preesistenti all'opera;**
 - d) eventuali modifiche dei flussi di traffico e variazioni, tramite stime previsionali, dei livelli equivalenti di lungo termine (L_{Aeq,TR}) per intervalli orari significativi e per i due periodi della giornata, indotti in corrispondenza di infrastrutture stradali già in esercizio;**
 - e) individuazione in planimetria, anche con l'ausilio di rilievi fotografici, di un numero di punti sufficienti a descrivere l'impatto acustico dell'opera in prossimità di potenziali ricettori. Per tali punti devono essere forniti i dati previsionali dei livelli sonori desumibili da opportune procedure di calcolo. Inoltre, per le infrastrutture di valenza sovracomunale o di scorrimento, deve essere descritta la propagazione sonora tramite curve di isolivello ad un'altezza dal piano di campagna di quattro metri. Per le strade di tipo E (strade urbane di quartiere) ed F (strade locali) deve essere prodotta la stima dei livelli sonori attesi ai ricettori maggiormente esposti; per esse non sono richiesti i dati di cui ai punti c), d), e) e al comma 2.**
- 2. Le previsioni post operam devono essere riferite a scenari ad uno e a dieci anni dopo l'entrata in esercizio dell'opera. Il parametro descrittore del rumore L_{Aeq}, potrà essere integrato da indicatori specifici o altri descrittori utili alla caratterizzazione dell'immissione sonora da traffico autoveicolare.**

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.4

Infrastrutture ferroviarie ed altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.

1. La documentazione di previsione di impatto acustico per le infrastrutture ferroviarie nuove o soggette a modificazione e/o potenziamento di cui alla *legge n. 447/1995, articolo 8, comma 2, lettera f)*, deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

a) indicazione della tipologia di linea ferroviaria e delle fasce di pertinenza ai sensi del *D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459*;

b) descrizione del tracciato e delle caratteristiche geometriche dell'infrastruttura con l'indicazione del numero e della tipologia di treni o materiale rotabile previsti a regime (traffico nelle ore di punta diurne e notturne, traffico massimo previsto per il periodo diurno e per il periodo notturno, composizione per categorie di convogli e tipologie di treni). I dati devono fornire, inoltre, indicazioni del traffico nelle condizioni di massimo esercizio compatibile con le vigenti norme di sicurezza ferroviaria;

c) misure fonometriche volte a caratterizzare lo stato ante operam. I dati devono permettere l'individuazione e caratterizzazione acustica delle singole sorgenti sonore preesistenti all'opera;

d) individuazione in planimetria, anche con l'ausilio di rilievi fotografici, di un numero di punti sufficienti a descrivere l'impatto acustico dell'opera in prossimità di potenziali ricettori. Per tali punti, devono essere forniti i dati previsionali dei livelli sonori desumibili da opportune procedure di calcolo. Inoltre deve essere descritta la propagazione sonora tramite curve di isolivello ad un'altezza dal piano di campagna di quattro metri.

2. Le previsioni post operam devono essere riferite agli scenari di traffico di cui al punto 1., lettera b). Il parametro descrittore del rumore LAeq, potrà essere integrato da indicatori specifici o altri descrittori utili alla caratterizzazione dell'immissione sonora da traffico ferroviario.

3. Nel caso di realizzazione di parcheggi di interscambio gomma-ferro, la valutazione di impatto acustico dovrà essere estesa anche a queste infrastrutture ed al loro effetto sulla circolazione stradale nella zona.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.5

Impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive

1. La documentazione di previsione di impatto acustico per impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, di cui alla *legge n. 447/1995, articolo 8, comma 4*, deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1 i dati e le informazioni di seguito elencate:

a) tipologia dell'attività, codice ISTAT e categoria di appartenenza (artigianato, industria, commercio, ecc.);

b) indicazione delle eventuali modificazioni al regime di traffico veicolare esistente nella zona indotte dalla attività;

c) descrizione del ciclo tecnologico relativo alle sorgenti di rumore previste (impianti lavorazioni, ecc.). Per le sorgenti che danno origine ad immissioni sonore nell'ambiente esterno o abitativo occorre indicare la loro puntuale collocazione, specificando se interna od esterna, le modalità e i tempi di funzionamento. La descrizione delle sorgenti può essere fornita da dati relativi ai livelli di potenza sonora e/o ai livelli sonori a distanza nota forniti dal produttore o disponibili in letteratura oppure ottenuti con misure fonometriche effettuate su impianti o apparecchiature dello stesso tipo;

d) i livelli sonori (post operam) previsti al confine di proprietà ed ai ricettori presenti al di fuori. Tali livelli devono tener conto delle caratteristiche di emissione delle sorgenti sonore (presenza di componenti impulsive, tonali e tonali in bassa frequenza) e consentire altresì di valutare il rispetto dei valori limite differenziali negli ambienti abitativi.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.5

Impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive

2. La documentazione di previsione di impatto acustico relativa a impianti industriali deve inoltre:

- a) descrivere le caratteristiche temporali di funzionamento diurno e/o notturno specificando la durata (se continuo o discontinuo), la frequenza di esercizio, la eventuale contemporaneità delle diverse sorgenti che hanno emissioni nell'ambiente esterno e le fasi di esercizio che determinano una maggiore rumorosità verso l'esterno;
- b) specificare, per rumori a tempo parziale durante il periodo diurno, la durata totale di attività o funzionamento;
- c) riportare i livelli sonori ante operam rilevati in posizioni rappresentative degli ambienti abitativi e dell'ambiente esterno.

3. L'Autorità di controllo può richiedere al proponente la verifica acustica sperimentale, ad attività in esercizio, tese a dimostrare il rispetto dei valori limite in coerenza con le stime previsionali prodotte.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.6

~~Centri commerciali e grandi strutture di vendita, circoli privati e pubblici esercizi, impianti sportivi e ricreativi~~

1. La documentazione di previsione di impatto acustico relativa ai centri commerciali e alle grandi strutture di vendita, di cui al *D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 114* recante "Riforma della disciplina relativa al settore del commercio, a norma dell'art. 4, comma 4 della legge 15 marzo 1997, n. 59" deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

- a) tipologia e caratteristiche dei locali o delle strutture;
- b) eventuali modificazioni al regime di traffico veicolare esistente nella zona indotte dall'insediamento;
- c) descrizione delle attività, degli impianti, delle apparecchiature con riferimento alle sorgenti di rumore previste (carico/scarico merci, ventilazione, condizionamento, refrigerazione, diffusione sonora, etc.). Per le sorgenti che danno origine ad immissioni sonore nell'ambiente esterno o abitativo occorre indicare la loro puntuale collocazione, specificando se è interna od esterna, le modalità e i tempi di funzionamento. La descrizione delle sorgenti può essere dedotta da dati relativi ai livelli di potenza sonora e/o ai livelli sonori a distanza nota forniti dal produttore o disponibili in letteratura oppure ottenuti con misure fonometriche effettuate su impianti o apparecchiature dello stesso tipo;
- d) i livelli sonori (post operam) previsti al confine di proprietà ed ai ricettori presenti al di fuori. Tali livelli devono tenere conto delle caratteristiche di emissione delle sorgenti sonore (presenza di componenti impulsive, tonali e tonali in bassa frequenza) e consentire altresì di valutare il rispetto dei valori limite differenziali negli ambienti abitativi;
- e) dati e notizie specifiche devono inoltre essere fornite per le aree attrezzate per il carico e lo scarico merci e le aree destinate a parcheggio se le stesse sono prossime ad aree esterne con presenza di ambienti abitativi.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.6

~~Centri commerciali e grandi strutture di vendita, circoli privati e pubblici esercizi, impianti sportivi e ricreativi~~

2. La documentazione di previsione di impatto acustico per le discoteche e per gli impianti sportivi e ricreativi (intendendo per impianti ricreativi strutture fisse e permanenti, anche ad esercizio stagionale, come parchi divertimenti, impianti con giochi acquatici, luna park, etc.) deve contenere, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

- a) tipologia e caratteristiche dei locali o delle strutture;
- b) eventuali modificazioni al regime di traffico veicolare esistente nella zona indotte dall'insediamento;
- c) descrizione degli impianti e delle apparecchiature con riferimento alle sorgenti di rumore previste (ventilazione, condizionamento, refrigerazione, diffusione sonora, etc.). Per le sorgenti che danno origine ad immissioni sonore nell'ambiente esterno o abitativo occorre indicare la loro puntuale collocazione, specificando se è interna od esterna, le modalità e i tempi di funzionamento. La descrizione delle sorgenti può essere dedotta da dati relativi ai livelli di potenza sonora e/o ai livelli sonori a distanza nota, forniti dal produttore o disponibili in letteratura oppure ottenuti con misure fonometriche effettuate su sorgenti sonore dello stesso tipo;
- d) i livelli sonori (post operam) previsti al confine di proprietà ed ai ricettori presenti al di fuori, considerando anche la rumorosità connessa alla presenza degli avventori, all'utilizzo delle zone di parcheggio e degli spazi utilizzati per l'accesso ed il deflusso dei mezzi di trasporto e delle persone. Tali livelli devono tener conto delle caratteristiche di emissione delle sorgenti sonore (presenza di componenti impulsive, tonali e tonali in bassa frequenza) e consentire altresì di valutare il rispetto dei valori limite differenziali negli ambienti abitativi;
- e) per i locali collocati all'interno o strutturalmente connessi ad edifici con destinazioni ad ambiente abitativo occorre fornire la descrizione delle caratteristiche acustiche passive degli elementi strutturali attraverso i quali può avvenire la propagazione del suono.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.6

~~Centri commerciali e grandi strutture di vendita, circoli privati e pubblici esercizi, impianti sportivi e ricreativi~~

3. Per la realizzazione, l'ampliamento o la modifica di circoli privati e pubblici esercizi che non prevedono la presenza di sorgenti sonore significative, cioè tali da perturbare ovvero modificare il clima acustico normalmente presente nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi, deve essere prodotta dichiarazione sostitutiva di atto notorio attestante tale condizione, ai sensi dell'art. 38 del D.P.R. n. 445/2000, da parte del titolare dell'esercizio.

Per gli altri casi occorre predisporre adeguata documentazione di previsione di impatto acustico contenente, oltre a quanto previsto all'articolo 1, i dati e le informazioni di seguito elencate:

- a) la capacità ricettiva massima dell'esercizio, l'orario di apertura al pubblico, l'eventuale utilizzo di aree esterne nonché la disponibilità di parcheggio per i veicoli;
- b) la collocazione e la descrizione delle caratteristiche di emissione sonora degli impianti e delle apparecchiature rumorose, i tempi di funzionamento delle singole sorgenti e le stime dei livelli di rumore immessi negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, considerando anche la rumorosità connessa alla presenza degli avventori e le caratteristiche di emissione delle sorgenti sonore (componenti impulsive e tonali). Per gli ambienti abitativi maggiormente esposti, occorre stimare i livelli sonori di immissione differenziale;
- c) per i locali collocati all'interno o strutturalmente connessi ad edifici con destinazioni ad ambiente abitativo occorre fornire la descrizione delle caratteristiche acustiche passive degli elementi strutturali attraverso i quali può avvenire la propagazione del suono. Occorre inoltre valutare ed eventualmente impedire qualunque tipo di propagazione per via solida (vibrazioni), indicando opportuni accorgimenti od opere.

4. L'Autorità di controllo può richiedere al proponente la verifica acustica sperimentale, ad attività in esercizio, tese a dimostrare il rispetto dei valori limite in coerenza con le stime previsionali prodotte.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.7

Particolari attività a carattere temporaneo

Per i casi previsti dalla *Delib.G.R. 21 gennaio 2002, n. 45* per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività rumorose a carattere temporaneo, la documentazione o relazione tecnica redatta da tecnico competente in acustica dovrà fornire le seguenti informazioni:

Cantieri:

- a) planimetria in scala adeguata dalla quale siano desumibili le posizioni, oltre che delle sorgenti sonore, anche degli edifici più vicini alle medesime;
- b) tutte le notizie utili a caratterizzare acusticamente le attività, le sorgenti sonore e le tecnologie utilizzate e gli orari di funzionamento previsti: livello di potenza sonora oppure livelli sonori a distanza nota ottenuti sulla base di dati tecnici dichiarati dal costruttore delle macchine utilizzate ovvero sulla base di misure sperimentali in cantieri che hanno svolto la stessa attività o utilizzato la medesima tecnologia;
- c) stima dei livelli sonori attesi in prossimità dei potenziali ricettori più vicini;
- d) durata dell'attività oggetto della richiesta di deroga ai valori limite;
- e) misure di mitigazione acustica adottate o che si intendono adottare al fine di ridurre l'emissione sonora.

Manifestazioni:

- a) planimetria in scala adeguata dalla quale siano desumibili le posizioni, oltre che delle sorgenti sonore, anche degli edifici più vicini alle medesime;
- b) tutte le notizie utili a caratterizzare acusticamente le sorgenti sonore e le tecnologie utilizzate e gli orari di utilizzo previsti: livello di potenza sonora oppure livelli sonori a distanza nota ottenuti sulla base di dati tecnici disponibili ovvero sulla base di misure sperimentali in condizioni analoghe;
- c) stima dei livelli sonori attesi nell'ambiente esterno in prossimità dei potenziali ricettori più vicini e dei livelli sonori attesi per l'esposizione del pubblico nonché descrizione degli accorgimenti e delle misure di mitigazione che si intendono adottare al fine di ridurre l'emissione sonora.

UNI 11143 - 2005

Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti

La presente norma descrive diversi metodi per la stima dell'impatto acustico a secondo della tipologia della sorgente. Può costituire un utile riferimento per le attività di redazione degli studi di impatto ambientale.

La presente norma si struttura in parti: una generale ed una specifica per tipologie di rumore, precisamente:

Parte 1: Generalità;

Parte 2: Rumore stradale;

Parte 3: Rumore ferroviario;

Parte 4: Rumore aeroportuale;

Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali, artigianali, commerciali, agricoli ed ogni altra forma di attività, anche terziaria);

Parte 6: Rumore da luoghi di intrattenimento danzante, di pubblico spettacolo e da pubblici esercizi.

TS Parte 7- (2013): Rumore degli aerogeneratori

Clima acustico

Obbligatorio produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di insediamenti:

- scuole e asili nido;
- ospedali;
- case di cura e di riposo;
- parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere indicate per l'impatto acustico.



Nel caso in cui siano rilevati, o calcolati, livelli di rumorosità superiori alla norma dovranno essere previste adeguate opere di mitigazione poste a protezione dell'intera area

La normativa vigente non individua uno specifico metodo per la determinazione del clima acustico, per questo pare utile richiamare la recente norma **UNI 11143** recante "*Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti*"

Valutazione di clima acustico

L.447/95 e L.R.15/01

- Deve essere prodotta per le aree interessate dai seguenti insediamenti (in tali casi, lo scopo principale é quello di proteggere gli edifici dalle sorgenti di rumore esistenti):
- scuole e asili nido;
- ospedali;
- case di cura e di riposo;
- parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- nuovi edifici residenziali prossimi alle seguenti opere:
autostrade, strade extraurbane ed urbane;
aeroporti, aviosuperfici, eliporti; discoteche;
impianti sportivi e ricreativi; circoli privati e pubblici
esercizi ove sono installati macchinari rumorosi;
insediamenti industriali; centri commerciali
polifunzionali; ferrovie e altri sistemi di trasporto
collettivo su rotaia.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

La documentazione per la valutazione previsionale del clima acustico deve consentire la valutazione dei livelli di rumore nelle aree interessate dalla realizzazione di scuole e asili nido, ospedali, case di cura e di riposo, parchi pubblici urbani ed extraurbani, nuovi insediamenti residenziali prossimi alle

opere indicate dalla L. n. 447/1995, articolo 8, comma 2

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

La valutazione di clima acustico deve essere redatta da tecnico competente in acustica ambientale, ex art.2 della L. n. 447/1995,

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.1

La documentazione deve contenere:

- a. planimetria aggiornata indicante il perimetro o confine di proprietà e/o attività, le destinazioni urbanistiche delle zone per un intorno sufficiente a caratterizzare gli effetti acustici dell'opera proposta, i ricettori presenti nonché i valori limite fissati dalla classificazione acustica del territorio comunale, ai sensi del DPCM 14/11/1997. In carenza della classificazione medesima, l'individuazione delle classi acustiche dovrà essere desunta dai criteri stabiliti dalla D.G.R. 9 ottobre 2001, n.2053, pubblicata sul B.U.R. della Regione Emilia-Romagna n.155 del 31/10/2001;
- b. nel caso di infrastrutture di trasporto, indicazione delle fasce di pertinenza, ove previste, e dei relativi valori limite;
- c. la caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore nonché le caratteristiche acustiche degli edifici;
- d. le modalità d'esecuzione e le valutazioni connesse ad eventuali rilevazioni fonometriche;
- e. le valutazioni di conformità alla normativa dei livelli sonori dedotti da misure o calcoli previsionali;
- f. la descrizione del modello di calcolo eventualmente impiegato corredata dei dati di input utilizzati;
- g. la descrizione degli eventuali sistemi di mitigazione e riduzione dell'impatto acustico necessari al rispetto dei limiti o valori previsti dalla normativa vigente. In tale caso occorrerà valutare, in modo trasparente, il grado di attenuazione in prossimità dei potenziali ricettori, non escludendo, se del caso, soluzioni progettuali a minor impatto dell'opera proposta.

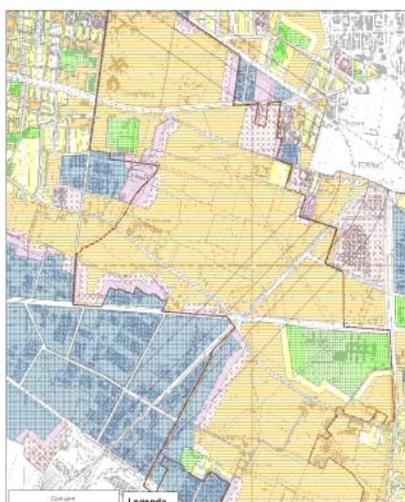
D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.8

1. La valutazione del clima acustico deve essere effettuata nei casi previsti dall'art. 10, comma 2, della L.R. n.15/2001 nonché nel caso di cambio d'uso di un'area diversamente utilizzata.

D.G.R. n.673 del 14/04/2004 art.8

2. La documentazione per la valutazione del clima acustico, oltre a quanto previsto all'art. 1, deve comprendere:
 - a. la descrizione, tramite misure, dei livelli di rumore ambientale presenti nell'area di interesse e del loro andamento nel tempo, con riferimento alle specifiche sorgenti sonore presenti. Detti livelli sonori devono essere valutati in posizioni significative del perimetro esterno che delimita l'area interessata all'insediamento o, preferibilmente, in corrispondenza di eventuali ricettori sensibili previsti e relative pertinenze. Per tale descrizione possono essere utilizzate anche specifiche norme tecniche quali la UNI 9884 e la ISO 1996. Le misure possono altresì essere integrate con previsioni modellistiche con o senza l'ausilio di software dedicati. Per entrambi i casi devono essere comunque esplicitate le metodologie, i calcoli e le procedure adottate;
 - b. planimetria dell'intervento edilizio corredata delle destinazioni d'uso dei locali e delle relative pertinenze nonché la disposizione degli impianti tecnologici e dei parcheggi;
 - c. le valutazioni e/o le stime dei livelli sonori presenti e/o attesi riferite ai valori limite di immissione sia assoluti, che differenziali, tenuto conto dell'altezza dal suolo degli eventuali ambienti abitativi. Se la compatibilità è ottenuta tramite la messa in opera di sistemi di mitigazione passiva dovranno essere fornite le caratteristiche tecniche di tali sistemi.

Documentazione previsionale di clima acustico



UNI 11143 - 2005

Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti

La presente norma descrive diversi metodi per la stima dell'impatto acustico a secondo della tipologia della sorgente. Può costituire un utile riferimento per le attività di redazione degli studi di impatto ambientale.

La presente norma si struttura in parti: una generale ed una specifica per tipologie di rumore, precisamente:

Parte 1: Generalità;

Parte 2: Rumore stradale;

Parte 3: Rumore ferroviario;

Parte 4: Rumore aeroportuale;

Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali, artigianali, commerciali, agricoli ed ogni altra forma di attività, anche terziaria);

Parte 6: Rumore da luoghi di intrattenimento danzante, di pubblico spettacolo e da pubblici esercizi.

TS Parte 7- (2013): Rumore degli aerogeneratori

UNI 11143-1- 2005

Generalità

1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3	TERMINI E DEFINIZIONI	2
4	CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO	2
4.1	Acquisizione dei dati informativi sul territorio, sulle sorgenti di rumore e sui ricettori presenti	3
4.2	Determinazione del rumore ambientale.....	3
4.3	Rappresentazione della rumorosità.....	4
5	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE OPERAM	5
5.1	Acquisizione dei dati informativi sul territorio, sulle sorgenti di rumore e sui ricettori presenti	5
5.2	Determinazione del rumore ambientale.....	5
5.3	Rappresentazione della rumorosità.....	6

UNI 11143-1- 2005

Generalità

6		VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLE NUOVE SORGENTI DI RUMORE	6
6.1		Dati acustici	7
6.2		Schematizzazione delle sorgenti sonore (puntiforme, lineare o areali)	8
7		PROPAGAZIONE SONORA	8
8		STIMA DEI LIVELLI SONORI <i>POST OPERAM</i>	9
8.1		Generazione della mappa acustica	9
8.2		Calcolo dei livelli sonori in punti prestabiliti	9
9		INCERTEZZA NELLA DETERMINAZIONE DEI LIVELLI SONORI	9
APPENDICE (normativa)	A	METODI DI CALCOLO RACCOMANDATI DALLA DIRETTIVA 2002/49/CE	10
APPENDICE (informativa)	B	ELENCO NON ESAUSTIVO DI DOCUMENTI E MODELLI CONTENENTI PROCEDURE DI CALCOLO DEI LIVELLI DI POTENZA SONORA DELLE SORGENTI E/O DEI LIVELLI DI PRESSIONE SONORA NELL'AREA CIRCOSTANTE	11
B.1		Rumore ferroviario	11
B.2		Rumore stradale	11
B.3		Rumore da insediamenti produttivi, commerciali e ludici	11
APPENDICE (informativa)	C	CALCOLO DEL LIVELLO DI POTENZA SONORA UTILIZZANDO IL MODELLO MATEMATICO PREVISIONALE	12
APPENDICE (informativa)	D	ESPRESSIONE DELL'INCERTEZZA DEI RISULTATI OTTENUTI DA MISURAZIONI O DA CALCOLO	13
D.1		Incetzza associata a valori misurati	13
D.2		Incetzza associata a valori calcolati	13
APPENDICE (informativa)	E	CALIBRAZIONE DI UN MODELLO DI CALCOLO	15
figura E.1		Schema a blocchi esemplificativo di una possibile procedura di calibrazione	17

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

- Per identificare singole sorgenti sonore in un contesto dove non è trascurabile l'influenza di altre sorgenti e valutarne il livello di pressione sonora è possibile utilizzare la Norma:
- **UNI 10855-1999 "Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"**

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

- La norma fornisce una serie di metodi per identificare singole sorgenti sonore in un contesto ove non è trascurabile l'influenza di altre sorgenti e per valutarne il livello di pressione sonora.
- I metodi proposti sono diversi e tengono conto della varietà di situazioni che si possono incontrare, tuttavia essi non esauriscono i possibili approcci, la cui affidabilità deve comunque essere dimostrata dal tecnico che li applica.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

- A. Valutazione in base alla misurazione dei livelli sonori equivalenti ambientale e residuo
- B. Valutazione in base all'analisi temporale o all'analisi statistica
- C. Valutazione in base all'analisi in frequenza
- D. Valutazione del contributo di sorgenti sonore non disattivabili
- E. Analisi della propagazione acustica - Metodo semplificato
- F. Analisi della propagazione acustica - Metodo analitico
- G. Analisi della propagazione acustica - Modelli di simulazione matematica
- H. Valutazione in base al criterio del "punto analogo"

UNI 10855 - 1999

Misura e valutazione del contributo di singole sorgenti

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma fornisce una serie di metodi per identificare singole sorgenti sonore in un contesto ove non è trascurabile l'influenza di altre sorgenti e a valutarne il livello di pressione sonora.

I metodi proposti sono molteplici al fine di considerare la varietà di situazioni che si possono incontrare, tuttavia essi non esauriscono i possibili approcci finalizzati al medesimo obiettivo, la cui affidabilità deve comunque essere dimostrata dal tecnico che li applica. Vi sono però situazioni in cui la valutazione quantitativa di una specifica sorgente non risulta possibile anche con metodi relativamente sofisticati.

Esula dagli scopi della presente norma il riconoscimento di specifiche caratteristiche della sorgente (per esempio: impulsività, presenza di componenti tonali, ecc.).

I criteri suggeriti nella presente norma si possono applicare sia in siti ove il punto di misura è definito in modo univoco sia in siti ove la localizzazione del punto di misura deve essere definita in relazione a prefissati obiettivi.

Definizioni

livello di rumore ambientale, L_a : Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il livello di rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo L_r e da quello prodotto dalla sorgente specifica L_s .

livello di rumore residuo, L_r : Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si esclude la sorgente specifica di rumore.

sorgente specifica di rumore: Sorgente sonora o insieme di sorgenti sonore chiaramente identificabili.

livello di rumore della sorgente specifica, L_s : Livello di pressione sonora equivalente ponderato A dovuto alla sorgente specifica di rumore che si manifesta in un determinato luogo e durante un determinato tempo.

rumore stazionario: Rumore il cui livello di pressione sonora rilevato con caratteristica dinamica F (fast) subisce oscillazioni non maggiori di 5 dB per tutta la durata del fenomeno.

rumore fluttuante: Rumore il cui livello di pressione sonora varia in modo aleatorio con oscillazioni che sono maggiori di 5 dB.

rumore intermittente: Rumore caratterizzato da un'alternanza di rumori stazionari o fluttuanti di varia durata e livello sonoro.

sito di prova: Area limitata di territorio entro cui si localizzano i punti di misura.

punto analogo: Punto di misura acusticamente equivalente al punto di misura in esame in riferimento al rumore residuo o al rumore dovuto alla sorgente specifica di rumore.

Punti di misura

Se uno o più punti di misura sono definiti, la presente norma si applica ad ognuno di essi secondo i metodi giudicati più idonei dal tecnico che esegue le prove.

Nel caso invece in cui debbano valutarsi in un sito (più o meno esteso) i livelli sonori dovuti ad una sorgente, la scelta dei punti di misura deve tener conto delle finalità di tale indagine, includendo tutte le aree ove si ha interesse a determinare l'entità di tali livelli.

Fra i molteplici criteri di scelta hanno la priorità i seguenti:

- il punto di misura in cui è presumibilmente maggiore il contributo della sorgente specifica di rumore (per esempio perché è più vicino ad essa o meno schermato o collocato lungo una direzione ove la sorgente è più direttiva);
- il punto di misura in cui è presumibilmente maggiore la differenza fra il livello sonoro della sorgente specifica di rumore e il livello sonoro residuo;
- il punto di misura in cui le caratteristiche temporali e/o spettrali della sorgente specifica di rumore presumibilmente più si differenziano da quelle del rumore residuo.

In ogni caso prima di iniziare le misurazioni il tecnico deve eseguire un'analisi finalizzata ad acquisire quante più informazioni utili a impostare correttamente le misurazioni, eseguire i rilievi e interpretare i risultati.

Aspetti essenziali, anche se non esaustivi, di tale analisi sono i seguenti:

- caratteristiche di variabilità temporale della sorgente specifica di rumore e delle sorgenti che contribuiscono al rumore residuo;
- distribuzione spaziale delle sorgenti di rumore (specifico e residuo) influenti nel sito di indagine;
- caratteristiche ambientali (morfologiche, climatiche, vegetative) dell'area che include le sorgenti di rumore (specifico e residuo) e il/i punto/i di misura.

Criteri

La valutazione del contributo di una singola sorgente sonora in presenza di altre sorgenti sonore può essere eseguita secondo vari approcci che dipendono dalle caratteristiche dei segnali sonori oggetto di tali analisi.

Nel presente punto si suggerisce un processo valutativo logico che propone preliminarmente i metodi più semplici e più utilizzati e solo successivamente (quando i precedenti non consentano di ottenere risultati adeguati) metodi più complessi.

Si precisa che la maggior complessità non è sempre associata ad una più ricca disponibilità di strumenti o modelli di calcolo, quanto piuttosto ad una più approfondita competenza tecnica, adeguata all'impiego dei metodi proposti.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Analisi preliminare

- caratteristiche di variabilità temporale della sorgente specifica di rumore e delle sorgenti che contribuiscono al rumore residuo;
- distribuzione spaziale delle sorgenti di rumore (specifico e residuo) influenti nel sito di indagine;
- caratteristiche ambientali (morfologiche, climatiche, vegetative) dell'area che include le sorgenti di rumore (specifico e residuo) e il/i punto/i di misura.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo A: Valutazione in base alla misurazione dei livelli sonori equivalenti ambientale e residuo

se $L_a - L_r > 3$ dB

determinare L_s con la relazione seguente:

$$L_s = 10 \lg \left[10^{L_a/10} - 10^{L_r/10} \right]$$

se $L_a - L_r < 3$ dB non è possibile trarre da questo metodo alcuna informazione precisa

Metodo A: valutazione in base alla misurazione dei livelli sonori equivalenti ambientale e residuo

Questo è il metodo base per valutare il livello sonoro L_s di una sorgente specifica di rumore disattivabile, anche se il rumore residuo è fluttuante.

Richiede che si compiano i seguenti passi:

- passo 1: misurare il livello sonoro ambientale, L_a ;
- passo 2: misurare nella stessa posizione il livello sonoro residuo, L_r ;
- passo 3a: se $L_a - L_r > 3$ dB determinare L_s con la relazione seguente:

$$L_s = 10 \lg \left[10^{L_a/10} - 10^{L_r/10} \right] \quad [1]$$

- passo 3b: se $L_a - L_r \leq 3$ dB non è possibile trarre da questo metodo alcuna informazione precisa e pertanto si deve passare al metodo B.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo B: Valutazione in base all'analisi temporale o all'analisi statistica

La valutazione mediante **analisi temporale** è applicabile quando la sorgente specifica è disattivabile ha carattere stazionario e il rumore residuo è fluttuante; consiste nel confronto tra le storie temporali del rumore ambientale e residuo.

L'analisi statistica può essere effettuata, scegliendo opportunamente il parametro da misurare (L_{90} , L_{80} , ecc.): lo stesso sia per il rumore ambientale (L_{ax}) che per il rumore residuo (L_{rx}).

Metodo B: valutazione in base all'analisi temporale o all'analisi statistica

Analisi temporale

Questo metodo è applicabile quando la sorgente specifica è disattivabile, ed ha carattere stazionario e il rumore residuo è fluttuante, diversamente si passa al metodo C.

Si eseguono le seguenti operazioni:

- passo 1: effettuare un'analisi temporale del rumore ambientale, verificando se esistono intervalli nei quali il rumore ha carattere stazionario; in caso affermativo valutare il livello sonoro L'_a in tali intervalli, in caso negativo passare al metodo C;
- passo 2: effettuare un'analisi temporale del rumore residuo; considerare intervalli, di durata pari a quella degli intervalli definiti al passo 1 e in cui il rumore residuo presenta i livelli sonori minimi; in essi valutare il livello sonoro L'_r ;
- passo 3a: se $L'_a - L'_r > 6$ dB determinare L_s con la relazione seguente:

$$L_s = 10 \lg \left[10^{L'_a/10} - 10^{L'_r/10} \right] \quad [2]$$

- passo 3b: se $L'_a - L'_r \leq 6$ dB si deve passare al metodo C.

Analisi statistica

In mancanza di idonea strumentazione per l'esecuzione dell'analisi temporale (passo 1 e passo 2) questa può essere sostituita dall'analisi statistica, scegliendo opportunamente il parametro da misurare (L_{90} , L_{80} , ecc.): è essenziale comunque che sia utilizzato lo stesso parametro per il rumore ambientale (L_{ax}) e il rumore residuo (L_{rx}). I risultati di tale analisi devono essere utilizzati in sostituzione dei livelli L'_a e L'_r nei passi 3a e 3b.

Nota 1 In generale analisi temporale e analisi statistica conducono a risultati non esattamente coincidenti; la corretta applicazione dei due metodi porta comunque a valori fra loro molto prossimi.

Nota 2 Può risultare accettabile in taluni casi ove si possa ammettere una maggiore incertezza, applicare l'analisi temporale quando $L'_a - L'_r > 3$ dB; in tal caso il tecnico deve procedere con estrema cautela e motivando nel rapporto di prova le ragioni del suo operato.

Nota 3 La scelta del parametro più adeguato per l'analisi statistica è relativamente agevole se si dispone di un diagramma del livello sonoro ambientale in funzione del tempo; in mancanza di tale possibilità la scelta deve essere effettuata con valutazioni basate su altri criteri (per esempio se i livelli sonori statistici decrescono da L_{50} fino a L_{90} , ma si stabilizzano poi sostanzialmente passando a L_{95} e L_{99}), il livello L_{90} può ragionevolmente essere considerato il livello sonoro dovuto alla sorgente specifica.
In ogni caso il tecnico competente deve chiaramente motivare i criteri che egli ha adottato.

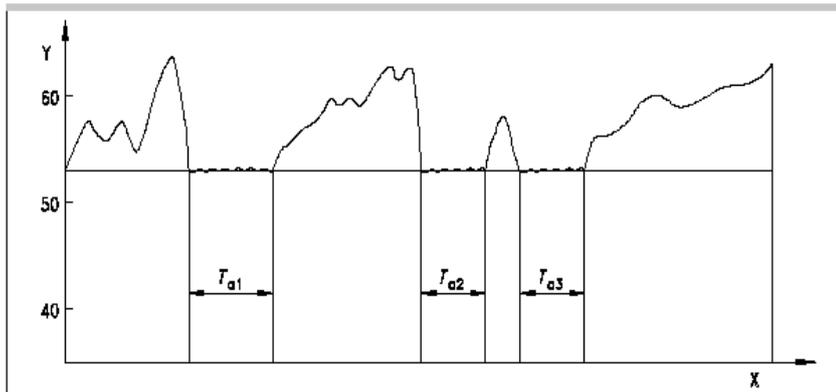
Esempio

figura 1 Analisi temporale - Rumore ambientale

Legenda

X Tempo t

Y Livello di rumore ambientale L_a in dB

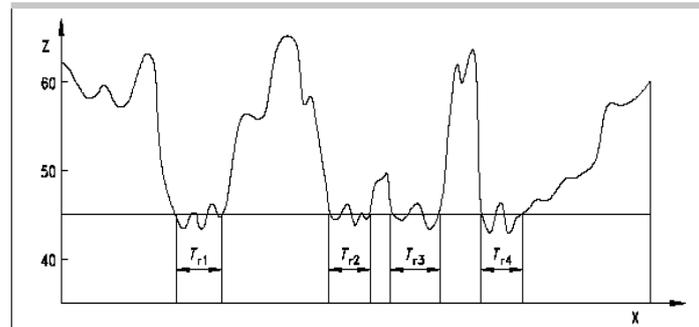


$$L'_{a,T} = L'_a (T_{a1} + T_{a2} + T_{a3}) = 53,2 \text{ dB(A)}$$

dove: $L'_{a,T}$ è il livello sonoro L'_a calcolato nell'intervallo di tempo $T = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3}$

Legenda

- X Tempo t
- Z Livello di rumore residuo L_r in dB



$$T_{r1} + T_{r2} + T_{r3} + T_{r4} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3}$$

$$L'_{r,T} = L'_r(T_{r1} + T_{r2} + T_{r3} + T_{r4}) = 45,7 \text{ dB(A)}$$

dove:

$L'_{r,T}$ è il livello sonoro L'_r calcolato nell'intervallo di tempo $T = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3}$

$$L_s = 10 \lg(10^{5,32} - 10^{4,57}) = 52,3 \text{ dB(A)}$$

Analisi statistica

$$\frac{T_{a1} + T_{a2} + T_{a3}}{T_m} 100 = 30\%$$

quindi è consigliato il livello statistico L_{70} (cioè il livello sonoro superato per il 70% del tempo di misurazione).

$$L_{a70} = 53,5 \text{ dB(A)}$$

$$L_{r70} = 46,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_s = 10 \lg(10^{5,35} - 10^{4,68}) = 52,5 \text{ dB(A)}$$

$$T_m = \text{Tempo di misurazione}$$

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo C: Valutazione in base all'analisi in Frequenza

L'analisi per terzi di ottava è richiesta al fine di evidenziare la eventuale presenza di componenti tonali. Essa può anche fornire informazioni utili a definire l'entità della sorgente specifica. Il metodo richiede che la sorgente sia disattivabile.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo C: Valutazione in base all'analisi in Frequenza

Occorre come prima cosa determinare lo spettro per terzi di ottava (o per ottave) del rumore ambientale e del rumore residuo;

Quindi si identificano le bande di frequenza in cui i livelli del rumore ambientale L_{fa} sono maggiori di almeno 3 dB dei relativi livelli del rumore residuo L_{fr} ;

Per tali bande di frequenza si calcola il livello del rumore specifico

$$L_{fs} = 10 \lg \left[10^{L_{fa}/10} - 10^{L_{fr}/10} \right]$$

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo C: Valutazione in base all'analisi in Frequenza

Per le restanti bande di frequenza, si stima che il livello L_{fs} sia compreso fra questi due valori:

valore massimo = $L_{fa} - 3$ dB (situazione in cui $L_{fs} = L_{fr}$)

valore minimo = trascurabile

Si costruisce quindi uno spettro massimo e uno spettro minimo del rumore specifico (entro i quali si trova lo spettro reale) e si calcolano i relativi L_{eq} ponderati A massimo e minimo.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo C: Valutazione in base all'analisi in Frequenza

f (Hz)	Lfa dB	Lfr dB	Lfs dB	
			max	min
..
40	70	63	69	69
50	69	65	66,8	66,8
63	64	64	61	Trascurabile
80	60	59	57	Trascurabile

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo C: Valutazione in base all'analisi in Frequenza

Questo metodo consente quindi di individuare un intervallo entro cui si trova il livello sonoro della sorgente specifica: l'ampiezza di tale intervallo dipende dalle caratteristiche spettrali dei due segnali acustici, ambientale e residuo.

Nel caso in cui tale intervallo risultasse troppo esteso da rendere inaccettabile l'incertezza relativa, si deve far ricorso ad altri metodi.

Metodo C: valutazione in base all'analisi in frequenza

L'analisi per terzi di ottava è richiesta al fine di evidenziare la eventuale presenza di componenti tonali. Essa può altresì fornire informazioni utili a definire l'entità della sorgente specifica.

Il metodo richiede che la sorgente sia disattivabile.

Data la sua complessità è necessario che:

- il tecnico che impiega tale metodo lo faccia con attenzione e conoscenza delle basi acustiche su cui esso poggia, e sia quindi in grado di valutarne l'attendibilità in riferimento al caso in esame;
- il tecnico descriva dettagliatamente nel rapporto di prova i calcoli attraverso cui perviene al risultato.

Il metodo si articola schematicamente nei seguenti passi:

- passo 1: determinare lo spettro per terzi di ottava (o per ottave) del rumore ambientale e del rumore residuo;
- passo 2: identificare le bande di frequenza in cui i livelli del rumore ambientale L_{fa} sono maggiori di almeno 3 dB dei relativi livelli del rumore residuo L_{fr} ;
- passo 3: per tali bande di frequenza, calcolare il livello del rumore specifico con la relazione seguente:

$$L_{fs} = 10 \lg \left[10^{L_{fa}/10} - 10^{L_{fr}/10} \right] \quad [3]$$

- passo 4: per le restanti bande di frequenza, stimare che il livello L_{fs} sia compreso fra questi due valori:
valore massimo = $L_{fa} - 3$ dB (situazione in cui $L_{fs} = L_{fr}$)
valore minimo = trascurabile
- passo 5: in base ai risultati del passo 3 e del passo 4 costruire uno spettro massimo e uno spettro minimo del rumore specifico (entro i quali si trova lo spettro reale) e calcolare i relativi L_{eq} ponderati A massimo e minimo.

Il metodo consente dunque di calcolare un intervallo entro cui si trova il livello sonoro della sorgente specifica: l'ampiezza di tale intervallo dipende dalle caratteristiche spettrali dei due segnali acustici, ambientale e residuo.

Nel caso in cui tale intervallo risultasse troppo esteso da rendere inaccettabile l'incertezza relativa, si deve far ricorso al metodo D.

Distribuzione in frequenza per terzi di ottava del livello di pressione sonora ambientale e del livello di pressione sonora residua, e del livello di pressione sonora della sorgente specifica

f Hz	L_{fa} dB	L_{fr} dB	L_{fs} dB	
			max.	min.
25	75	68	74	74
31,5	72	67	70,3	70,3
40	70	63	69	69
50	69	65	66,8	66,8
63	64	64	61	trascurabile
80	60	59	57	trascurabile
100	60	58	57	trascurabile
125	63	63	60	trascurabile
160	61	60	58	trascurabile
200	58	55	55	55
250	58	57	55	trascurabile
315	56	55	53	trascurabile
400	53	52	50	trascurabile
500	54	51	51	51
630	50	47	47	47
800	47	43	44,8	44,8
1 000	47	42	45,3	45,3
1 250	48	42	46,7	46,7
1 600	45	41	42,8	42,8
2 000	46	40	44,7	44,7
2 500	42	40	39	trascurabile
3 150	42	36	40,7	40,7
4 000	40	37	37	37
5 000	39	33	37,7	37,7
6 300	39	34	37,3	37,3
8 000	38	37	35	trascurabile
10 000	30	30	27	trascurabile
A	58,8	57,3	57,3	55,3

Si applica il passo 3 per le frequenze da 25 Hz a 50 Hz, 200 Hz, da 500 Hz a 2 000 Hz, da 3 150 Hz a 6 300 Hz; si applica il passo 4 per le altre frequenze.

Dopo aver applicato le correzioni previste dalla ponderazione A sommare i contributi delle singole bande di frequenza: Risultato $55,3 < L_s < 57,3$ dB(A).

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo D: Valutazione del contributo di sorgenti sonore non disattivabili

Nel caso in cui sia impossibile misurare il rumore residuo (sorgenti sonore non disattivabili) e che il rumore della sorgente specifica ha carattere fluttuante e il rumore residuo ha carattere stazionario:

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo D: Valutazione del contributo di sorgenti sonore non disattivabili

misurare il livello ambientale individuando l'andamento temporale;

verificare se esistono intervalli in cui il segnale è stazionario e quindi valutare il livello sonoro relativo a tali intervalli;

se $L_a - L'a > 10$ dB, concludere che $L_s = L_a$.

Nei casi in cui il metodo non è applicabile o in cui $L_a - L'a < 10$ dB, occorre passare al metodo E.

Metodo D: valutazione del contributo di sorgenti sonore non disattivabili

L'impossibilità di misurare il rumore residuo (in presenza di sorgenti sonore non disattivabili) rende generalmente inapplicabili i metodi A, B e C (essendo questi basati su criteri esclusivamente metrologici).

Fa eccezione il caso in cui il rumore della sorgente specifica ha carattere fluttuante e il rumore residuo ha carattere stazionario. In tal caso si propongono i passi seguenti:

- passo 1: misurare il livello sonoro ambientale, L_a , e rilevare l'andamento temporale;
- passo 2: verificare se esistono intervalli nei quali il segnale sonoro è stazionario; in caso affermativo valutare il livello sonoro L'_a relativo a tali intervalli;
- passo 3: se $L_a - L'_a$ è maggiore di 10 dB, concludere che $L_g = L_a$.

Nei casi in cui il metodo non è applicabile o in cui $L_a - L'_a$ è minore di 10 dB, occorre passare al metodo E.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo E: Analisi della propagazione acustica – Metodo semplificato

Il metodo E, a differenza dei precedenti, richiede una valutazione dell'andamento della propagazione acustica relativamente alla sorgente specifica.

Infatti nel caso in cui:

- l'ambiente di propagazione del rumore è omogeneo;
- misurazioni a varie distanze della sorgente specifica dimostrano un andamento regolare dell'attenuazione acustica;
- date le caratteristiche dimensionali e direttive della sorgente l'andamento dell'attenuazione non si modifica, allontanando ulteriormente il ricettore;

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo E: Analisi della propagazione acustica – Metodo semplificato

....

è legittimo estrapolare i valori rilevati per determinare nel punto di misura in esame il contributo della sorgente specifica.

Ove le condizioni per l'applicazione del metodo non siano tutte verificate si può fare ricorso al metodo F.

Metodo E: analisi della propagazione acustica - Metodo semplificato

Il metodo E, a differenza dei precedenti, richiede una valutazione dell'andamento della propagazione acustica relativamente alla sorgente specifica:

Infatti nel caso in cui:

- l'ambiente di propagazione del rumore è omogeneo (in ordine al clima, alle caratteristiche del terreno, e a tutti i parametri che influenzano tale propagazione);
- misurazioni a varie distanze dalla sorgente specifica (in posizioni non influenzate da altre sorgenti) dimostrano un andamento regolare dell'attenuazione acustica;
- date le caratteristiche dimensionali e direttive della sorgente l'andamento dell'attenuazione non si modifica, allontanando ulteriormente il ricevitore (per esempio una sorgente lineare fissa si comporta come tale solo fino a distanze relativamente più brevi della sua lunghezza e si comporta invece come una sorgente puntiforme a grandi distanze);

è legittimo estrapolare i valori rilevati per determinare nel punto di misura in esame il contributo della sorgente specifica. I dati su cui si fonda tale valutazione devono essere chiaramente riportati nel resoconto di prova.

Ove le condizioni per l'applicazione del metodo non siano tutte verificate si può fare ricorso al metodo F.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo F: Analisi della propagazione acustica - Metodo analitico

Occorre determinare il livello di potenza e la direttività della sorgente, in base ai criteri stabiliti dalle norme tecniche specifiche; si calcola a varie distanze il livello di pressione sonora.

L'attenuazione acustica deve considerare gli effetti di divergenza delle onde sonore, gli effetti dovuti alle condizioni meteorologiche, al terreno, alla vegetazione (ISO 9613-2).

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo F: Analisi della propagazione acustica - Metodo analitico

.....

Si verifica, con misurazioni in alcuni punti prova non influenzati da altre sorgenti, l'adeguatezza dei valori calcolati a rappresentare l'immissione sonora nella specifica situazione.

Se la prova è positiva, si valuta il livello sonoro nel punto in cui si intende determinare il contributo della sorgente specifica.

Se i punti di misura nei quali si deve valutare il contributo di una sorgente sonora sono numerosi può risultare conveniente il metodo G.

Metodo F: analisi della propagazione acustica - Metodo analitico

L'applicazione del metodo F richiede una ottima conoscenza dell'acustica ambientale e un attento esame dell'ambiente di propagazione e della sorgente specifica. Nel resoconto di prova devono essere esplicitati tutti i dati assunti, i metodi di calcolo impiegati, le verifiche effettuate.

Esso si sviluppa secondo i passi seguenti:

- passo 1: determinare il livello di potenza della sorgente sonora e il coefficiente di direttività (nella direzione di interesse); è opportuno che tale valutazione sia effettuata in base ai criteri stabiliti dalle norme tecniche più appropriate (per esempio: UNI EN ISO 3744, UNI EN ISO 3746, UNI EN ISO 9614-1, UNI EN ISO 9614-2, ISO 8297);
- passo 2: calcolare a varie distanze il livello di pressione sonora considerando le caratteristiche dimensionali della sorgente in rapporto fra la distanza sorgente e il punto di valutazione: generalmente ci si riconduce ai modelli classici di sorgente omnidirezionale o emidirezionale, di sorgente lineare (finita o infinita), di sorgente piana.
L'attenuazione acustica deve considerare gli effetti di divergenza delle onde sonore, e, ove significativi, gli effetti dovuti alle condizioni meteorologiche, al terreno, alla vegetazione (vedere ISO 9613-2). La presenza di superfici riflettenti e di elementi schermanti, introducendo attenuazioni talvolta rilevanti e non valutabili con precisione, rende poco accurato questo metodo di calcolo;
- passo 3: verificare, con misurazioni in alcuni punti-prova non influenzati da altre sorgenti, l'adeguatezza dei valori calcolati a rappresentare l'immissione sonora nella specifica situazione;
- passo 4: se la prova è positiva, valutare il livello sonoro nel punto in cui si intende determinare il contributo della sorgente specifica.

Se i punti di misura nei quali si deve valutare il contributo di una sorgente sonora sono numerosi può risultare conveniente il metodo G.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo G: Analisi della propagazione acustica – Modelli di simulazione matematica

Tale metodo può essere applicato anche per valutare il contributo di una singola sorgente.

Il Tecnico che applica il presente metodo deve inoltre:

- verificare, attraverso misurazioni, la correttezza dei dati di ingresso e l'adeguatezza del codice di calcolo a simulare in modo sufficientemente accurato la realtà acustica;
- esporre nel resoconto di prova i dati di ingresso, le ipotesi formulate, le prove effettuate e i relativi risultati.

Metodo G: analisi della propagazione acustica - Modelli di simulazione matematica

L'uso di modelli matematici di propagazione acustica è utile soprattutto quando si vuole caratterizzare sotto il profilo acustico un'area ove si trovano molte sorgenti, e l'ambiente presenta un elevato grado di complessità.

Tale metodo può essere applicato anche per valutare il contributo di una singola sorgente.

L'uso dei modelli matematici richiede le stesse competenze evidenziate per l'applicazione del metodo F.

Il tecnico che applica il presente metodo deve inoltre:

- verificare, attraverso una serie di misurazioni, la correttezza dei dati di ingresso (relativamente sia alle sorgenti che all'ambiente di propagazione) e l'adeguatezza del codice di calcolo a simulare in modo sufficientemente accurato la realtà acustica;
- esporre nel resoconto di prova i dati di ingresso, le ipotesi formulate, le prove effettuate e i relativi risultati.

Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

Metodo H: Valutazione in base al criterio del "punto analogo"

Per evitare che il metodo sia impropriamente utilizzato devono essere rispettate le regole riportate a seconda del caso in esame:

- **Caso 1:** analogia in relazione al rumore residuo;
- **Caso 2:** analogia in relazione al rumore della sorgente specifica di rumore.

Metodo H: valutazione in base al criterio del "punto analogo"

Quando i metodi sopra descritti non consentano di valutare in modo sufficientemente accurato il contributo di una singola sorgente o risultino eccessivamente complessi, si può, nei limiti successivamente indicati, applicare il criterio del "punto analogo" (metodo H).

Per evitare che il metodo sia impropriamente utilizzato devono essere rispettate le regole qui riportate:

Caso 1: analogia in relazione al rumore residuo

Nel caso in cui sia identificabile una posizione nella quale sia trascurabile il contributo della sorgente specifica di rumore e si riscontri invece un rumore residuo sostanzialmente uguale a quello presente nella posizione in esame può essere applicato il metodo A utilizzando come livello sonoro ambientale quello misurato nella posizione in esame e come livello sonoro residuo quello misurato nel punto analogo.

L'analogia tra il punto di misura e il punto analogo deve essere dimostrata dal tecnico in base a criteri plausibili e verificabili, descritti nel resoconto di prova.

Esempio:

Se il rumore residuo nel punto in esame è dovuto in modo pressoché esclusivo al traffico di un'arteria stradale il punto analogo potrà essere individuato lungo la stessa arteria in una posizione molto più distante della sorgente verificando:

- che siano simili le condizioni di traffico (numero e tipologia di veicoli/ora, velocità media);
- che siano simili le condizioni della strada (larghezza, pendenza, tipo di asfalto);
- che siano simili gli ambienti intorno alla sorgente e ai punti di misura (dal punto di vista della morfologia, della vegetazione, delle superfici riflettenti, delle condizioni climatiche);
- che l'altezza e la distanza del punto analogo rispetto alla sorgente siano le stesse del punto in esame rispetto alla sorgente;
- che non vi siano nel punto analogo sorgenti di rumore diverse dall'arteria di traffico.

Caso 2: analogia in relazione al rumore della sorgente specifica di rumore

Nel caso in cui sia identificabile una posizione nella quale il contributo del rumore residuo sia molto più contenuto rispetto a quello rilevato nel punto in esame e si riscontri invece un rumore della sorgente specifica di rumore sostanzialmente uguale a quello presente nella posizione in esame possono essere applicati i metodi da A a G precedentemente enunciati (rispettandone la gerarchia di applicazione) avendo cura di sostituire ai livelli sonori del punto in esame i livelli sonori misurati nel punto analogo.

L'analogia tra il punto di misura e il punto analogo deve essere dimostrata dal tecnico in base a criteri plausibili e verificabili e descritta nel resoconto di prova.

Esempio:

Se il rumore residuo è dovuto ad una sola sorgente potrebbe essere individuato un punto efficacemente schermato da tale sorgente che verifichi le seguenti condizioni:

- punto analogo e punto in esame sono pressoché equidistanti dalla sorgente specifica e in posizione tale da ritenere analoga anche la direttività;
- l'ambiente intorno al punto analogo è simile a quello del punto in esame;
- il punto analogo è collocato alla stessa altezza rispetto al punto in esame.

Criteria integrativi

- a) Se il rumore della sorgente specifica ha carattere intermittente, si analizza separatamente ogni fase di cui si compone, secondo i metodi precedentemente descritti; se il rumore residuo è intermittente si determina il livello sonoro della sorgente specifica di rumore nell'intervallo il cui livello sonoro residuo è minimo.
- b) Nel caso di due o più sorgenti specifiche di rumore disattivabili può essere seguita la medesima procedura disattivando singolarmente ogni sorgente specifica di rumore. Nel caso i livelli sonori delle singole sorgenti siano molto prossimi fra loro è opportuno, dove possibile, disattivare contemporaneamente tutte le sorgenti specifiche di rumore ed attivarle quindi singolarmente applicando per ciascuna di esse la procedura sopra esposta.

Puntualizzazioni

- a) È buona regola, quando i risultati di un metodo abbiano un elevato margine di incertezza, utilizzare un metodo integrativo di confronto.
- b) I metodi A, B, C e D sono da preferire perché basati su criteri di natura esclusivamente metrologica, mentre gli altri metodi presuppongono valutazioni affidate alla competenza del tecnico.
- c) Alcuni metodi, e in specifico il metodo C, possono fornire come risultato, non un preciso valore numerico, ma un intervallo entro il quale si trova il livello sonoro della sorgente specifica.
- d) Il tecnico, in base a valutazioni esplicitate nel rapporto di prova (metodi statistici, criteri di esperienza, ecc.) deve indicare l'incertezza da cui è affetto il risultato ottenuto.

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Criteria e condizioni per la classificazione del territorio ai sensi della L.R.15/2001

Collegamenti con la L.R.20/2000

La pianificazione urbanistica comunale è articolata in tre distinti momenti:

- il Piano Strutturale Comunale (PSC) che definisce il livello strategico e strutturale delle scelte di pianificazione;
- il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) che sviluppa il livello regolamentare;
- Il Piano Operativo Comunale (POC) che costituisce il livello della attuazione operativa delle scelte di trasformazione urbanistica sostanziale del territorio.

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Occorre tenere presente che i piani strutturale e operativo strumentano due differenti livelli di definizione delle scelte di pianificazione e sono sottoposti a due processi di valutazione e approvazione sostanzialmente diversi.

Il PSC disciplina tutto il territorio comunale delineando scelte strategiche di assetto e di tutela del territorio avendo riguardo sia dei territori edificati e dei tessuti urbani esistenti da conservare e consolidare sia delle parti del territorio da trasformare con processi di riqualificazione urbana e di nuovo insediamento; questi ultimi comprendono sia la nuova urbanizzazione di espansione che la sostituzione di rilevanti parti dell'agglomerato urbano.

Il POC invece interviene successivamente al PSC e disciplina gli interventi di tutela, valorizzazione, di organizzazione e trasformazione del territorio da realizzare in un arco temporale di cinque anni ed esclusivamente (fatta eccezione per alcuni aspetti della disciplina del sistema insediativo storico e di alcuni ambiti rurali) per le parti del territorio sottoposte a sostanziali trasformazioni urbanistiche.

Risulta pertanto necessario, ai fini della presente direttiva e della classificazione acustica del territorio comunale dei soli ambiti sottoposti a POC (e a trasformazioni urbanistiche sostanziali), distinguere in due distinti momenti la classificazione acustica delle trasformazioni urbanistiche potenziali di ciascun ambito: la prima strategica di carattere generale e preliminare relativa al PSC ed ai suoi contenuti strategici e strutturali conformanti in maniera duratura il territorio, la seconda operativa specifica e definitiva relativa a tutti gli ambiti

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Nel primo caso i contenuti urbanistici di ciascuna delle parti del territorio sottoposte a trasformazione urbanistica sostanziale definiti dal PSC riguardano sostanzialmente quattro aspetti :

- il dimensionamento massimo delle nuove previsioni;
- la ripartizione funzionale dei carichi insediativi;
- la quota minima di dotazioni territoriali (Standard di qualità urbana ed ecologico ambientale);
- i limiti e le condizioni di sostenibilità e le contestuali eventuali necessarie mitigazioni.

Nel secondo caso il POC provvede a delimitare specifiche aree e a disciplinarne l'assetto urbanistico, le destinazioni d'uso, gli indici edilizi, le modalità di intervento e gli interventi di mitigazione; in tale contesto il POC opera in conformità con il PSC e non può modificarne i contenuti.

Nell'affrontare pertanto gli aspetti della classificazione acustica delle trasformazioni urbanistiche potenziali così come definiti preliminarmente dal PSC (classificazione acustica strategica) e poi dal POC (classificazione acustica operativa), occorre tuttavia fare riferimento ad un secondo rilevante aspetto di innovazione della L.R. n.20/2000 il nuovo modello di zonizzazione urbanistica per ambiti omogenei.

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Il nuovo modello di zonizzazione urbanistica del territorio comunale.

Ai fini della classificazione acustica occorrerà distinguere due tipologie di ambiti urbani: quelli con equilibrata compresenza di residenza e di attività sociali, culturali, commerciali e produttive con essa compatibili (anche sotto l'aspetto acustico) e gli ambiti urbani specializzati caratterizzati dalla forte od esclusiva prevalenza di attività produttive.

All'interno di ciascuno di questi ambiti il PSC provvede a definire anche la dotazione territoriale minima di standard di qualità urbana ed ecologica ed ambientale (articoli A-6 e Capo A-V); tra queste, ai fini della classificazione acustica, interessa prendere in considerazione quelle di cui all'art.A-24 "Attrezzature e spazi collettivi" di carattere locale o sovracomunale, mentre le "dotazioni ecologiche ed ambientali" di cui all'art. A-25 sono parti del territorio individuate con la finalità di mitigare gli impatti del sistema insediativo sulle risorse naturali e migliorare la salubrità dell'ambiente urbano.

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Nuove procedure di valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e territoriale delle scelte di pianificazione

Gli strumenti urbanistici comunali, da redigersi ai sensi della L.R. n.20/2000, nell'ambito delle loro procedure di formazione ed approvazione, verificano la coerenza delle nuove previsioni con la classificazione acustica del territorio attraverso:

- la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (VALSAT) del Piano Strutturale Comunale (PSC) prevista dall'art.5 della L.R. n.20/2000 (All. 4);**
- l'esame preventivo sotto il profilo sanitario ed igienico ambientale del Piano Operativo Comunale (POC) al fine di accertarne la compatibilità con la tutela dell'ambiente e della salute, ai sensi dell'art.19 della L.R. n.19/1982.**

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Nel caso del PSC la valutazione è preventiva e strategica e è riferita alle scelte generali di assetto e consistenza urbanistica e funzionale di ciascun ambito (VALSAT), nel caso del POC la valutazione viene riferita esclusivamente ai contenuti di attuazione operativi del campo di competenza propri del POC e viene data in sede di parere ex L.R. n.19/1982.

L' art. 4 della L.R. n.20/2000 nel definire i rapporti della classificazione acustica con i nuovi strumenti urbanistici stabilisce che:

1. i Comuni verificano la coerenza delle previsioni della pianificazione urbanistica con la classificazione acustica del territorio nell'ambito della Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale (VALSAT), prevista dall'art. 5 della l.r. n.20/2000; la procedura di VALSAT si applica al Piano Strutturale Comunale (PSC), quale valutazione preventiva degli obiettivi generali e delle scelte sostanziali e strategiche.

2. Il PSC può assumere il valore e gli effetti della classificazione acustica ai sensi dell'art.20 della stessa L.R. n.20/2000.

Da ciò ne consegue che per la Classificazione acustica delle trasformazioni urbanistiche potenziali definite dalla pianificazione comunale si considerano i contenuti e la disciplina del PSC e la verifica di coerenza si attua attraverso la VALSAT.

D.G.R. 2053 del 9/10/2001

A tal scopo per il PSC il Comune predispone una prima valutazione preventiva dei contenuti del documento preliminare e provvede poi alla sua integrazione nel corso delle successive fasi di elaborazione del piano provvedendo alla VALSAT dei contenuti del piano adottato e poi di quello approvato.

Sotto questo aspetto è opportuno che il Comune possa già disporre di una classificazione acustica vigente riferita allo stato di fatto ed allo strumento urbanistico vigente così da poter valutare la sostenibilità delle scelte del PSC, nei loro diversi gradi di progressiva definizione, con esplicito riferimento al miglioramento del clima acustico e al superamento di conflitti preesistenti ed alla non insorgenza di nuovi conflitti. Per quanto attiene il Documento preliminare di un PSC si tenga presente che esso provvede a definire "l'individuazione di massima degli ambiti del territorio urbanizzato e suscettibile di urbanizzazione con le prime indicazioni urbanistico funzionali e con la definizione degli obiettivi prestazionali di qualità e salubrità da conseguire" e che è quindi possibile promuovere tale verifica già nella fase della Conferenza di pianificazione, a cui come noto partecipano anche ARPA e USL; in tale sede l'amministrazione comunale presenta la individuazione di massima dei limiti e delle condizioni per lo sviluppo sostenibile ed in particolare evidenzia i potenziali impatti negativi (anche in termini di inquinamento acustico) delle scelte operate e le misure idonee per mitigarli. La conferenza di pianificazione esprime valutazioni preliminari su tali obiettivi e scelte di pianificazione prospettate nel documento preliminare.

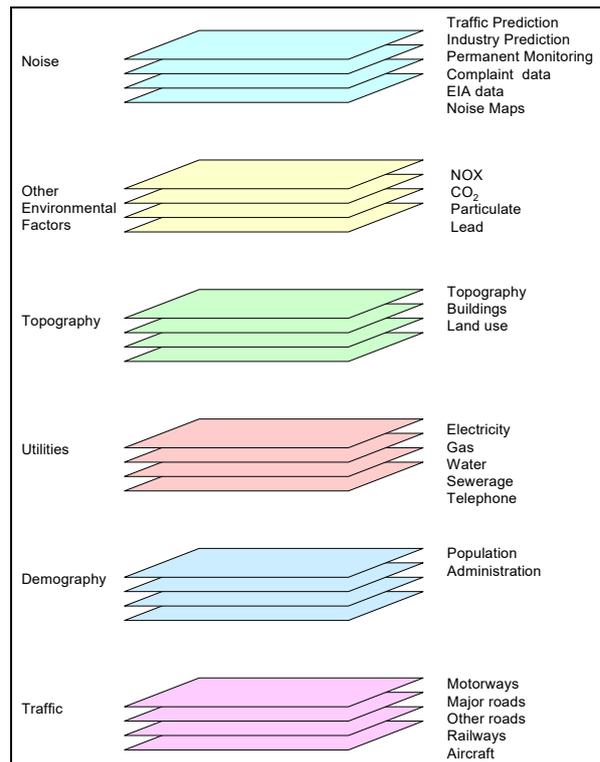
D.G.R. 2053 del 9/10/2001

Il POC è strumento di attuazione operativa del PSC che disciplina gli ambiti di trasformazione urbanistica sostanziale del territorio urbano, definendo aspetti urbanistici di dettaglio progettuale relativi alla disciplina d'uso del suolo e quindi si può operare con una valutazione operativa su un progetto più definito da un punto di vista spaziale, planovolumetrico e di effettiva distribuzione delle funzioni all'interno degli ambiti oggetto di trasformazione sostanziale. Il POC è sottoposto a parere ai sensi dell'art. 19 della L.R. n.19/1982.

La valutazione della non esistenza di situazioni di conflitto di cui al quarto comma dell'art. 2 è in questo caso affidata al parere igienico-sanitario ed ambientale espresso da ARPA-USL in sede di approvazione del POC.

GIS

- Il database dei dati di rumore può essere integrato con altri dati GIS per analisi multi-parametriche e presentazioni
- Ottimizzazione dei livelli GIS (layers) relativi al rumore:
 - Layer del rumore previsto
 - Layer del rumore misurato
 - Dati sulle lamentele per il rumore
 - Dati sulle V.I.A.
 - Mappe di rumore
- Trasferimento ed importazione dei dati:
 - Vettori (DXF)
 - SHP (shape): formato standard per lo scambio dei dati GIS



Direttiva 2002/49/CE

(Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale)

Descrittori acustici

L_{den}

Definizione del livello sonoro giorno-sera-notte
(day-evening-night level)

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Direttiva 2002/49/CE

(Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale)

Descrittori acustici

L_{night}

**Definizione del descrittore del rumore notturno
(night-time noise indicator)**

LIVELLO SONORO MEDIO A LUNGO TERMINE PONDERATO "A"
DETERMINATO SULL'INSIEME DEI PERIODI NOTTURNI DI UN ANNO

DOVE:

Il giorno è di 12 ore, la sera di 4 ore, e la notte di 8 ore

Direttiva 2002/49/CE

(Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale)

Descrittori acustici supplementari

L_{day}

Livello sonoro medio
a lungo termine
ponderato "A"
determinato
sull'insieme dei
periodi diurni di un
anno

L_{evening}

Livello sonoro medio
a lungo termine
ponderato "A"
determinato
sull'insieme dei
periodi serali di un
anno

L_{den} day evening night level - Direttiva 2002/49/CE

Definizione del livello giorno-sera-notte (Day-evening-night level) L_{den}

annoyance

Il livello giorno-sera-notte L_{den} , in decibel (dB), è definito dalla seguente formula:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

il giorno è di 12 ore, la sera di 4 ore e la notte di 8 ore; gli Stati membri possono accorciare il periodo serale di un'ora o 2 ore e allungare il periodo diurno e/o notturno di conseguenza, a condizione che tale scelta sia la medesima per tutte le sorgenti e che essi forniscano alla Commissione informazioni sulla differenza sistematica rispetto all'opzione per difetto,

l'orario di inizio del giorno (e di conseguenza gli orari di inizio della sera e della notte) è a discrezione dello Stato membro (e si applica indistintamente al rumore di tutte le sorgenti); le fasce orarie standard sono 07.00-19.00, 19.00-23.00 e 23.00-07.00 ora locale,

l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico,

L_n night level - Direttiva 2002/49/CE

L_{night}

sleep disturbance

Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 194

Attuazione della Direttiva 2002/49/CE

DESCRITTORI ACUSTICI

L_{den}

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(14 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Definizione del livello giorno-sera-notte L_{den}

dove:

a) Lden è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare;
b) Lday è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare;
c) Levening è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare;
d) Lnight è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A", definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare; dove, per tener conto delle condizioni sociologiche, climatiche ed economiche presenti sul territorio nazionale, i periodi vengono fissati in:

a) periodo giorno-sera-notte: dalle 6.00 alle 6.00 del giorno successivo, a sua volta così suddiviso:

1) periodo diurno: dalle 06.00 alle 20.00;

2) periodo serale: dalle 20.00 alle 22.00;

3) periodo notturno: dalle 22.00 alle 06.00;

b) l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico; dove si considera il suono incidente e si trascurava il suono riflesso dalla facciata dell'abitazione considerata.

La determinazione di Lday, Levening, Lnight sull'insieme dei periodi diurni, serali e notturni potrà avvenire attraverso l'applicazione di tecniche previsionali e/o di campionamento statistico.

Il punto di misura per la determinazione di Lden e quindi di Lday, Levening, Lnight, dipende dall'applicazione:

a) nel caso del calcolo ai fini della mappatura acustica strategica in termini di esposizione al rumore all'interno e in prossimità degli edifici, i punti prescelti per il calcolo del rumore sono posti ad un'altezza dal suolo di $4,0 \pm 0,2$ m (3,8-4,2 m) e sulla facciata più esposta; a tale scopo la facciata più esposta è il muro esterno rivolto verso la sorgente specifica e più vicino ad essa; a fini diversi da quelli suddetti possono essere operate scelte diverse;
b) nel caso del rilevamento ai fini della mappatura acustica strategica in termini di esposizione al rumore all'interno e in prossimità degli edifici, i punti di misura devono essere posti ad un'altezza dal suolo di $4,0 \pm 0,2$ m (3,8-4,2 m); possono essere scelti altri punti di misura, ma la loro altezza dal suolo non deve mai essere inferiore a 1,5 m e i risultati sono riportati ad un'altezza equivalente di 4 m;

c) per altri fini, quali la pianificazione acustica e la mappatura acustica, possono essere scelti altri punti di misura, ma la loro altezza dal suolo non deve mai essere inferiore a 1,5 m, ad esempio nel caso di:

1) zone rurali con case a un solo piano;

2) elaborazione di misure locali atte a ridurre l'impatto acustico su abitazioni specifiche;

3) mappatura acustica dettagliata di un'area limitata, con rappresentazione dell'esposizione acustica di singole abitazioni.

Effetti della Direttiva 2002/49/CE

(Sulla metrologia e sui limiti del rumore ambientale)

Differenze reali aspetti temporali

N. intervalli temporali		Legislazione italiana	Direttiva 2002/49/CE	
Durata intervalli	Tutte le sorgenti, tranne rumore aeroportuale	diurno 16 ore (06-22) notturno 8 ore (22-06)	Tutte le sorgenti	diurno da 12 a 14 ore serale da 2 a 4 ore notturno 8 ore
	Rumore aeroportuale	diurno 17 ore (06-23) notturno 7 ore (00-06 e 23-24)		
Base temporale del descrittore acustico	Strade	almeno una settimana *	annuale, riferito a condizioni meteorologiche corrispondenti all'anno medio (almeno su 10 anni)	
	Ferrovie	almeno 24 ore *		
	Aeroporti	tre settimane nell'arco dell'anno		
	Altre sorgenti	TR per i valori limite assoluti di immissione; TM per i valori limite differenziali di immissione; TL o 1 ora per i valori di attenzione		
	* se ricettore nella fascia di pertinenza acustica, TR per i valori limite assoluti di immissione			
TR=tempo di riferimento; TM=tempo di misurazione; TL=tempo a lungo termine				

Cos'è la mappatura acustica?

- «mappatura acustica»: la rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona;
- «mappa acustica strategica»: una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona;

I nuovi parametri acustici UE

- Livello "day-evening-night" (L_{DEN}):
si valutano anzitutto i 3 livelli parziali:
 - L_{day} (livello equivalente dalle 06 alle 20)
 - $L_{evening}$ (livello equivalente dalle 20 alle 22)
 - L_{night} (livello equivalente dalle 22 alle 06)Indi si aggiungono 5 dB a $L_{evening}$, e 10 dB a L_{night} .
Infine si fa il livello equivalente complessivo
- Livello equivalente notturno (L_{night}):
valore medio energetico ottenuto sull'intero periodo notturno (dalle 22 alle 06), coincide con il valore utilizzato nel calcolo di L_{DEN}
Si applica solo all'edilizia residenziale, al fine di tutelare il sonno dei residenti
- Si misurano all'esterno degli edifici, ma escludendo l'effetto della riflessione sulla facciata riflettente. Quindi solitamente si debbono togliere 3 dB al valore misurato

I nuovi parametri acustici UE

- Calcolo del Livello "day-evening-night" (L_{den}):

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \left[\frac{14 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}}}{24} \right]$$

- In teoria, il valore di L_{den} è rappresentativo della media di tutte le giornate di un intero anno solare
- Gli stati membri possono cambiare l'ora di inizio del periodo diurno (ad esempio farlo iniziare alle 7 anzichè alle 6), nonché la durata della fascia serale e notturna.

Considerazioni generali

•I modelli utilizzati per i vari report previsti devono fornire i valori LDEN e LN in accordo con le definizioni nazionali dei periodi diurno, serale e notturno secondo la formula generale:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(t_D \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + t_E \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + t_N \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

•Il punto di ricezione (o di misura) è posto ad un'altezza dal suolo di 4 ± 0.2 m. Tale altezza vale per ogni descrittore compreso nel LDEN.

•L'allegato I della direttiva definisce le caratteristiche del periodo di osservazione sia dal punto di vista acustico che meteorologico.

Tipologie di mappe acustiche e modalità di rappresentazione

Per mappe acustiche si intendono, sinteticamente, le seguenti tipologie di rappresentazione:

1.mappe di rumore: rappresentazioni grafiche che visualizzano il clima acustico esistente o futuro in una data area;

2.mappe di esposizione: mappe che quantificano il numero di abitanti e abitazioni esposti a determinati valori degli indicatori acustici.

3.mappe di conflitto: rappresentazioni grafiche delle aree in cui i livelli sonori superano i limiti di rumore relativi agli indicatori acustici e/o mappe che quantificano i superamenti dei limiti di rumore in corrispondenza di singoli punti ricettori (ricettori in facciata di edifici e/o punti ricettori specifici in determinate aree non edificate - aree quiete).

Emilia-Romagna

Delibera della Giunta Regionale del 17/09/2012, n. 1369
DLgs 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE
relativa alla determinazione e alla gestione del rumore
ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per
l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe
acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed
agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"

Emilia-Romagna

1. INQUADRAMENTO GENERALE.....	4	3.4.6	Concorrenza di più sorgenti sonore.....	73	
1.1	Scopo e campo d'applicazione.....	4	3.4.7	Calibrazione del modello con misurazioni di riferimento.....	73
1.2	Sistematico inquadramento normativo.....	4	3.5	Presentazione dei risultati.....	84
1.3	Riferimenti metodologici.....	7	3.5.1	Struttura dei dati da trasmettere alla Commissione.....	84
2. COME SODDISFARE I REQUISITI DELLA NORMATIVA VIGENTE.....	9	3.5.1.1	Le tabelle dati.....	84	
2.1	Definizione dei contenuti della mappatura acustica.....	9	3.5.1.2	Formato e contenuti della documentazione descrittiva.....	86
2.2	Requisiti minimi delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche.....	10	3.5.2	Criteri per la definizione della struttura di reporting a supporto delle attività di controllo e validazione dei risultati.....	86
2.2.1	Dati da trasmettere alla Commissione Europea.....	11	3.5.2.1	Elementi descrittivi della struttura dati.....	87
2.2.1.1	Agglomerati.....	11	3.5.2.2	Dati.....	87
2.2.1.2	Infrastrutture di trasporto principali.....	13	3.5.3	Aggiornamenti dei criteri per la predisposizione e consegna dei risultati.....	92
2.2.2	Informazione al pubblico.....	16	3.5.3.1	Organizzazione della documentazione digitale.....	92
2.2.3	Dati a supporto dell'elaborazione dei piani di azione.....	17	3.5.3.2	Predisposizione degli strati informativi georeferenziati.....	93
2.3	Indicatori utilizzati per le mappature acustiche.....	17	3.5.3.3	Metadati.....	95
2.3.1	Esclusione del suono riflesso dalla facciata del ricevitore.....	19	3.5.3.4	Relazioni tecniche e immagini delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche.....	95
2.4	Tipologie di mappe acustiche e modalità di rappresentazione.....	22	3.6	Informazione al pubblico.....	96
2.4.1	Mappe acustiche nelle definizioni del D. Lgs. 194/05.....	22	3.6.1	Modalità di comunicazione al pubblico.....	96
2.4.2	Mappe di rumore.....	23	4. VERSO IL PIANO D'AZIONE.....	98	
2.4.3	Mappe di esposizione.....	24	4.1	I valori limite di legge per l'elaborazione dei piani d'azione.....	98
2.4.4	Mappe di conflitto.....	26	4.2	I risultati della mappatura a supporto dell'elaborazione dei piani di azione.....	104
2.4.5	Mappe di priorità.....	27	4.3	Individuazione delle aree critiche.....	105
2.5	Aggiornamento delle mappe.....	28	4.4	Ricevitori sensibili.....	106
3. IL PROCESSO DI MAPPATURA ACUSTICA IN PRATICA.....	30	4.5	Valutazioni parametriche quantitative e soundscape.....	107	
3.1	Raccolta dei dati informativi e territoriali.....	32	4.6	Individuazione delle zone silenziose.....	108
3.1.1	Individuazione dei responsabili della fornitura dei dati di input.....	32	5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	110	
3.1.2	Periodo temporale di riferimento dei dati di input.....	32	5.1	Disposizioni legislative nazionali.....	111
3.1.3	Criteri di individuazione delle aree da mappare.....	33	5.2	Altri documenti nazionali.....	111
3.1.4	Formati informativi di riferimento per i dati di input.....	34	5.3	Disposizioni legislative regionali.....	111
3.1.5	Individuazione della base cartografica.....	36	5.4	Documenti dell'Unione Europea.....	111
3.1.6	Andamento altimetrico del terreno.....	36	5.5	Norme tecniche.....	113
3.1.7	Tipo di copertura del suolo.....	37	5.6	Progetti europei, report EEA.....	115
3.1.8	Edifici.....	38	5.7	Letteratura scientifica e tecnica.....	116
3.1.9	Dati demografici.....	38	5.8	Esempi di buona pratica.....	117
3.1.10	Localizzazione e caratterizzazione dimensionale delle sorgenti.....	42			
3.2	Dati rappresentativi dell'emissione sonora delle sorgenti.....	42			
3.2.1	Sorgenti stradali.....	42			
3.2.1.1	Misure di traffico.....	45			
3.2.1.2	Modelli di calcolo per la determinazione dei dati di traffico.....	46			
3.2.1.3	Spettro di potenza della sorgente sonora.....	49			
3.2.2	Sorgenti ferroviarie.....	50			
3.2.3	Sorgenti aeroportuali.....	53			
3.2.4	Siti di attività industriale.....	56			
3.2.5	Siti portuali.....	57			
3.2.6	Conversione di valori di altri descrittori acustici.....	60			
3.3	Dati meteorologici.....	61			
3.4	Modalità di elaborazione delle mappe acustiche.....	62			
3.4.1	Caratteristiche generali del programma di simulazione.....	63			
3.4.2	Modelli di calcolo utilizzati per l'elaborazione delle mappe acustiche.....	69			
3.4.2.1	Sorgenti stradali.....	69			
3.4.2.2	Sorgenti ferroviarie.....	69			
3.4.2.3	Sorgenti aeroportuali.....	70			
3.4.2.4	Sorgenti industriali.....	70			
3.4.3	Combinazione dei livelli sonori concorrenti alla rumorosità ambientale.....	70			
3.4.4	Influenza delle condizioni meteorologiche.....	71			
3.4.5	Valori delle impostazioni generali del programma.....	72			

Emilia-Romagna

Delibera della Giunta Regionale del 23/09/2013, n. 1339

D.Lgs 194/2005 "Attuazione della DIR 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"- Approvazione delle Linee Guida per l'elaborazione dei Piani di azione relativi alle strade ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"

Emilia-Romagna

1. INQUADRAMENTO GENERALE	5	6.1.3.1 Generalità	66
1.1 Scopo e campo d'applicazione	5	6.1.3.2 Determinazione dei livelli di rumore ai ricettori nell'area oggetto di studio	66
1.2 Sintetico inquadramento normativo	5	6.1.3.3 Individuazione dei conflitti esistenti (superamento dei limiti)	66
1.3 Riferimenti metodologici	8	6.1.3.4 Individuazione e caratterizzazione delle criticità	66
2. IL PIANO D'AZIONE	10	7. APPENDICE D - SOLUZIONI PRATICABILI	69
2.1 Obiettivi e benefici principali	10	7.1 Generalità	69
2.2 Le fasi di elaborazione del piano d'azione	10	7.2 Criteri per l'individuazione delle soluzioni praticabili	70
2.3 Contenuti e tipologia	18	7.2.1 Interventi diretti sulla sorgente	71
2.4 Durata	21	7.2.1.1 Infrastrutture stradali	71
2.5 Piani d'azione e piani di risanamento	21	7.2.1.2 Infrastrutture ferroviarie	73
3. IL PROCESSO DI ELABORAZIONE DEL PIANO D'AZIONE IN PRATICA	25	7.2.1.3 Aeroporti	76
3.1 Fase 1 - Individuazione e coinvolgimento degli stakeholder	27	7.2.1.4 Attività industriali	78
3.1.1 Finalità	27	7.2.2 Interventi sulla propagazione (barriere)	78
3.1.2 Ammissione	27	7.2.3 Interventi sul ricettore	80
3.2 Fase 2 - Informazione e consultazione del pubblico	30	7.2.4 Pianificazione territoriale e urbanistica	82
3.2.1 Finalità	30	7.2.4.1 Classificazione acustica del territorio	82
3.2.2 Definizione di pubblico	31	7.2.4.2 Interventi sulla distanza sorgente-ricettore	83
3.2.3 Quantificazione e percezione del rumore	31	7.2.4.3 Progettazione edilizia	84
3.2.4 Consultazione del pubblico per i piani d'azione e valutazione ambientale strategica	32	7.3 Stime sommarie per alcune soluzioni praticabili	86
3.2.5 Tempistica di informazione e consultazione	33	8. APPENDICE E - VALUTAZIONI COSTI E BENEFICI E PUNTEGGI DI PRIORITA'	89
3.2.6 Contenuti e obiettivi	34	8.1 Valutazione dei costi	89
3.2.7 Fonti e strumenti	35	8.1.1 Valutazione dei costi di investimento e di esercizio delle opere	89
3.2.8 Disponibilità e mantenimento dei dati	35	8.1.2 Valutazione dei costi sociali associati a ciò che l'opera può determinare	90
3.2.9 Raccolta delle osservazioni	36	8.2 Valutazione dei benefici	90
3.2.10 Retoscendo delle consultazioni	36	8.2.1 Introduzione	90
3.3 Fase 3 - Pianificazione strategica preliminare	36	8.2.2 Quantificazione del beneficio sulla base dei ricettori trans	92
3.3.1 Finalità	36	8.2.3 Quantificazione del beneficio sulla base degli effetti del rumore	92
3.3.2 Individuazione delle aree critiche	36	8.2.4 Monetizzazione dei costi socio-economici del rumore	92
3.3.3 Ricettori sensibili	37	8.2.5 Raccomandazioni del gruppo di lavoro su "Health and socio-economic aspects"	93
3.3.4 Valutazioni puntuali quantitative e sound-scapes	38	8.3 Punteggi di priorità	94
3.3.5 Individuazione delle zone silenziose	39	8.3.1 Obiettivi	94
3.3.6 Definizione dell'ambito di intervento	41	8.3.2 Requisiti generali per l'uso dei punteggi di priorità	95
3.3.7 Ricognizione degli indirizzi di pianificazione	43	8.3.3 Punteggi di priorità basati su criteri di gravità	96
3.3.8 Individuazione delle soluzioni praticabili	43	8.3.4 Punteggi di priorità basati su criteri di efficienza	97
3.4 Fase 4 - Definizione del piano d'azione	44	8.3.5 Punteggi di priorità basati su criteri di efficacia	98
3.4.1 Finalità	44	9. APPENDICE F - ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DEI CONFLITTI, DELLE CRITICITA' E DEGLI INTERVENTI	100
3.4.2 Valutazioni costi e benefici	44	9.1 Introduzione	100
3.4.3 Selezione degli interventi per area	44	9.2 Individuazione dei conflitti esistenti	100
3.4.4 Definizione ed approvazione del piano	46	9.2.1 Realizzazione della carta dei limiti	100
3.4.5 Rilevanza delle scelte gestionali nel piano d'azione	46	9.2.2 Valutazione dei conflitti su aree di territorio	102
3.5 Fase 5 - Ammissione del piano d'azione	47	9.2.3 Valutazione dei conflitti sui singoli edifici	103
3.6 Fase 6 - Monitoraggio del piano d'azione	47	9.3 Individuazione e caratterizzazione delle criticità	104
4. APPENDICE A - SUI VALORI LIMITE DI LEGGE	48	9.4 Interventi di mitigazione acustica	110
4.1 I valori limite di legge nella legislazione italiana	48	10. APPENDICE G - RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	115
4.2 I valori limite di legge per l'elaborazione dei piani d'azione	49	10.1 Disposizioni legislative nazionali	115
5. APPENDICE B - INDICATORI DI CRITICITA'	54	10.2 Altri documenti nazionali	116
5.1 Individuazione di un indicatore di criticità	54	10.3 Disposizioni legislative regionali	116
5.1.1 Indicatore di priorità (criticità) P del D.M. 29/11/2000	54	10.4 Documenti dell'Unione Europea	116
5.1.2 Indicatore di criticità ECU	56	10.5 Norme tecniche	118
6. APPENDICE C - INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITA'	62	10.6 Progetti europei, report EEA	120
6.1 Metodi per l'individuazione delle criticità	62	10.7 Letteratura scientifica e tecnica	121
6.1.1 Generalità	62	10.8 Esempi di buona pratica	122
6.1.2 Infrastrutture di trasporto principali	63		
6.1.2.1 Generalità	63		
6.1.2.2 Determinazione dei livelli di rumore ai ricettori nell'area oggetto di studio	63		
6.1.2.3 Individuazione dei conflitti esistenti (superamento dei limiti)	64		
6.1.2.4 Individuazione e caratterizzazione delle criticità	64		
6.1.3 Agglomerati urbani	66		

Incertezza di misura

- *UNI/TR 11326 Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali, Maggio 2009;*
- *UNI/TS 11326-2 Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: Confronto con valori limite di specifica, Gennaio 2015.*

Incertezza

“L'incertezza è un numero associato al risultato di una misurazione, che esprime la **DISPERSIONE** dei valori che possono ragionevolmente essere attribuiti al misurando” (GUIDA... ISO 1995).

E' DETERMINANTE ESPRIMERE L'INCERTEZZA DI MISURA (spesso è NECESSARIO!)

Per capire il significato delle affermazioni fatte e come queste sono in relazione alla definizione di **ERRORE**, termine più comunemente utilizzato, ci si avvale di un esempio.

Approccio classico



L'approccio classico definisce l'errore come la differenza tra il valore vero della misura e la lettura effettuata.

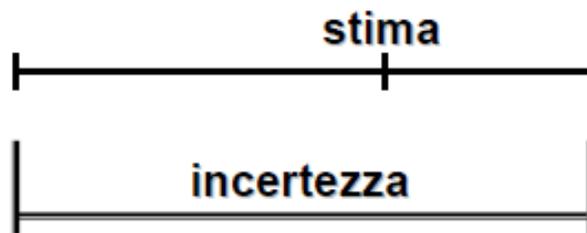
Approccio attuale

Il valore vero non è noto, esiste solo convenzionalmente.



**L'ERRORE NON E'
CONOSCIBILE**

Incertezza



Posso solo affermare che il “valore vero” si trova all’interno di un intervallo di valori, con un certo livello di probabilità, oppure che tale valore si trova all’interno di un certo intervallo di misura da stimare.

“L’incertezza è un numero associato al risultato di una misurazione, che esprime la DISPERSIONE dei valori che possono ragionevolmente essere attribuiti al misurando”

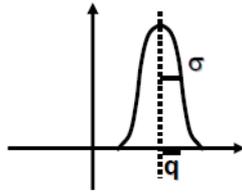
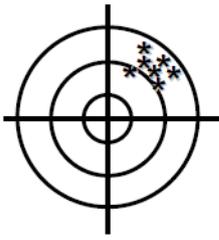
Accuratezza

Con riferimento al valore vero di una grandezza si definisce l'ACCURATEZZA, ossia l'accordo tra il risultato di una misura ed il valore (vero) del misurando.

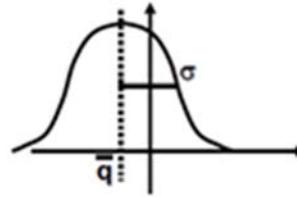
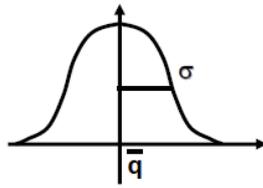
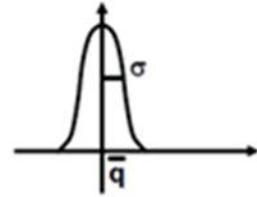
NOTE:

- in virtù di quanto osservato l'accuratezza è un concetto qualitativo e non va confuso con **PRECISIONE**

Accuratezza e precisione

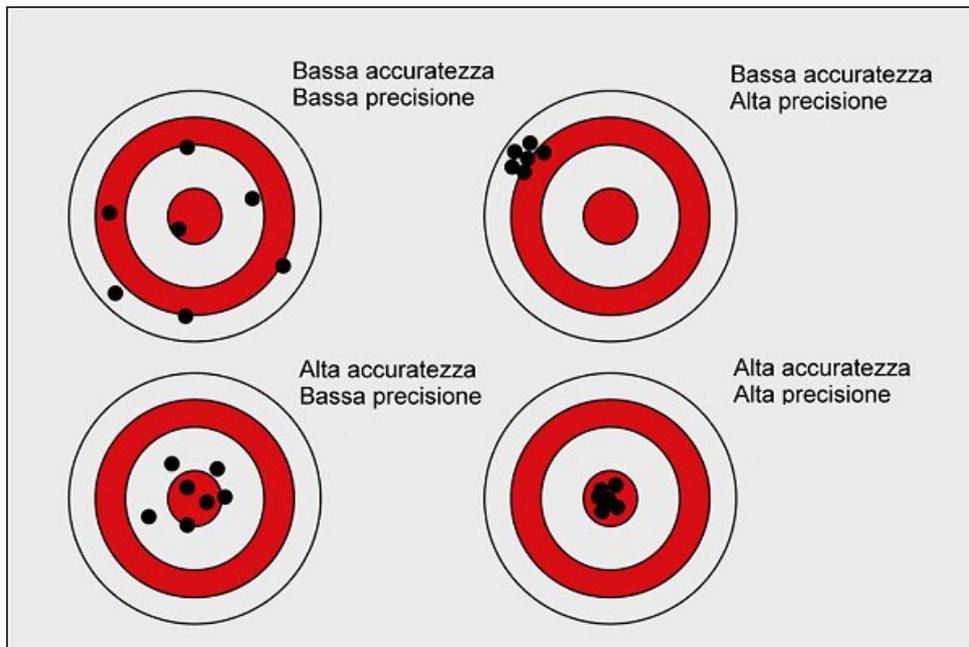


Misura poco accurata ma precisa (incertezza ridotta)



Misura accurata ma poco precisa (incertezza elevata),
ad esempio dopo correzione di effetto sistematico

Accuratezza e precisione

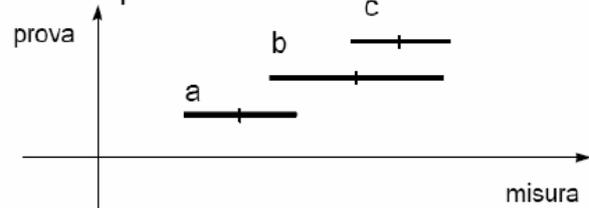


Compatibilità

Il passaggio da errore a stima + incertezza impone la revisione di alcuni concetti tradizionalmente alla base delle misure, quali

- **l'uguaglianza**: sostituita ora da concetto di **COMPATIBILITA'** non essendo certo il valore numerico del misurando è impossibile parlare di uguaglianza nel senso definito dalla matematica

• Esempio:



- a e b sono compatibili
- b e c sono compatibili
- a e c NON sono compatibili

Errore

- **errore (sistematico - casuale)**: non scompaiono i concetti, espressi in termini di componente sistematica e componente aleatoria. Quando si parla di incertezza ci si riferisce alla sola casualità; si dà per scontato che, se si mette in evidenza un effetto sistematico, questo vada corretto prima delle misure, (ed una incertezza è pure associata alla correzione di effetto sistematico). Se un effetto sistematico non è conoscibile, non sarà neppure possibile correggerlo.

Accuratezza e precisione

Accuratezza e precisione sono due termini spesso utilizzati in modo errato nel contesto della misurazione, perciò è importante conoscerne bene la differenza. L'*accuratezza* indica quanto una misura vicina è al valore accettato. Ad esempio, ci aspettiamo che una bilancia legga 100 grammi se poniamo un peso standard di 100 grammi su di essa. In caso contrario, la bilancia non è accurata.

La *precisione*, invece, indica quanto vicini o quanto ripetibili siano i risultati. Uno strumento di misura preciso darà quasi lo stesso risultato ogni volta che viene utilizzato. In altre parole, la precisione di un esperimento, di uno strumento o di un valore è una misura dell'affidabilità e della coerenza. Sia l'accuratezza che la precisione sono termini usati nella scienza, in ingegneria e in statistica.

Più in generale, l'accuratezza di un esperimento, di uno strumento o di un valore è una misura di quanto strettamente i risultati concordino con il valore vero o accettato. L'accuratezza si riferisce al grado di conformità e correttezza di qualcosa rispetto a un valore vero o assoluto, mentre la precisione si riferisce a uno stato di rigida precisione, cioè a quanto costantemente qualcosa è strettamente esatto.

Quando una quantità viene misurata o calcolata, l'accuratezza della misurazione o il risultato calcolato danno il grado di vicinanza del valore al valore corretto. L'accuratezza, quindi, descrive una proprietà del *risultato*. La precisione, d'altra parte, quantifica il grado di efficacia con cui sono state effettuate le misure, o quanto bene sono stati effettuati i calcoli. La precisione dice qualcosa sul *processo di misurazione* o sul calcolo, ma non dice nulla sul risultato della misurazione o sul valore calcolato.

Incertezza

Ogni volta che si presenta il risultato di una misurazione o di un calcolo bisogna esprimere l'incertezza ad esso associata al fine di indicare quanto i risultati (che sono solo una stima del misurando a causa di effetti sia casuali che sistematici) siano attendibili. I metodi di calcolo, di valutazione e determinazione dell'incertezza sono definiti da norme internazionali che vengono recepite dagli istituti di formazione nazionali. In Italia, la più recente versione di tale recepimento è la norma UNI CEI ENV 13005 "Guida all'espressione dell'incertezza di misura", traduzione italiana della ISO ENV 13005 "Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)" e che sostituisce la UNI CEI 9. In essa è contenuta la definizione formale del termine "incertezza": "parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando" ed, inoltre, si elencano alcune delle possibili sue fonti tra le quali, ad esempio, la definizione incompleta del misurando, la non rappresentatività del metodo di campionamento, le variazioni nelle osservazioni del misurando ripetute in condizioni apparentemente identiche.

Incertezza

Secondo la UNI CEI ENV 13005, l'incertezza del risultato di una misurazione consiste di più componenti che possono essere suddivise in due categorie a seconda di come se ne stima il valore numerico:

- incertezza di categoria "A", valutata per mezzo di metodi statistici; si basa sul metodo di valutazione dell'incertezza per mezzo dell'analisi statistica della serie di osservazioni ed è ottenuta da una densità di probabilità derivata da una distribuzione di frequenza osservata;
- incertezza di categoria "B", valutata mediante altri metodi; si basa sul metodo di valutazione dell'incertezza con mezzi diversi dall'analisi statistica di serie di osservazioni ed è ottenuta da una densità di probabilità ipotizzata sulla base di un giudizio scientifico, sovente chiamata probabilità soggettiva o bayesiana.

Incertezza

La sopraelencata classificazione ha come fine solo il sottolineare le due diverse modalità di determinazione delle componenti dell'incertezza e non quello di indicare l'esistenza di differenze nella natura delle componenti risultanti dai due tipi di valutazione. Entrambi i metodi sono basati su distribuzioni di probabilità e le componenti risultanti sono quantificate mediante varianze o scarti tipo. Infatti, la varianza stimata che caratterizza una componente dell'incertezza ottenuta mediante una valutazione di categoria A, viene calcolata da una serie di osservazioni ripetute ed è uguale alla varianza stimata statisticamente. Lo scarto tipo stimato è quindi uguale allo scarto tipo ed è talvolta chiamato "incertezza tipo di categoria A". Invece, per una componente dell'incertezza ottenuta mediante una valutazione di categoria B, la varianza stimata è valutata sfruttando le informazioni disponibili e lo scarto tipo stimato è chiamato "incertezza tipo di categoria B". Le valutazioni di categoria B sono basate su distribuzioni di probabilità ipotizzate sulla base di un giudizio scientifico (probabilità soggettiva). In più, nella UNI CEI ENV 13005 le incertezze dovute ad effetti casuali ed effetti sistematici sono trattate con le stesse modalità e sono combinate secondo la legge di propagazione delle varianze e per eliminare le difficoltà connesse al concetto d'errore ed alla classificazione degli errori in casuali e sistematici, in essa si adotta un'impostazione operativa che evita di fare riferimento a valori non conoscibili distinguendo nettamente tra i termini "errore" ed "incertezza": non sono sinonimi e sono concetti completamente differenti.

Incertezza

In essa si specifica, infatti, che lo scarto tipo sperimentale della media aritmetica di una serie di osservazioni non è l'errore casuale della media, ma piuttosto è una valutazione quantitativa dell'incertezza della media dovuta agli effetti casuali e che il valore esatto dell'errore sulla media dovuto a questi effetti non è conoscibile. Anche l'incertezza di una correzione applicata al risultato di una misurazione per compensare un effetto sistematico non è l'errore sistematico del risultato, ma piuttosto è una valutazione quantitativa dell'incertezza del risultato dovuta ad imperfetta conoscenza del valore necessario per la correzione e l'errore originato dall'imperfetta compensazione di un effetto sistematico non è conoscibile in modo esatto.

Infine, la UNI CEI ENV 13005 privilegia l'approccio della modellazione matematica quando il misurando non viene determinato direttamente, ma mediante altre grandezze d'ingresso che forniscono le informazioni necessarie per ricavarlo. La procedura, allora, prevede che sia necessario stabilire una relazione funzionale tra il misurando e tali grandezze che possono essere considerate esse stesse misurandi.

Determinazione dell'incertezza tipo composta e dell'incertezza estesa

Come già evidenziato nel paragrafo precedente, la procedura di calcolo della UNI CEI ENV 13005 prevede che l'incertezza del risultato finale venga espressa come scarto tipo o come multiplo dello scarto tipo. Se si utilizza lo scarto tipo si parla di "incertezza tipo composta" caratterizzata mediante il valore numerico che si ottiene applicando il metodo abituale per la composizione delle varianze; si parla invece di "incertezza estesa" se si fa riferimento ad un multiplo dello scarto tipo ed essa è ottenuta moltiplicando l'incertezza composta per un opportuno fattore di copertura a sua volta correlato al livello di fiducia (probabilità di copertura) desiderato e specificato.

Determinazione dell'incertezza tipo composta

Se le grandezze d'ingresso X_1, X_2, \dots, X_N sono tutte indipendenti, o non correlate, l'incertezza tipo composta della risultato stima del misurando y , denotata con $u_c(y)$, è la radice quadrata della varianza composta:

- (1)
$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)$$

- dove:

f è la funzione specificata nel paragrafo precedente ed ogni $u(x_i)$ è un'incertezza tipo di categoria A o di categoria B.

L'equazione precedente esprime la legge di propagazione dell'incertezza e caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando Y . Le derivate parziali sono chiamate coefficienti di sensibilità ed esprimono come la stima d'uscita y varia al variare delle rispettive stime d'ingresso x_i . Per la valutazione dell'incertezza tipo composta, quando alcune delle grandezze d'ingresso sono correlate tra loro, si deve, invece, tenere conto delle correlazioni e, quindi, l'espressione appropriata per la varianza composta $u_c(y)$ associata al risultato di una misurazione è:

- (2)
$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j)$$

- dove:

x_i e x_j sono le stime di X_i e X_j ed $u(x_i, x_j) = u(x_j, x_i)$ è la covarianza stimata associata a x_i e x_j .

Determinazione dell'incertezza estesa

Sebbene l'incertezza composta può essere usata per esprimere l'incertezza del risultato di una misurazione, in talune applicazioni è spesso necessario dare una valutazione quantitativa dell'incertezza che definisca un intervallo attorno al risultato della misurazione in cui ci si aspetti venga compresa una gran parte della distribuzione di valori che possono ragionevolmente essere attribuiti al misurando. La valutazione quantitativa supplementare dell'incertezza che soddisfa questo requisito è denominata incertezza estesa ed è indicata con U . L'incertezza estesa U viene ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta $u_c(y)$ per un fattore di copertura k . Il risultato è allora espresso come:

- $Y = y \pm U$ ovvero $y - U \leq Y \leq y + U$

nel senso che la miglior stima del valore attribuibile al misurando Y è y e ci si aspetta che l'intervallo di valori da $y - U$ a $y + U$ comprenda una gran parte della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili ad Y .

Incertezza nelle misure di acustica ambientale

Il documento dell'UNI (rapporto tecnico) UNI/TR 11326 (2009) ha l'intento di fornire delle linee guida di più facile leggibilità rispetto alle norme di riferimento ed allo stesso tempo di immediata applicabilità al campo dell'acustica.

Tale documento approfondisce maggiormente gli argomenti connessi alla misurazione o al calcolo del rumore in ambiente esterno descrivendo, in maniera più sintetica, le problematiche legate all'incertezza nel campo dell'acustica edilizia, dell'acustica degli ambienti chiusi, del rumore in ambiente di lavoro, argomenti a cui sono state o saranno dedicate norme specifiche.

Incertezza

In particolare il pacchetto relativo alla valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica attualmente è strutturato così come segue:

Parte 1: Concetti generali;

Parte 2: Confronto di valori affetti da incertezza con valori limite;

La parte 2, risulta molto critica, poiché andrà a confrontarsi con la consuetudine legislativa di stabilire valori limite senza alcuna tolleranza e senza specificare regole e parametri di accettazione.

Incerteza

Il documento UNI/TR 11326 fornisce delle raccomandazioni introducendo le regole fondamentali per la valutazione e l'espressione dell'incerteza dei risultati di misurazioni e calcoli con particolare riguardo al campo dell'acustica applicata. Queste regole sono indispensabili al fine di:

- ottenere un valore significativo da una serie di misurazioni ripetute, per esempio dei livelli sonori in ambiente esterno o in ambiente di lavoro, che forniscono valori singoli leggermente diversi tra loro;
- sapere qual è l'incerteza associata al risultato di un calcolo partendo da valori sperimentali affetti da un'incerteza di misura.

La maggior parte delle considerazioni che seguono, faranno riferimento principalmente al suddetto rapporto tecnico.

Incerteza della strumentazione di misura

Tale tipo di incerteza riguarda le componenti introdotte dal calibratore e dal misuratore del livello sonoro.

L'incerteza introdotta dal calibratore è costituita dai seguenti contributi:

- scostamento rispetto al valore nominale (può essere dedotto dal certificato di taratura, oppure in alternativa può essere stimato partendo dalle tolleranze indicate nelle specifiche tecniche dello strumento, o nella norma CEI EN 60942);
- dispersione legata alla non perfetta stabilità nel tempo (la così detta "deriva temporale" legata alla non perfetta stabilità nel tempo su scale temporali dell'ordine di due tarature successive, è deducibile dalle tolleranze indicate nelle specifiche tecniche dello strumento o nella norma CEI EN 60942);
- dispersione legata alle condizioni meteorologiche (l'effetto dell'influenza di temperatura, umidità, pressione può anch'esso essere valutato sulla base delle specifiche tecniche fornite dal costruttore o a partire dalle tolleranze indicate dalla norma CEI EN 60942. Vengono impiegati opportuni coefficienti di deviazione per gli intervalli di temperatura, pressione e umidità relativa all'interno dei quali è possibile operare con lo strumento);
- dispersione legata al non perfetto accoppiamento fra calibratore e microfono (è indagine di alcuni studi sperimentali).

Incertezza della strumentazione di misura

L'incertezza introdotta dal misuratore del livello sonoro è costituita dai seguenti contributi:

- scostamento rispetto al valore nominale (valgono le stesse considerazioni fatte per il calibratore);
- dispersione legata alla non perfetta stabilità nel tempo (valgono le stesse considerazioni fatte per il calibratore);
- dispersione legata alle condizioni meteorologiche (valgono le stesse considerazioni fatte per il calibratore);
- dispersione legata alla non perfetta linearità (viene trattata nella CEI EN 61672-1, dove viene indicata una certa tolleranza per ogni banda di frequenza);
- dispersione legata alla non perfetta aderenza alla curva A nominale (trattata anch'essa nella CEI EN 61672-1);
- dispersione legata alla non perfetta isotropia della capsula microfonica (la capsula microfonica possiede una direttività specifica per ogni frequenza, pertanto, l'orientamento del microfono rispetto alla sorgente sonora introduce un'incertezza che risulta crescente con le frequenze);
- dispersione legata alla risoluzione del visore;
- dispersione legata al calcolo del valore efficace (è quantificata confrontando la risposta dello strumento ad una sequenza di impulsi con la risposta ad un segnale continuo di pari livello sonoro).

L'incertezza strumentale complessiva si ottiene combinando le incertezze globali risultanti dal calibratore e dal misuratore di livello sonoro; valori che si deducono da vari studi sono di circa 0.5 dB, che coincide con il valore contenuto nella norma UNI EN ISO 9612:2011 per l'incertezza strumentale di sistemi di classe 1.

L'incertezza correlata alle misurazioni in ambiente esterno

Per valutare l'incertezza di una misurazione in ambiente esterno occorre preliminarmente identificare le fonti che possono contribuire all'incertezza del dato rilevato. Questi contributi sono legati alla strumentazione (contributi del calibratore e del misuratore del livello sonoro) e alla posizione di misura rispetto alla sorgente di rumore da indagare; questi ultimi sono sostanzialmente legati alle seguenti variabili:

- distanza sorgente-ricettore;
- distanza da superfici riflettenti;
- orientazione relativa tra la capsula microfonica e la sorgente sonora;
- altezza dal suolo.

Anche in questo caso l'incertezza può essere stimata ripetendo diverse volte il processo di misurazione (incertezza di categoria A), oppure basandosi su tutte le informazioni utili a definire la variabilità della grandezza fisica da indagare (incertezza di categoria B).

L'incertezza correlata alle misurazioni in ambiente esterno

Nei rilievi acustici in ambiente esterno, la misurazione delle grandezze caratterizzanti la posizione di misura comporta un'incertezza dipendente dallo strumento impiegato (che può essere un semplice metro, oppure sistemi più complessi come laser, radar, ecc.) e dalla capacità dell'operatore. Dato che in queste circostanze si ha a che fare con altezze e distanze e lo scarto tipo associato alla misurazione è espresso in unità di lunghezza lineari (metri), occorre una conversione in decibel, al fine di ottenere un'incertezza del livello equivalente.

L'incertezza legata all'altezza dal suolo dipende sostanzialmente dall'effetto del suolo che varia con l'altezza e dalla distanza sorgente-ricettore, anch'essa variabile in funzione dell'altezza.

L'incertezza tipo composta si ottiene come radice quadrata della somma quadratica dei contributi delle diverse incertezze individuate (incertezza strumentale, incertezza della distanza sorgente ricettore, incertezza della distanza da superfici riflettenti e incertezza legata all'altezza del suolo). Applicando successivamente un opportuno fattore di copertura, si ottiene l'incertezza estesa.

L'incertezza correlata alle tecniche di campionamento

Un altro tipo di incertezza che contraddistingue le misure di acustica ambientale è quella legata all'impiego di tecniche di campionamento temporale del descrittore acustico. Tra i vantaggi delle tecniche di campionamento temporale vi è la riduzione delle risorse e del tempo necessari al rilevamento e la conseguente possibilità di aumentare il numero dei punti di misura a beneficio di una maggiore risoluzione nell'indagine spaziale. Tuttavia, in questo modo, diminuisce inevitabilmente l'accuratezza rispetto al dato ottenibile con il rilevamento in continuo nel tempo, dato che l'incertezza del livello equivalente stimato aumenta con l'aumentare della variabilità del rumore e con la riduzione del tempo di misurazione.

L'incertezza correlata alle tecniche di campionamento

Le principali tecniche di campionamento temporale impiegate possono riassumersi in due ampie categorie:

- rilevamento in continuo per un unico intervallo temporale di durata scelto all'interno del periodo temporale di interesse per il quale si intende stimare il livello equivalente: in questo caso si assume che il valore stimato del livello equivalente sul periodo di interesse coincida con quello misurato nel prescelto intervallo temporale;
- tecniche di microcampionamento, consistenti in rilevamenti in continuo per un prefissato insieme di intervalli temporali, di durata e cadenza anche diverse tra loro, statisticamente indipendenti tra loro, scelti all'interno del periodo di interesse per il quale si intende stimare il livello equivalente: in questo caso si assume che il valore stimato del livello equivalente sul periodo di interesse coincida con quello calcolato sulla base dei singoli livelli equivalenti misurati nei prescelti intervalli temporali, attraverso una media logaritmica degli stessi pesata sugli intervalli temporali.

Infine, va sottolineato che un parametro critico e perciò caratterizzante qualsiasi tecnica di campionamento temporale è il rapporto tra il tempo totale di misurazione e l'intervallo temporale per il quale si intende stimare il descrittore acustico.

Problematiche relative all'incertezza dei modelli previsionali

L'incertezza nei modelli di calcolo previsionali deriva da diversi fattori, alcuni dipendenti dall'operatore, altri intrinseci al software utilizzato.

I modelli previsionali in genere calcolano il livello di pressione sonora in varie posizioni partendo dai livelli di potenza sonora delle sorgenti e considerando vari termini di attenuazione lungo il percorso di propagazione.

L'incertezza dei livelli sonori calcolati si può schematizzare attraverso i seguenti contributi: incertezza relativa ai dati di ingresso;

- incertezza nel modello matematico;
- incertezza nel modello software;
- incertezza relativa alla rappresentazione dei dati di output;
- incertezza nel modello costruito.

I dati in ingresso si possono distinguere in tre grandi categorie: dati di tipo acustico (tipologia delle sorgenti, potenza sonora, direttività, spettro sonoro), dati di tipo geometrico (conformazione del territorio, posizione delle sorgenti e dei ricettori, effetti di riflessione ecc.) e dati di tipo non geometrico (flussi veicolari, velocità dei veicoli, caratteristiche dell'infrastruttura, distribuzione della popolazione, variazione dei flussi orari veicolari, caratteristiche del suolo etc.).

Problematiche relative all'incertezza dei modelli previsionali

L'incertezza associata ai dati di ingresso contribuisce in maniera importante all'accuratezza del risultato fornito dal modello. I dati di ingresso possono essere acquisiti con diversi livelli di accuratezza: maggiore accuratezza implica in generale costi più elevati, tempi più lunghi e metodologie di rilievo più sofisticate.

Un modo per controllare l'incertezza sui dati di ingresso può essere quello di utilizzare i "Toolkit" descritti nel documento "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" del gruppo di lavoro della Commissione europea WG - AEN, Assessment of Exposure to Noise. I toolkit suggeriscono orientativamente, in funzione delle informazioni disponibili, le metodologie più appropriate per generare i dati necessari all'elaborazione delle stime oltre a fornire indicazioni di massima sulla loro complessità, accuratezza e costo.

Il modello matematico di base presenta sempre un'insufficiente rappresentatività, a causa del fatto che ogni modello non è altro che un'approssimazione più o meno accurata della realtà. La validità di un modello matematico dipende anche dal livello di consenso che esso riscuote nella comunità scientifica. L'altra causa di incertezza è dovuta al fatto che il documento che lo descrive può contenere delle ambiguità derivati da semplificazioni della realtà, che gli sviluppatori software sono portati ad interpretare. Altri problemi che riguardano gli sviluppatori sono il possibile verificarsi di errori di implementazione delle equazioni base e la necessità di ottimizzazione degli algoritmi, necessaria se si vogliono migliorare le prestazioni del software. Un'ulteriore incertezza, sempre insita nel software, è legata alle differenti tecniche di interpolazione e rappresentazione dei risultati.

Problematiche relative all'incertezza dei modelli previsionali

Il metodo migliore per verificare la qualità dell'implementazione di un metodo di calcolo standardizzato in un software commerciale è l'impiego di test, che se ben progettati, consentono di mettere in luce tutte le criticità presenti. Attualmente, alcune indicazioni possono scaturire dal metodo finlandese Nordtest, descritto nel documento "Framework for the verification of environmental noise calculation software", che indica le procedure di verifica e successiva conformità dei software di calcolo del rumore ambientale. Di una certa importanza è anche la norma sperimentale tedesca DIN 45687 "Acoustics - Software products for the calculation of the sound propagation outdoors - QSI-Dataformat and QSI-Model-File", che si occupa di valutare l'incertezza dovuta al software nel processo di calcolo.

Sarebbe opportuno che i diversi software fossero controllati con casi di prova prestabiliti e che i risultati fossero certificati da una terza parte indipendente dagli sviluppatori e dagli utilizzatori. L'analisi dell'incertezza ed i limiti di validità del modello dovrebbero poi essere forniti dai produttori di software agli utilizzatori. Tutto ciò è analogo alla procedura di taratura a cui si sottopone periodicamente uno strumento di misura.

Problematiche relative all'incertezza dei modelli previsionali

Le incertezze relative al modello costruito, dipendono fortemente dall'operatore, dal dettaglio e dall'impiego dei dati di ingresso e dalle procedure di calibrazione impiegate, partendo da dati provenienti da una serie di rilievi reali (processo analogo ad una calibrazione in campo di uno strumento prima di una misura). Una metodologia di calibrazione dei modelli è contenuta nella norma tecnica nazionale UNI 11143-1 "Acustica. Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti. Parte 1: Generalità". Nell'appendice di tale norma viene descritta una procedura di calibrazione con riferimento a misure reali che permette di ridurre l'incertezza associata all'uso del modello, anche se naturalmente introduce tutte le componenti di incertezza relative alle misurazioni reali.

L'esperienza dimostra comunque che un'adeguata calibrazione per confronto con misurazioni, porta ad una riduzione del valore finale dell'incertezza tipo composta. Poiché i dati misurati sono anch'essi affetti da incertezza, nel valutare l'incertezza del risultato prodotto dal modello occorre tenere conto anche dell'incertezza associata alle misure. Attualmente diversi studi sono stati sviluppati o sono ancora in atto riguardo la caratterizzazione delle sorgenti industriali, nelle quali, attraverso diversi metodi di prova consolidati per la determinazione della potenza sonora di targa, sono anche trattati i problemi relativi alla determinazione dell'incertezza di misura. Altri studi sull'incertezza e sull'analisi di sensibilità di diversi modelli per il rumore da traffico stradale, aeroportuale, ferroviario e da sorgenti industriali (in particolare i modelli ad interim indicati dalla direttiva europea ed il modello Harmonoise) sono condotti da centri di ricerca universitari e attraverso programmi di ricerca europei. Tali studi sono finalizzati a migliorare i modelli e a cercare di quantificare l'entità dell'incertezza che è insita in ogni modello matematico.

Stima dell'incertezza di misura

In generale, l'incertezza associata alla misurazione dei livelli di pressione sonora dipende dai seguenti fattori:

- a) strumentazione utilizzata;
- b) condizioni operative di misura (posizionamento microfono, vicinanza a superfici riflettenti, distanza sorgente-ricettore, ecc.);
- c) tipologia di sorgente sonora e variabilità delle condizioni operative della stessa;
- d) intervallo temporale di misura;
- e) condizioni meteo.

Stima dell'incertezza di misura

Per le misure condotte secondo le procedure descritte nel presente documento, l'incertezza deve essere determinata in maniera conforme alla norma UNI CEI ENV 13005:2000 e alla norma UNI/TR 11326:2009. Poiché si considerano misure di rumore ambientale, qualche indicazione può essere estrapolata anche dalla norma UNI ISO 1996-2:2010. In particolare, nei punti seguenti si forniscono delle indicazioni utili per la stima dell'incertezza legata alla determinazione dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati "A" ($L_{Aeq, TM}$ e $L_{Aeq, TR}$) nel caso di:

- valori assoluti di immissione
- valori differenziale di immissione
- valori di emissione

Stima dell'incertezza di misura

Sono fornite indicazioni per la stima dei contributi di incertezza relativamente ad ognuna delle cause sopra elencate, considerando tali contributi come incertezze di categoria B. L'incertezza complessiva potrà poi essere espressa come incertezza tipo composta, sommando quadraticamente i vari contributi supposti indipendenti tra loro (con coefficienti di sensibilità $c_i = 1$). Rimane ferma, comunque, la facoltà dell'operatore di stimare l'incertezza di misura, laddove possibile, mediante misurazioni ripetute (incertezza di categoria A) seguendo le indicazioni riportate nella norma UNI/TR 11326. Per laboratori di prova non già accreditati, il procedimento seguito per il calcolo dell'incertezza dovrà essere sempre specificato e descritto nel report di misura.

Stima dell'incertezza di misura

L'incertezza finale di ogni misura dovrà essere espressa in termini di incertezza estesa con fattore di copertura k tale da garantire un livello di fiducia del 95%. A tal fine, nel caso di misurazione singola e incertezza stimata con procedure di tipo B, si può porre $k = 2$, mentre nel caso di n misurazioni ripetute indipendenti (con $n \geq 3$) il fattore di copertura sarà posto uguale al fattore di Student corrispondente ad un livello di fiducia del 95% e a $n = n - 1$.

Incertezza strumentale

Questo contributo dipende esclusivamente dalla classe della strumentazione utilizzata per le misurazioni (compreso il calibratore). In base a quanto riportato al punto 5 della norma UNI/TR 11326 per strumentazione di classe 1, il contributo complessivo dell'incertezza strumentale (comprendente la procedura di calibrazione) per misure di LAeq in banda larga può essere posto $u_{str} = 0.5 \text{ dB(A)}$. Tale contributo dovrà comunque essere aggiunto, come contributo indipendente di incertezza, anche nei casi in cui la stima dell'incertezza si riferisca a misurazioni ripetute (incertezza di categoria A).

Incertezza associata alle condizioni di misura (riproducibilità)

L'incertezza legata al posizionamento della strumentazione dipende dagli strumenti utilizzati per le misure di lunghezza ma anche dalle capacità e dalle scelte dell'operatore. Il prospetto 5 della norma UNI/TR 11326 indica che questo contributo dell'incertezza è legato essenzialmente ai seguenti fattori:

- distanza sorgente-ricettore;
- distanza da superfici riflettenti (ad es. misure in facciata);
- altezza dal suolo.

Incertezza associata alle condizioni di misura (riproducibilità)

La stessa UNI/TR 11326, al punto 6.1, fornisce gli elementi e le informazioni necessarie per la stima di questo contributo per ogni caso specifico.

Sulla base di tali elementi, è qui proposta una stima cautelativa di $u_{\text{cond}} = 0.3 \text{ dB(A)}$ per tale contributo come incertezza di tipo B valida se sono rispettate tutte le seguenti condizioni:

- condizioni di misura di cui al D.M. 16/03/1998;
- altezze del microfono non superiori a 4 m;
- distanze sorgente-ricettore non inferiori a 5 m.

Per condizioni di misura differenti o più complesse è necessario stimare questo contributo sulla base delle indicazioni fornite dalla norma UNI/TR 11326.

Incertezza associata alla tipologia di sorgente (ripetibilità)

La completa definizione di un misurando richiede anche la specificazione delle condizioni operative e ambientali che devono esistere durante il processo di misura. Pertanto, il dato rilevato in uno specifico intervallo temporale, in un preciso punto di misura, in determinate condizioni ambientali e di emissione della sorgente, è proprio una stima del misurando che si intende valutare; sotto questo aspetto, quindi, in linea di principio non è necessario includere, nella valutazione dell'incertezza da associare al dato, un contributo relativo alle possibili fluttuazioni di emissione della sorgente associate alla variabilità delle sue condizioni operative.

Incertezza associata alla tipologia di sorgente (ripetibilità)

Tuttavia, volendo estendere la valenza del risultato ottenuto attraverso una misura puntuale, in particolare qualora il rilievo sia stato eseguito per un periodo temporale breve rispetto alle caratteristiche di variabilità tipiche della sorgente stessa, è necessario introdurre un ulteriore contributo all'incertezza complessiva.

Per quanto gli impianti e le apparecchiature industriali possano essere caratterizzati da una relativa stabilità emissiva, occorre allora quantificare l'intrinseca variabilità del fenomeno acustico investigato, eventualmente influenzata dal verificarsi di isolati eventi acustici aventi natura aleatoria, assicurando che le condizioni operative della sorgente durante la misura siano statisticamente rappresentative della situazione acustica sotto indagine.

Incertezza associata alla tipologia di sorgente (ripetibilità)

Ciò dovrà avvenire in particolare:

- allorché lo scopo sia quello di rendere il dato misurato rappresentativo del dato che si sarebbe misurato utilizzando un intervallo temporale più ampio (ivi compreso il caso di livelli sonori ricavati tramite misure effettuate con tecnica di campionamento a spot, $L_{Aeq, TM}$, che richiedono di essere messi in relazione con un livello sonoro significativo per l'intero tempo riferimento $L_{Aeq, TR}$);
- allorché lo scopo sia quello di utilizzare il dato misurato per valutare la differenza tra due situazioni acustiche in uno stesso punto (ad es. tra prima e dopo un intervento di mitigazione, al fine di stimarne l'efficacia).

Incertezza associata alla tipologia di sorgente (ripetibilità)

Allo scopo, così come suggerito dalla norma UNI ISO 1996-2, le condizioni di funzionamento degli impianti e delle specifiche sorgenti presenti devono essere raggruppate in classi omogenee, all'interno di ciascuna delle quali le caratteristiche emissive del rumore possano ritenersi sostanzialmente stazionarie (in tal senso dovrà essere fornita, in via propedeutica, una dettagliata descrizione del ciclo di funzionamento di ciascun impianto coinvolto che descriva in dettaglio le fasi di attacco / stacco degli specifici dispositivi, la variabilità nel tempo dell'emissione in funzione del particolare ciclo di lavorazione e/o del carico effettivo di lavoro). Occorre determinare la durata e la frequenza d'occorrenza di ciascuna classe individuata. La stima dell'incertezza di misura associata alla variabilità della sorgente potrà essere effettuata sulla base dello scarto tipo fra misure ripetute, comprendenti tutte le classi, eseguite in un punto abbastanza vicino alla sorgente stessa (ad esempio, a perimetro dello stabilimento) in maniera da limitare l'influenza delle condizioni meteorologiche sul percorso di propagazione, ma sufficientemente distante per cogliere l'effetto di tutte le sorgenti oggetto di indagine contemporaneamente funzionanti.

Incertezza associata alla tipologia di sorgente (ripetibilità)

Inoltre, poiché la finalità delle misure consiste nella verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione acustica, occorre considerare se le soluzioni tecniche adottate (sia con interventi sulla sorgente che sulla via di propagazione) presentino un'efficacia significativamente variabile in funzione delle condizioni operative (cui si associa un contenuto energetico spettrale in bande di frequenza a terzi d'ottava), che può incidere sulla stima globale dell'incertezza.

In mancanza di calcoli più affidabili, l'incertezza di misura associata alla variabilità della sorgente acustica può essere stimata sulla base della potenza sonora emessa dalla particolare macchina / impianto rumoroso, eventualmente determinata dal costruttore e riportata nelle relative schede tecniche, ovvero desumibile da certificati di collaudo.

Incertezza associata alla variabilità delle condizioni meteo

Le condizioni meteo influiscono sia sulla risposta strumentale (e di questo si tiene conto nella stima del contributo di incertezza strumentale) sia, in modo a volte determinante, sulla propagazione delle onde sonore (talvolta in maniera diversa nel caso siano poste in essere delle barriere acustiche lungo il percorso di propagazione). Se si seguono le procedure di misura riportate nel presente documento e si rispettano le prescrizioni relative alle condizioni meteo presenti durante le misurazioni, è possibile, sulla base di quanto indicato dalla norma UNI ISO 1996-2, fornire una stima del contributo di incertezza legato all'influenza sulla propagazione della variazione delle condizioni meteo. In particolare, le misurazioni dovrebbero essere eseguite in condizioni meteo "favorevoli", cioè con il punto di misura sottovento rispetto alla sorgente, in condizioni di inversione termica o con un gradiente di temperatura non troppo negativo e con una distanza sorgente-ricettore non superiore a 400 m. Sotto queste condizioni, e per le finalità di questo documento, il contributo di incertezza associato alla variabilità delle condizioni meteo può essere posto $u_{\text{meteo}} = 1.0 \text{ dB(A)}$. Per misure in ambiente abitativo, di norma effettuate presso ricettori relativamente vicini alle sorgenti in esame, è possibile ridurre ulteriormente tale valore, in ragione del maggior controllo consentito in ambiente abitativo nonché tenuto conto degli ulteriori contributi all'incertezza di misura, legati alle scelte dell'operatore e alla variabilità del rumore residuo (vedi paragrafi successivi), che risultano certamente preponderanti.

Incertezza associata alla variabilità delle condizioni meteo

Per maggiori dettagli sulla stima di tale valore si può consultare la norma UNI ISO 1996-2, così come per valutare il caso di distanza sorgente-ricettore superiore a 400 m o quando ci si discosta dalle condizioni di propagazione favorevole.

Il valore fornito si basa in ogni caso sull'ipotesi che il risultato della misura è riferibile esclusivamente al punto e alle condizioni di prova indagati, senza pretesa di rappresentatività del dato estesa a periodi e a condizioni differenti, ma considerando che lo stesso risultato deve essere messo a confronto con altri dati rilevati in condizioni di misura affini anche se non identiche.

Incertezza dovuta all'arrotondamento

La normativa impone l'arrotondamento del livello equivalente di pressione sonora fornito a 0.5 dB. Tale operazione comporta un ulteriore termine di incertezza, di cui si deve tener conto. Considerando pertanto di avere uno scostamento massimo tra il valore prima e dopo l'arrotondamento pari a 0.25 dB, assumendo una distribuzione rettangolare, otteniamo:

$$u_{arr} = 0.25 / \sqrt{3} = 0.14 \text{ dB}$$

Incertezza complessiva di una misura

L'incertezza tipo composta finale da associare al risultato di una misura dei valori assoluti di immissione o dei valori di emissione, in ambiente esterno, sarà espressa da:

$$u_{ind} = \sqrt{u_{str}^2 + u_{cond}^2 + u_{sorg}^2 + u_{meteo}^2 + u_{arr}^2}$$

Per ottenere l'incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia di circa il 95% sarà necessario applicare al valore sopra stimato un fattore di copertura $K = 2$.

Misure in ambiente abitativo

Per misure in ambiente abitativo il calcolo dell'incertezza può basarsi sostanzialmente sugli stessi concetti e seguire il medesimo procedimento. E' possibile tuttavia rivalutare il contributo delle condizioni meteorologiche sull'incertezza strumentale, tenuto conto che l'ambiente interno possiede evidentemente caratteristiche microclimatiche che variano entro un intervallo più limitato.

Incertezza sul livello di rumore differenziale

Il calcolo del livello di rumore differenziale presuppone la misura dei livelli di rumore ambientale e residuo, con le relative incertezze che, in generale, è lecito supporre differenti.

Poiché il livello differenziale è ricavato sottraendo al livello di rumore ambientale quello del rumore residuo, l'incertezza combinata sul livello di rumore differenziale si ricava, in base alle regole di propagazione dell'incertezza, tramite la seguente espressione:

$$u_{Diff} = \sqrt{u_{cRes}^2 + u_{cAmb}^2 + c \cdot u_{cRes} \cdot u_{cAmb}}$$

dove c è il coefficiente di correlazione che viene posto pari a -0.5 poiché le misure vengono eseguite con la stessa strumentazione e in tal caso le varianze delle due misure non sono completamente indipendenti.

Per ottenere l'incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia di circa il 95% sarà necessario applicare al valore sopra stimato un fattore di copertura $K = 2$.

In mancanza di stime più precise, si possono considerare uguali tra loro le incertezze relative alla misura di rumore ambientale u_{cAmb} e del rumore residuo u_{cRes} .

Incertezza sul rumore residuo

L'inevitabile variabilità del rumore residuo, talvolta indicato come rumore di fondo, che concorre a determinare il clima acustico di un'area, rappresentano un altro importante contributo all'incertezza che è necessario prendere in considerazione. Ovviamente, tanto più il livello di rumore ambientale prodotto dalla specifica sorgente in esame sovrasta il livello di rumore residuo, tanto più è semplice discriminare tra i due. Scostamenti superiori a 3 dB consentono di apprezzare chiaramente l'effetto della sorgente in esame, mentre fluttuazioni del rumore residuo che si mantengano inferiori di almeno 10 dB rispetto al rumore ambientale risultano addirittura irrilevanti.

Una stima precisa riguardo alla variabilità del rumore residuo è però ancor più necessaria nel caso si debba valutare il livello differenziale di immissione, ove occorre decidere in merito a scostamenti fra rumore ambientale e residuo pari e inferiori ai limiti previsti (3 dB nel periodo di 25 riferimento notturno). La valutazione del livello di rumore residuo LR avviene in genere inevitabilmente in un momento differente rispetto alla misura del livello di rumore ambientale LA , allorché la specifica sorgente in esame risulti effettivamente disattivata o resa ininfluenza. Tale specificità introduce di per sé un ulteriore elemento di incertezza.

Incertezza sul rumore residuo

Appare fondamentale che vengano preliminarmente ricercate e verificate, in ogni circostanza, delle condizioni di rappresentatività del rumore residuo, pena il rischio di sottostimare o sovrastimare anche il livello di rumore ambientale, se misurato in concomitanza con emissioni sonore dovute alle altre sorgenti estranee particolarmente contenute, oppure, all'opposto, straordinariamente elevate. Analogamente, è possibile sottostimare oppure sovrastimare lo stesso livello di rumore residuo misurato, eliminando od includendo eventi sonori eccezionali di natura aleatoria e atipica.

E' proprio l'elevato grado di arbitrarietà di cui dispone il tecnico incaricato delle misure nello scegliere le effettive condizioni rappresentative del rumore residuo, pur rispettando i contenuti del disposto normativo (D.M. 16 marzo 1998), a comportare il maggior contributo all'incertezza di misura nel caso del rumore differenziale.

Incertezza sul rumore residuo

Al fine di ridurre drasticamente l'incertezza associata alla misura del rumore differenziale, si ritiene che siano da ricomprendere nel rumore residuo quei soli eventi, estranei alle sorgenti oggetto di indagine, che di fatto risultano caratterizzanti dello scenario acustico dell'ambiente in cui avviene la misura. Invece, eventi sporadici che, pur compatibili con le caratteristiche del luogo, avvengono casualmente durante il tempo di misura ma non concorrono a creare il normale clima acustico del luogo, dovranno essere, per quanto possibile, identificati e quindi eliminati. A chiarimento, si intendono portare alcuni esempi:

- saranno eliminati dalla storia temporale registrata i transiti di pochi veicoli che avvengono lungo una strada locale o quello di un mezzo agricolo su una strada di campagna, mentre il rumore più o meno continuo proveniente da una grossa infrastruttura di trasporto stradale in lontananza rientrerà a pieno titolo nel clima acustico dell'area;
- sarà eliminata dal rilievo eseguito una singola folata di vento che, ad esempio, fa sbattere gli infissi, mentre lo stormire delle foglie di un bosco vicino rientrerà fra le esperienze sonore caratteristiche di un'area;
- tipicamente, anche il sorvolo di un aeromobile o il passaggio di un convoglio ferroviario saranno esclusi dal rilievo del rumore residuo;
- rumori prodotti all'interno dell'ambiente abitativo in cui avviene la misura (es. l'apertura delle porte di un ascensore, lo squillo di un telefono ecc..) o prodotti da complementi di arredo che possono essere facilmente rimossi (orologi, carillon ecc..) dovranno essere, di norma, eliminati.

Incertezza sul rumore residuo

E' evidente poi che la stessa scelta del punto di misura all'interno della stanza nonché delle modalità operative con cui si procede alla misura (con le porte interne lasciate aperte o meno, con le ulteriori finestre dell'edificio chiuse oppure no, ecc.), spesso imputabili all'ambiguità interpretativa della norma stessa, può influire sull'incertezza di misura. E' opportuno pertanto annotare le scelte effettuate, in maniera da consentire la riproducibilità delle condizioni di misura adottate.

E' opportuno inoltre che le misure del rumore ambientale e del rumore residuo abbiano la stessa durata.

Tutto ciò valutato, la stima della variabilità del rumore residuo può essere generalmente ottenuta come scarto tipo di N misure ripetute (p.to 8.1.1 UNI 11326). Pertanto:

$$u_{Res} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\overline{L_{res}} - L_{res,i})^2}$$

UNI TS/11326-2 - Introduzione

Il risultato di una misurazione è descritto dalla stima del valore del misurando, dalla stima dell'incertezza e dall'unità di misura. Per i metodi atti a determinare l'incertezza si vedano la UNI/TR 11326 e la UNI CEI ENV 13005. I valori stimati del misurando e dell'incertezza permettono di definire un intervallo entro il quale ci si aspetta che rientri una frazione rilevante della distribuzione di valori ragionevolmente attribuibili al misurando; tale intervallo viene definito intervallo di fiducia e tale frazione è espressa dal livello di fiducia.

Si pone spesso il problema di provare la conformità o la non conformità del valore stimato a valori limite di specifica, che possono essere indicati da leggi, regolamenti, norma tecniche o documenti di tipo contrattuale. La soluzione di questo problema è ovvia se l'intervallo di fiducia associabile al misurando non include i valori limite di specifica, mentre non è ovvia quando l'intervallo di fiducia associabile al misurando include uno dei valori limite di specifica.

La presente specifica tecnica riporta una metodologia per stabilire se il risultato ottenuto mediante misurazioni è conforme o non conforme ad assegnati valori limite di specifica, definendo le opportune regole decisionali nel settore dell'acustica applicata.

UNI TS/11326-2

Le metodologie prescritte da leggi o regolamenti cogenti nel campo dell'acustica applicata hanno la priorità sulla metodologia descritta nella presente specifica tecnica. In mancanza di tali leggi o regolamenti cogenti nel campo dell'acustica applicata la presente specifica tecnica stabilisce come valutare la conformità a valori limite di specifica.

Termini e definizioni

3.1 conformità: Soddisfacimento dei requisiti specificati.

3.2 condizioni di ripetibilità di misura: Condizioni sotto le quali si ottengono risultati di misura da prove indipendenti utilizzando lo stesso metodo, su campioni in prova identici, nello stesso laboratorio, con lo stesso operatore, con la stessa attrezzatura, in brevi intervalli di tempo.

3.3 condizioni di riproducibilità di misura: Condizioni sotto le quali si ottengono risultati di misura da prove indipendenti utilizzando lo stesso metodo, su campioni in prova identici, in differenti laboratori, con differenti operatori, con differenti attrezzature.

3.4 fattore di copertura; k : Fattore numerico utilizzato come moltiplicatore dell'incertezza tipo composta per ottenere un'incertezza estesa (UNI CEI 70099:2008, punto 2.38).

NOTA 1 Per una distribuzione normale, con un livello di fiducia del 95% il fattore di copertura vale 1,96 nel confronto con un intervallo delimitato da un valore limite inferiore ed un valore limite superiore (caso bilaterale) e 1,645 nel confronto con un singolo valore limite (caso monolaterale). Per una distribuzione diversa da quella normale, il fattore di copertura assume altri valori e può dipendere non solo dal livello di fiducia assunto, ma anche da altri parametri, come per esempio il numero dei gradi di libertà.

3.5 grandezza: Proprietà di un fenomeno, corpo o sostanza la cui consistenza è esprimibile mediante un numero e un riferimento.

3.6 grandezza d'influenza: Grandezza che, in una misurazione diretta, non ha effetto sulla grandezza effettivamente misurata, ma influenza la relazione tra la lettura e il risultato di misura.

Termini e definizioni

3.7 incertezza (di misura): Parametro non negativo associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori attribuibili al misurando sulla base dell'informazione utilizzata (UNI CEI 70099:2008, punto 2.26).

NOTA 1 L'incertezza di misura sui lati superiore e inferiore del risultato della misurazione può assumere valori diversi. Tuttavia nella presente specifica tecnica si assume che il valore sia lo stesso su entrambi i lati del risultato della misurazione.

3.8 incertezza estesa; U : Prodotto di un'incertezza tipo composta e di un fattore di copertura maggiore di uno (UNI CEI 70099:2008, punto 2.35).

3.9 incertezza tipo; u : Incertezza del risultato di una misurazione espressa come scarto tipo (UNI CEI 70099:2008, punto 2.30).

3.10 incertezza tipo composta: Incertezza tipo ottenuta dalle incertezze tipo delle grandezze di ingresso di un modello di misura (UNI CEI 70099:2008, punto 2.31).

Nota 1 L'incertezza tipo composta del risultato di una misurazione è uguale alla radice quadrata positiva di una somma di termini, che sono le varianze o le covarianze delle grandezze di ingresso, ponderate secondo la variazione del risultato della misurazione al variare di esse. È necessario considerare le covarianze solo tra grandezze d'ingresso correlate.

3.11 intervallo di ambiguità: Intervallo (o intervalli) in prossimità del valore limite (o dei valori limite) di specifica nel quale non è possibile provare la conformità o la non conformità, a causa dell'incertezza di misura.

NOTA 1 L'intervallo (o gli intervalli) di ambiguità è posto (sono posti) in corrispondenza del valore limite di specifica (nel caso di specifica unilaterale), ovvero dei valori limite di specifica (nel caso di specifica bilaterale), e ha (hanno) un'ampiezza uguale a $2U$.

3.12 intervallo di conformità: Intervallo di specifica diminuito dell'incertezza estesa di misura, U , in corrispondenza del limite di specifica superiore e/o inferiore.

Termini e definizioni

3.13 intervallo di fiducia; intervallo di copertura: Intervallo che contiene l'insieme dei valori veri del misurando con una probabilità determinata, basata sull'informazione disponibile (UNI CEI 70099:2008, punto 2.36).

NOTA 1 L'intervallo di fiducia non è necessariamente centrato sul valor misurato scelto.

NOTA 2 Ai fini della presente specifica tecnica, l'intervallo di fiducia comprende il valor medio della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando.

3.14 intervallo di non conformità: Intervallo (o intervalli) al di fuori dell'intervallo di specifica aumentato dell'incertezza estesa di misura, U , in corrispondenza del limite superiore e/o inferiore di specifica.

3.15 intervallo di specifica: Intervallo di valori compreso tra il valore limite inferiore ed il valore limite superiore, estremi inclusi.

NOTA 1 Quando è specificato il solo valore limite superiore, si sottintende che il valore limite inferiore sia uguale a meno infinito. Quando è specificato il solo valore limite inferiore, si sottintende che il valore limite superiore sia uguale a più infinito.

3.16 livello di fiducia (probabilità di copertura): probabilità che l'insieme dei valori veri del misurando sia contenuto in un intervallo di fiducia specificato (UNI CEI 70099:2008, punto 2.37).

NOTA 1 Nella presente specifica tecnica si considera che esista un valore vero essenzialmente unico.

NOTA 2 Il livello di fiducia è spesso espresso in percentuale.

NOTA 3 Usualmente si ritiene soddisfacente un livello di fiducia del 95%.

3.17 non conformità: Non soddisfacimento dei requisiti specificati.

Termini e definizioni

3.18 precisione di misura: Grado di concordanza tra indicazioni o valori misurati di una grandezza ottenuti da misure ripetute su oggetti identici o simili in condizioni specificate (UNI CEI 70099:2008, punto 2.15).

NOTA 1 Usualmente la precisione di misura è espressa da misure di imprecisione, come scarto tipo, varianza o coefficiente di variazione sotto condizioni determinate.

NOTA 2 Le condizioni determinate possono essere, per esempio, condizioni di ripetibilità di misura, condizioni di precisione intermedia di misura, condizioni di riproducibilità di misura (vedere UNI ISO 5725-3).

3.19 ripetibilità di misura: Precisione di misura ottenuta applicando una condizione di ripetibilità di misura.

3.20 riproducibilità di misura: Precisione di misura ottenuta applicando una condizione di riproducibilità di misura.

3.21 risultato di misura: Insieme di valori della grandezza attribuiti ad un misurando congiuntamente a ogni altra informazione pertinente disponibile.

3.22 unità di misura: Grandezza scalare reale, definita e adottata per convenzione, mediante la quale ogni altra grandezza dello stesso tipo può essere confrontata per esprimere il rapporto delle due grandezze come un numero.

Termini e definizioni

3.23 valore limite inferiore; T_L : Valore specificato del risultato atteso, che definisce il confine inferiore del valore ammesso.

3.24 valore limite superiore; T_U : Valore specificato del risultato atteso, che definisce il confine superiore del valore ammesso.

3.25 valore numerico della grandezza: Numero che compare nell'espressione di un valore della grandezza, diverso dall'eventuale numero utilizzato come riferimento.

3.26 valore vero di una grandezza: Valore di una grandezza compatibile con la definizione della grandezza (UNI CEI 70099:2008, punto 2.11).

NOTA 1 Nell'approccio basato sull'errore della descrizione delle misure, il valore vero è considerato unico ed in pratica impossibile da conoscere. Nell'approccio basato sull'incertezza, si riconosce che, a causa della quantità intrinsecamente incompleta di dettagli nella definizione di una grandezza, non c'è un solo valore vero, ma piuttosto un insieme di valori veri compatibili con la definizione. Tuttavia questo insieme di valori è, in teoria ed in pratica, impossibile da conoscere. Altri approcci evitano completamente il concetto di valore vero e valutano la validità dei risultati di misura sulla base del concetto di compatibilità di misura.

NOTA 2 Quando l'incertezza definizionale associata al misurando è considerata trascurabile in rapporto alle altre componenti dell'incertezza di misura, si può considerare che il misurando abbia un valore vero essenzialmente unico. Questo è l'approccio adottato nella UNI CEI ENV 13005 (GUM), dove il termine "vero" è considerato ridondante. Questo è anche l'approccio adottato nella presente **specifica tecnica**.

Metodi di valutazione dell'incertezza

Ai fini della presente specifica tecnica l'incertezza di misura deve sempre valutata e dichiarata esplicitamente. L'incertezza di misura deve essere riportata come incertezza estesa accompagnata dal relativo livello di fiducia. Il livello di fiducia preferenziale è pari al 95%. L'utilizzo di valori diversi dal 95% deve essere giustificato.

NOTA 1 Ai fini della presente **specifica tecnica** i valori limite sono considerati come numeri esatti, cioè esenti da incertezza.

NOTA 2 Nella UNI 11367 si assume un livello di fiducia dell'84% nella valutazione dell'incertezza estesa di misura basta sullo scarto tipo di riproducibilità.

L'incertezza di misura può essere determinata seguendo tipicamente due approcci, richiamati nei punti 4.2 e 4.3, seguendo le indicazioni della UNI/TR 11326. L'incertezza può essere calcolata rigorosamente dal punto di vista metrologico (approccio analitico, vedere punto 4.2), o, a causa della natura del metodo di prova, può essere precluso il calcolo analitico, ma in questo caso sono identificate tutte le componenti di incertezza e fornita una stima ragionevole (approccio sperimentale, vedere punto 4.3). Una stima ragionevole può essere basata sulla conoscenza del metodo, sullo scopo della misurazione, sulle esperienze precedenti, sulla ripetibilità e/o riproducibilità del metodo basati su prove interne ad un laboratorio e/o confronti inter-laboratorio.

Approccio analitico

Si calcola l'apporto delle singole componenti di incertezza sulla base dell'analisi delle varie grandezze di influenza e di tutti i fattori significativi. L'analisi tiene conto di tutte le componenti di incertezza che sono di rilievo in una data situazione. I principali contributi di incertezza comprendono, senza limitarsi ad essi:

- l'accuratezza della definizione del misurando;
- i campioni e i materiali di riferimento utilizzati;
- il metodo di prova seguito;
- le apparecchiature utilizzate;
- le condizioni ambientali;
- le condizioni/parametri di prova;
- l'operatore;
- le condizioni dell'oggetto da sottoporre a prova.

Si vedano in proposito le UNI CEI ENV 13005 e UNI/TR 11326.

Approccio sperimentale

Quando la descrizione di un metodo normalizzato riporta i parametri statistici della validazione (scarto tipo di ripetibilità e scarto tipo di riproducibilità ottenuti mediante prove inter-laboratorio), una stima dell'incertezza di misura è ricavata dallo scarto tipo di riproducibilità, se il laboratorio verifica che le proprie prestazioni sono compatibili con quelle indicate per i laboratori che hanno partecipato alle prove inter-laboratorio. In particolare, lo scarto tipo di ripetibilità del laboratorio interessato deve essere simile a quello delle prove inter-laboratorio di validazione del metodo. Verificato ciò, la stima dell'incertezza di misura è ricavata dallo scarto tipo di riproducibilità.

In proposito vedere le norme della serie UNI ISO 5725 e la UNI/TR 11326.

Valutazione della conformità

Quelle che seguono sono le regole di tipo convenzionale atte a provare la conformità o non conformità rispetto a specifiche, vale a dire quelle regole che risultano valide quando non esistano disposizioni di legge in merito alla valutazione della conformità o non siano preventivamente intercorsi accordi diversi tra le parti.

In fase di definizione delle specifiche, per esempio in un regolamento nazionale, i termini "conforme" e "non conforme" designano aree separate mediante linee nette di demarcazione (vedere in figura 1 le zone 1 e 2 sull'asse C); tali linee sono indicate con le sigle:

- T_L e T_U , per una specifica bilaterale;
- T_L oppure T_U , per una specifica unilaterale.

NOTA Per semplicità, la figura 1 illustra solamente il caso di specifica bilaterale. I due casi monolaterali sono analoghi alla sola parte destra (per un valore limite superiore) ed alla sola parte sinistra (per un valore limite inferiore) della figura 1, rispettivamente.

In fase di verifica strumentale, il significato dei termini "conforme" e "non conforme" viene alterato dalla ineliminabile presenza dell'incertezza di misura. Le linee di demarcazione netta (definite nella fase di definizione delle specifiche) si trasformano in intervalli di ambiguità. Di conseguenza il valore stimato dell'incertezza di misura riduce l'ampiezza delle zone di conformità e di non conformità per via di questi intervalli di ambiguità (vedere figura 1, asse D).

Un determinato valore limite di specifica (T_L e/o T_U) non è variabile; esso è definito da leggi, regolamenti, norme tecniche o accordi contrattuali. Nella presente specifica tecnica i valori limite sono considerati come numeri esatti, cioè esenti da incertezza.

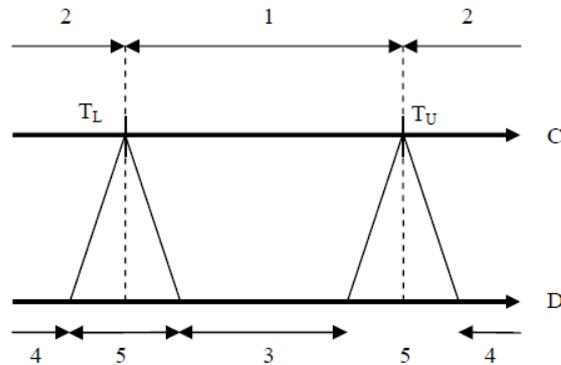
L'incertezza estesa di misura invece è una variabile, che dipende da numerose componenti che caratterizzano il processo di misurazione (vedere UNI/TR 11326). Pertanto le ampiezze delle zone di conformità e di non conformità sono anch'esse variabili, in quanto dipendono dal valore stimato dell'incertezza estesa di misura. U .

Incerteza di misura:

L'intervallo di ambiguità riduce le zone di conformità e non conformità

Legenda

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1 Zona in specifica | 4 Zona di non conformità |
| 2 Zona fuori specifica | 5 intervallo di ambiguità |
| 3 Zona di conformità | |



Accettazione o rifiuto semplici

L'accettazione semplice consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come conforme semplicemente se rientra nell'intervallo di specifica (vedere i casi 1 e 2 di figura 2):

- per un intervallo di specifica bilaterale: $T_L \leq y \leq T_U$
(1a)
- per un valore limite superiore: $y \leq T_U$ (1b)
- per un valore limite inferiore: $y \geq T_L$
(1c)

Il rifiuto semplice consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come non conforme semplicemente se non rientra nell'intervallo di specifica (vedere i casi 3 e 4 di figura 2):

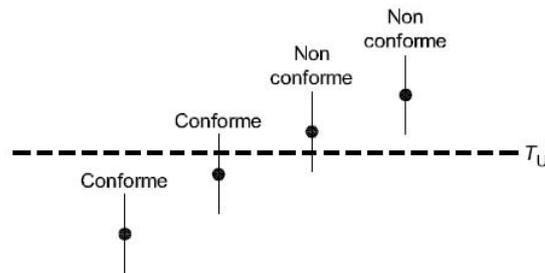
- per un intervallo di specifica bilaterale: $y < T_L$ o $y > T_U$ (2a)
- per un valore limite superiore: $y > T_U$ (2b)
- per un valore limite inferiore: $y < T_L$ (2c)

Queste regole sono le più elementari e corrispondono al considerare il risultato privo di incertezza e il valore limite come numero esatto. Esse partono dalla considerazione che la probabilità di rientrare nell'intervallo di specifica è maggiore o al più uguale alla probabilità di non rientrare nell'intervallo di specifica. Tuttavia la probabilità di decisione errata può essere molto alta, fino al 50% (nel caso che il valore stimato del misurando coincida con un valore limite inferiore o superiore).

Accettazione o rifiuto semplici

Le due regole di accettazione e rifiuto semplici possono essere assunte assieme, risultando così esaustive, cioè senza lasciare spazio a risultati ambigui. In tal caso, qualunque sia l'entità del rischio di decisioni sbagliate, esso viene equamente ripartito fra le parti. Per questo motivo vengono anche dette regole a rischio condiviso ("shared risk").

Figura 2 – Accettazione o rifiuto semplici: illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità ad un valore limite superiore T_U . Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia. Di fatto in questa regola decisionale l'intervallo di fiducia non è utilizzato



Accettazione o rifiuto stretti

L'accettazione stretta consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come conforme se e solo se rientra nell'intervallo di specifica con tutto l'intervallo di fiducia al livello di fiducia scelto:

- per un intervallo di specifica bilaterale: $y - U \geq T_L$ e $y + U \leq T_U$ (3a)

- per un valore limite superiore: $y + U \leq T_U$ (3b)

- per un valore limite inferiore: $y - U \geq T_L$ (3c)

Il rifiuto stretto consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come non conforme se e solo se non rientra nell'intervallo di specifica con tutto l'intervallo di fiducia al livello di fiducia scelto:

- per un intervallo di specifica bilaterale: $y + U < T_L$ o $y - U > T_U$ (4a)

- per un valore limite superiore: $y - U > T_U$ (4b)

- per un valore limite inferiore: $y + U < T_L$ (4c)

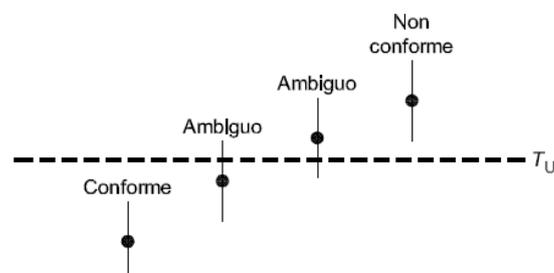
Accettazione o rifiuto stretti

Queste regole corrispondono al considerare il risultato stimato e la sua incertezza tipo come il valore medio e lo scarto tipo della distribuzione di probabilità dei valori del misurando. Non è quindi sufficiente considerare la posizione del valore misurato in rapporto al valore limite, ma occorre anche valutare la probabilità di superamento o meno del valore limite. Nel caso dell'accettazione stretta si preferisce minimizzare il rischio di una "falsa accettazione" richiedendo che la conformità sia dichiarata solo se la distribuzione di probabilità dei valori del misurando ha nella zona di conformità una probabilità cumulativa almeno pari al livello di fiducia scelto. Nel caso del rifiuto stretto si preferisce minimizzare il rischio di un "falso rifiuto" richiedendo che la non conformità sia dichiarata solo se la distribuzione di probabilità dei valori del misurando ha nella zona di non conformità una probabilità cumulativa almeno pari al livello di fiducia scelto.

Accettazione o rifiuto stretti

Se le due regole di accettazione e rifiuto strette sono assunte assieme, rimane un insieme di risultati ambigui (vedere i casi 2 e 3 di figura 3).

Figura 3 – Accettazione o rifiuto stretti: illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità ad un valore limite superiore T_U . Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Accettazione o rifiuto allargati

L'accettazione allargata consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come conforme se e solo se non è esterno all'intervallo di specifica con tutto l'intervallo di fiducia al livello di fiducia scelto:

- per un intervallo di specifica bilaterale: $y + U \geq T_L$ o $y - U \leq T_U$ (5a)

- per un valore limite superiore: $y - U \leq T_U$ (5b)

- per un valore limite inferiore: $y + U \geq T_L$ (5c)

Il rifiuto allargato consiste nel considerare il risultato di una misurazione y come non conforme se e solo se non è interno all'intervallo di specifica con tutto l'intervallo di fiducia al livello di fiducia scelto. Si ha dunque conformità se:

- per un intervallo di specifica bilaterale: $y - U > T_L$ e $y + U < T_U$ (6a)

- per un valore limite superiore: $y + U < T_U$ (6b)

- per un valore limite inferiore: $y - U > T_L$ (6c)

Accettazione o rifiuto allargati

Queste regole corrispondono al considerare il risultato stimato e la sua incertezza tipo come il valore medio e lo scarto tipo della distribuzione di probabilità dei valori del misurando. Non è quindi sufficiente considerare la posizione del valore misurato in rapporto al valore limite, ma occorre anche valutare la probabilità di superamento o meno del valore limite. Nel caso dell'accettazione allargata si preferisce minimizzare il rischio di un "falso rifiuto" richiedendo che la conformità sia dichiarata a meno che la distribuzione di probabilità dei valori del misurando abbia nella zona di non conformità una probabilità cumulativa almeno pari al livello di fiducia scelto. Nel caso del rifiuto allargato si preferisce minimizzare il rischio di una "falsa accettazione" richiedendo che la non conformità sia dichiarata a meno che la distribuzione di probabilità dei valori del misurando abbia nella zona di conformità una probabilità cumulativa almeno pari al livello di fiducia scelto.

Accettazione o rifiuto allargati

Le due regole di accettazione e rifiuto allargati non possono essere assunte assieme, in quanto vi sarebbe un insieme di valori contemporaneamente conformi e non conformi (confrontare i casi 2 e 3 di figura 4 e di figura 5).

Figura 4 – Accettazione allargata: illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità ad un valore limite superiore T_U . Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia

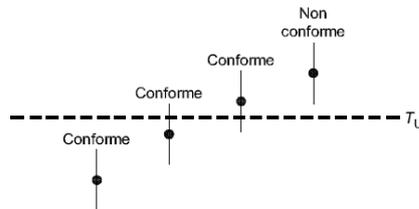
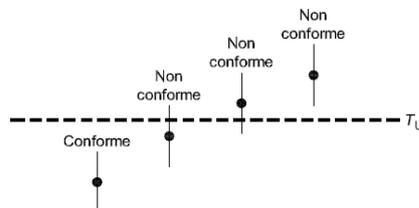


Figura 5 – Rifiuto allargato: illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità ad un valore limite superiore T_U . Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Scelta della regola decisionale per la valutazione della conformità in acustica applicata

Considerato che nel campo dell'acustica applicata:

- esistono valori limite, inferiori e superiori, che sono assunti come valori esatti,
- le regole di accettazione o rifiuto semplici non sono adatte a garantire sempre una bassa probabilità di decisione errata e quindi sono da evitare,
- l'evoluzione normativa nazionale ed internazionale è saldamente orientata ad una esplicita considerazione dell'incertezza, e quindi le regole di accettazione o rifiuto semplici, che non considerano l'incertezza, sono da evitare,
- spesso i valori misurati sono prossimi ai valori limite e che quindi occorre assumere un insieme di regole decisionali che non lasci spazio ad ambiguità,
- le due regole di accettazione e rifiuto strette non è opportuno che siano assunte assieme, in quanto darebbero luogo ad un insieme di risultati ambigui,
- le due regole di accettazione e rifiuto allargati non possono essere assunte assieme, in quanto darebbero luogo ad una situazione contraddittoria, cioè ad un insieme di valori contemporaneamente conformi e non conformi,

ne consegue che occorre scegliere come regola di decisione una delle due combinazioni:

- A) accettazione stretta + rifiuto allargato;
- B) accettazione allargata + rifiuto stretto.

Scelta della regola decisionale per la valutazione della conformità in acustica applicata

La scelta della regola di decisione (A o B) dipende anche dall'obiettivo della valutazione, che deve essere sempre esplicitamente dichiarato.

La regola di decisione scelta deve essere sempre esplicitamente dichiarata.

La regola di decisione non fa parte del processo di prova ma è scelta a monte dello stesso e deve essere esplicitamente dichiarata prima di eseguire la misurazione.

Nella pratica si danno due casi:

- casi di tipo A: si adotta la regola di decisione che combina accettazione stretta e rifiuto allargato, motivandola con la considerazione che la valutazione di conformità è finalizzata ad accertare il "rispetto" dei valori limite; in questo caso si vuole essere certi (con il livello di fiducia prefissato) del rispetto dei valori limite, ossia dell'attuazione di adeguate azioni a tutela di chi potrebbe subire gli effetti indesiderati del mancato rispetto dei valori limite;
- casi di tipo B: si adotta la regola di decisione che combina accettazione allargata e rifiuto stretto, motivandola con la considerazione che la valutazione di conformità è finalizzata ad accertare il "mancato rispetto" dei valori limite; in questo caso si vuole essere certi (con il livello di fiducia prefissato) del mancato rispetto dei valori limite prima di intraprendere azioni con effetti indesiderati per i responsabili di tale mancato rispetto.

Casi di tipo A:

conformità ad un intervallo di specifica bilaterale

Nel confronto tra un intervallo di specifica bilaterale, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore o uguale del valore limite inferiore e la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore o uguale del valore limite superiore (caso 1 di figura 6).

$$T_L \leq y - U \text{ e } y + U \leq T_U \quad (7)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore del valore limite inferiore o la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore del valore limite superiore (caso 4 di figura 6).

$$y + U < T_L \text{ o } T_U < y - U \quad (8)$$

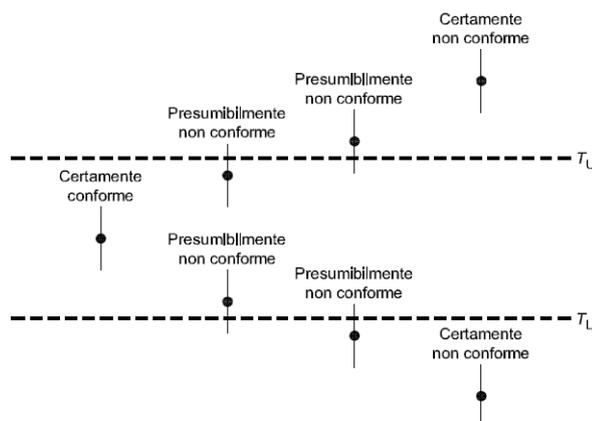
- c. **Non conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite inferiore o il valore limite superiore (casi 2 e 3 di figura 6).

$$y - U < T_L < y + U \text{ o } y - U < T_U < y + U \quad (9)$$

Casi di tipo A:

conformità ad un intervallo di specifica bilaterale

Figura 6 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo A ad un intervallo di specifica bilaterale. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia maggiore del valore limite superiore o che sia minore del valore limite inferiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Casi di tipo A:

conformità ad limite superiore

Nel confronto tra un valore limite superiore, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore o uguale del valore limite superiore (caso 1 di figura 7).

$$y + U \leq T_U \quad (10)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore del valore limite superiore (caso 4 di figura 7).

$$T_U < y - U \quad (11)$$

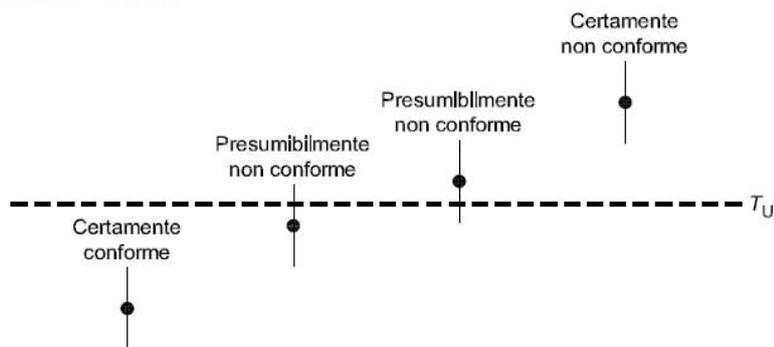
- c. **Non conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite superiore (casi 2 e 3 di figura 7).

$$y - U < T_U < y + U \quad (12)$$

Casi di tipo A:

conformità ad limite superiore

Figura 7 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo A ad un valore limite superiore. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia maggiore del valore limite superiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Casi di tipo A:

conformità ad limite inferiore

Nel confronto tra un valore limite inferiore, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore o uguale del valore limite inferiore (caso 1 di figura 8).

$$y - U \geq T_L \quad (13)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore del valore limite inferiore (caso 4 di figura 8).

$$y + U < T_L \quad (14)$$

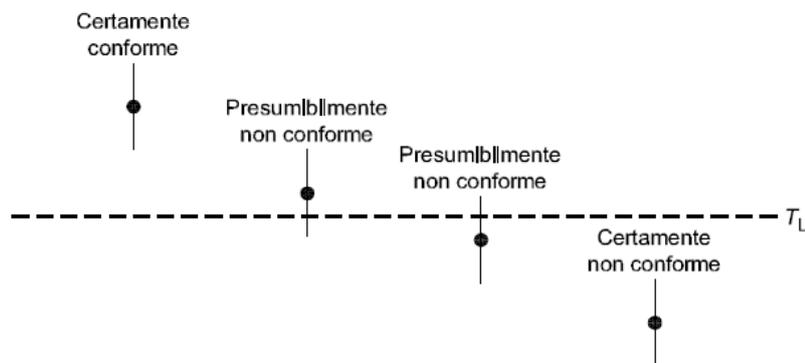
- c. **Non conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite inferiore (casi 2 e 3 di figura 8).

$$y - U < T_L < y + U \quad (15)$$

Casi di tipo A:

conformità ad limite inferiore

Figura 8 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo A ad un valore limite inferiore. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia minore del valore limite inferiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Casi di tipo B:

conformità ad un intervallo di specifica bilaterale

Nel confronto tra un intervallo di specifica bilaterale, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore o uguale del valore limite inferiore e la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore o uguale del valore limite superiore e (caso 1 di figura 9).

$$T_L \leq y - U \text{ e } y + U \leq T_U \quad (16)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore del valore limite inferiore o la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore del valore limite superiore (caso 4 di figura 9).

$$y + U < T_L \text{ o } T_U < y - U \quad (17)$$

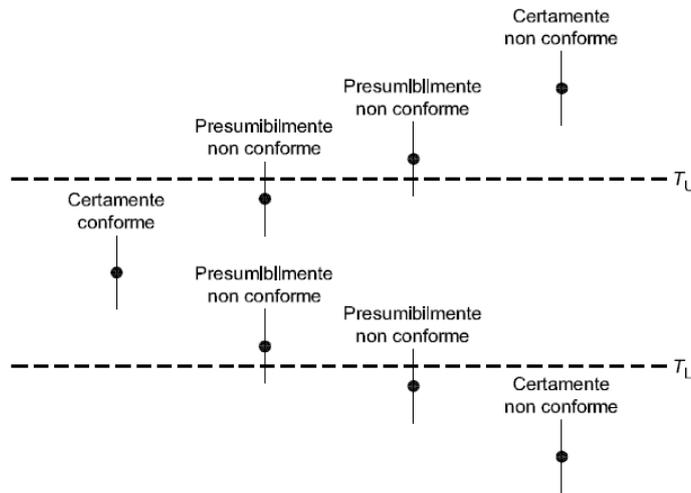
- c. **Conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite inferiore o l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite superiore (casi 2 e 3 di figura 9).

$$y - U < T_L < y + U \text{ o } y - U < T_U < y + U \quad (18)$$

Casi di tipo B:

conformità ad un intervallo di specifica bilaterale

Figura 9 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo B ad un intervallo di specifica bilaterale. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia maggiore del valore limite superiore o sia minore del valore limite inferiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Casi di tipo B:

conformità ad limite superiore

Nel confronto tra un valore limite superiore, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore o uguale del valore limite superiore (caso 1 di figura 10).

$$y + U \leq T_U \quad (19)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore del valore limite superiore (caso 4 di figura 10).

$$T_U < y - U \quad (20)$$

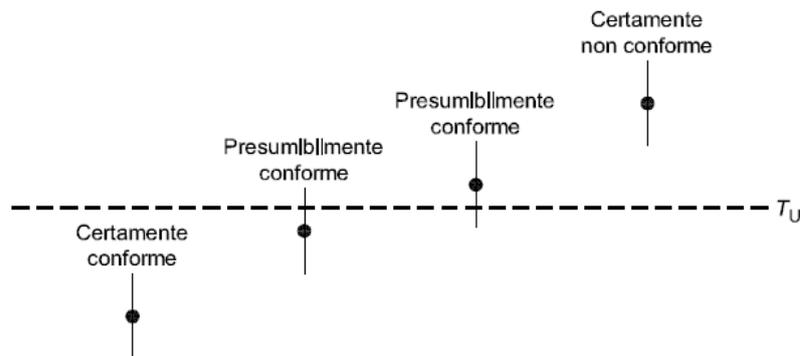
- c. **Conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite superiore (casi 2 e 3 di figura 10).

$$y - U < T_U < y + U \quad (21)$$

Casi di tipo B:

conformità ad limite superiore

Figura 10 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo B ad un valore limite superiore. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia maggiore del valore limite superiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Casi di tipo B:

conformità ad limite inferiore

Nel confronto tra un valore limite inferiore, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U , si possono verificare i casi seguenti.

- a. **Conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore o uguale del valore limite inferiore (caso 1 di figura 11).

$$y - U \geq T_L \quad (22)$$

- b. **Non conformità accertata** (al livello di fiducia considerato): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore del valore limite inferiore (caso 4 di figura 11).

$$y + U < T_L \quad (23)$$

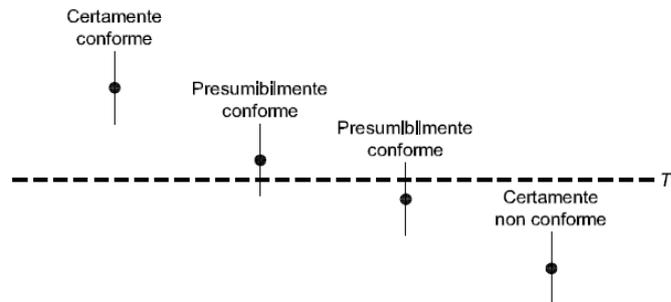
- c. **Conformità presunta** (al livello di fiducia considerato): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite inferiore (casi 2 e 3 di figura 11).

$$y - U < T_L < y + U \quad (24)$$

Casi di tipo B:

conformità ad limite inferiore

Figura 11 – Illustrazione delle situazioni possibili nella verifica di conformità di tipo B ad un valore limite inferiore. Il punto indica il valore stimato del misurando. La barra verticale indica l'intervallo di fiducia



Nel caso (c) si deve dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia minore del valore limite inferiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

Rapporto di prova e dichiarazione di conformità

In generale, la dichiarazione di conformità (o di non conformità o di conformità presunta o di non conformità presunta) può essere inclusa nel rapporto di prova o può essere presentata in un documento distinto.

Il rapporto di prova deve essere redatto in accordo alla specifica del metodo di misura utilizzato.

La dichiarazione di conformità deve essere preceduta dall'enunciazione esplicita della regola di decisione adottata e dell'identificazione del caso di tipo A o B, facendo riferimento ai punti 5.4 o 5.5 della presente specifica tecnica.

La dichiarazione di "conformità accertata" ad un valore limite superiore o inferiore, o ad un intervallo di specifica, deve essere riportata come segue: "Il valore di (inserire il valore numerico e l'unità di misura) ottenuto mediante misurazione è conforme al valore limite superiore (o inferiore o intervallo di specifica) ad un livello di fiducia del 95% (o altro valore se diversamente stabilito)."

La dichiarazione di "non conformità accertata" ad un valore limite superiore o inferiore, o ad un intervallo di specifica, deve essere riportata come segue: "Il valore di (inserire il valore numerico e l'unità di misura) ottenuto mediante misurazione non è conforme al valore limite superiore (o inferiore o intervallo di specifica) ad un livello di fiducia del 95% (o altro valore se diversamente stabilito)."

Rapporto di prova e dichiarazione di conformità

Per i casi di tipo A, la dichiarazione di una situazione di non conformità “presunta” ad un valore limite superiore o inferiore, o ad un intervallo di specifica, deve essere riportata come segue: “Non è stato possibile provare la conformità del valore ottenuto mediante misurazione al valore limite superiore (o inferiore, o l'intervallo di specifica) ad un livello di fiducia del 95% (o altro valore se diversamente stabilito). Il valore ottenuto mediante misurazione risulta minore (maggiore o rientra nel) del valore limite superiore (o inferiore o l'intervallo di specifica) con una probabilità del %, con una corrispondente probabilità di non conformità del %.”

Per i casi di tipo B, la dichiarazione di una situazione di conformità “presunta” ad un valore limite superiore o inferiore, o ad un intervallo di specifica, deve essere riportata come segue: “Non è stato possibile provare la non conformità del valore ottenuto mediante misurazione al valore limite superiore (o inferiore, o l'intervallo di specifica) ad un livello di fiducia del 95% (o altro valore se diversamente stabilito). Il valore ottenuto mediante misurazione risulta minore (maggiore o rientra nel) del valore limite superiore (o inferiore o l'intervallo di specifica) con una probabilità del %, con una corrispondente probabilità di conformità del %.”

Valutazione della conformità ai valori limite assoluti di immissione del risultato di una misura fonometrica in ambiente esterno

La valutazione di conformità ai valori limite assoluti di immissione della misura fonometrica analizzata in questo esempio si basa sulle considerazioni e modalità di determinazione dell'incertezza descritte compiutamente nella UNI/TR 11326:2009, punti 5, 6 ed appendice A.

L'esempio si articola in due parti: nella prima (punto A.5) scopo della valutazione è la verifica della conformità del rumore stradale ai valori limite assoluti di immissione in periodo notturno stabiliti dalla legislazione vigente.¹⁾, in un caso di tipo A di cui al punto 5.3 della presente specifica tecnica; nella seconda parte (punto A.6) scopo della misura è la verifica della conformità del rumore stradale ai valori limite assoluti di immissione in periodo notturno stabiliti dal DPR 142/2004 [4], in un caso di tipo B di cui al punto 5.3.

Descrizione della misura

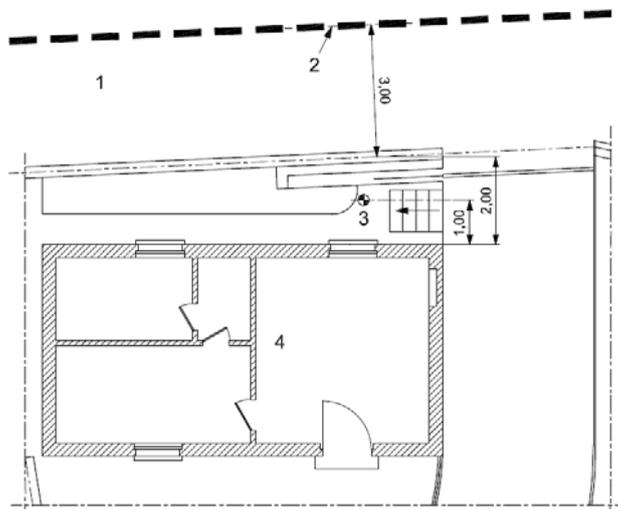
Il caso di cui al presente esempio si riferisce ad una misurazione eseguita secondo le indicazioni stabilite dalla legislazione vigente rappresentato dal DM 16/03/1998 [3] per il rumore stradale. La misurazione è stata effettuata in esterno, in corrispondenza della facciata più esposta di un edificio, in assenza di eventi atmosferici significativi e di altre sorgenti di rumore oltre il traffico veicolare. In particolare, il punto di misura è stato collocato a 1 m di distanza dalla facciata e ad un'altezza di 4 m dal suolo. La distanza (in pianta) tra microfono e sorgente stradale (mezzeria della strada) è pari a 4 m (figura A.1). Il rilievo è stato eseguito in modalità continua per una settimana.

Configurazione geometrica della misura

Legenda

- 1 Sorgente stradale
- 2 Mezzeria
- 3 Misuratore di sorgente sonora
- 4 Edificio residenziale

Dimensioni in m



Valutazione dell'incertezza di misura

I contributi all'incertezza relativi ad una misurazione in ambiente esterno possono essere ricondotti a due aspetti fondamentali: le caratteristiche della strumentazione utilizzata ed il suo posizionamento nel punto di misura. I valori e la procedura di calcolo sono quelli riportati nel UNI/TR 11326 ed in particolare nell'appendice A.

L'incertezza strumentale (u_{strum}) si ottiene combinando le incertezze del calibratore (u_{cal}) e del misuratore di livello sonoro (u_{sim}). La prima componente è legata al procedimento di verifica della catena di misura con il calibratore, prima dell'esecuzione della misura. Nel caso di strumentazione di

classe 1, all'incertezza u_{cal} può essere assegnato il valore di 0,21 dB e all'incertezza u_{sim} il valore di 0,44 dB. Il valore complessivo dell'incertezza strumentale è quindi:

$$u_{strum} = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{sim}^2} = \sqrt{0,21^2 + 0,44^2} = 0,49 \text{ dB(A)} \quad (\text{A.1})$$

L'incertezza dovuta al posizionamento dello strumento di misura dipende, fondamentalmente, da tre componenti: la distanza (in pianta) sorgente-ricettore, la distanza dalla superficie riflettente e l'altezza rispetto al suolo.

Le tre componenti di incertezza dipendono dallo strumento utilizzato per eseguire le misure di lunghezza e dall'operatore che effettua il rilievo. Nel caso in esame, le misure sono state eseguite con una cordella metrica avente una precisione di lettura di 0,5 cm ed un'incertezza tipo di posizionamento della stessa, dipendente dall'operatore, di 9 cm. Lo scarto tipo delle misure di lunghezza risulta pertanto pari a 0,09 m.

Noto tale scarto tipo, è possibile determinare l'incertezza della prima componente (u_{dista}) applicando le formule del punto 6.1.2.1 della UNI/TR 11326:2009, che risulta pari a 0,1 dB(A).

Valutazione dell'incertezza di misura

L'incertezza tipo relativa alla misura della distanza del microfono dalla superficie riflettente (u_{rifl}) è ricavata in base al punto 6.1.2.2 della UNI/TR 11326:2009, e assume il valore di 0,06 dB(A).

Infine, l'incertezza legata all'altezza del misuratore di livello sonoro dal suolo (u_{alt}), si calcola in base al punto 6.1.2.3 della UNI/TR 11326:2009. Tale incertezza dipende in generale dall'effetto suolo, variabile in funzione dell'altezza, e dalla distanza sorgente-ricettore. Nel caso in esame, data la ridotta distanza sorgente-microfono, è possibile trascurare la prima componente, per cui u_{alt} viene a dipendere solo dalla seconda componente, che assume il valore di 0,05 dB(A).

L'incertezza tipo composta $u_c(L_{Aeq,T})$ della misurazione si ottiene infine dalla radice quadrata della somma quadratica delle diverse incertezze tipo individuate:

$$u_c(L_{Aeq,T}) = \sqrt{u_{strum}^2 + u_{dista}^2 + u_{rifl}^2 + u_{alt}^2} = \sqrt{0,49^2 + 0,1^2 + 0,06^2 + 0,05^2} = 0,51 \text{ dB(A)} \quad (\text{A.2})$$

Applicando all'incertezza tipo composta $u_c(L_{Aeq,T})$ un fattore di copertura $k = 1,645$, che definisce un intervallo monolaterale con livello di fiducia del 95%, si ottiene l'incertezza estesa U :

$$U = k \times u_c(L_{Aeq,T}) = 1,645 \times 0,51 = 0,83 \text{ dB(A)} \quad (\text{A.3})$$

Valori di specifica

I valori di specifica si riferiscono in questo caso ai limiti di immissione sonora stabiliti dalla legislazione vigente per le sorgenti stradali (DPR 142/2004) [4] per cui se il punto di rilievo si trova all'interno della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura, si applicano i limiti specifici per il solo rumore stradale; nel caso in cui il punto si trovi, invece, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, la verifica di conformità si riferisce ai limiti di zona stabiliti dal piano comunale di classificazione acustica. In quest'ultimo caso la conformità deve essere valutata considerando i contributi di tutte le sorgenti presenti nell'area (rumore ambientale).

Nell'esempio descritto il punto di misura si trova all'interno della fascia di pertinenza acustica A di un'infrastruttura esistente, dove il limite di immissione sonora per il periodo di riferimento notturno è di 60 dB(A). Si tratta di un valore limite superiore.

Valutazione di conformità: caso di tipo A

La misurazione è stata eseguita dal gestore dell'infrastruttura per verificare l'adeguatezza degli interventi di risanamento realizzati lungo il tratto stradale in questione, nell'ambito del proprio piano di risanamento acustico (vedere DM 29/11/2000 [5]).

In accordo al punto 5.3 della presente specifica tecnica si tratta di un caso di tipo A per il quale si adotta la regola decisionale di cui al punto 5.4: accettazione stretta + rifiuto allargato.

Il valore medio settimanale ($L_{Aeq,T}$) rilevato nel periodo di riferimento notturno (dalle ore 22 alle ore 06) è di 58,0 dB(A).

Con riferimento al punto 5.4.2 lettera a, la verifica di conformità accertata consiste nell'appurare che la somma del valore stimato per il misurando e della relativa incertezza estesa sia non maggiore del valore limite superiore di specifica indicato dal DPR 142/2004 [4]. Applicando la formula (10):

$$L_{Aeq,T} + U = 58,0 + 0,83 = 58,83 \leq T_U = 60 \text{ dB(A)} \Rightarrow \text{conformità accertata} \quad (\text{A.4})$$

Verrà pertanto dichiarato nel rapporto di prova che: "Il valore di 58,0 dB(A) ottenuto mediante misurazione è conforme al valore limite superiore ad un livello di fiducia del 95%".

Valutazione di conformità: caso di tipo A

A titolo puramente esemplificativo, si ipotizzi ora che nello stesso punto di misura il livello sonoro rilevato nel periodo notturno sia stato di 59,5 dB(A). In questo caso, applicando la formula (12) si ottiene:

$$L_{Aeq,T} - U < T_U < L_{Aeq,T} + U : 59,5 - 0,83 = 58,67 < 60 < 60,33 = 59,5 + 0,83 \quad \text{dB(A)} \Rightarrow \text{non conformità presunta} \quad (\text{A.5})$$

Per calcolare la probabilità di non superamento del valore limite superiore si assume che la distribuzione di probabilità del misurando sia normale e si calcola:

$$z = \frac{T_U - L_{Aeq,T}}{u_c(L_{Aeq,T})} = \frac{60 - 59,5}{0,51} = 0,98 \quad (\text{A.6})$$

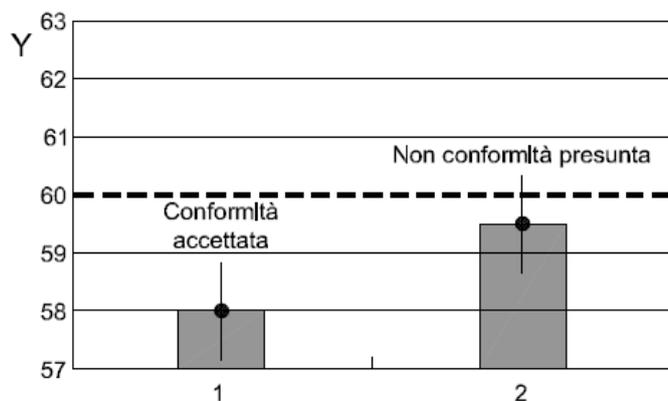
Entrando con questo valore nelle tavole della distribuzione normale standardizzata si ricava una probabilità di non superamento del valore limite maggiore del 84%, con una corrispondente probabilità di non conformità del 16%.

Nel rapporto di prova si sarebbe allora dichiarato che: "Non è stato possibile provare la conformità del valore ottenuto mediante misurazione al valore limite superiore ad un livello di fiducia del 95%. Il valore ottenuto mediante misurazione risulta minore del valore limite superiore con una probabilità del 84%, con una corrispondente probabilità di non conformità del 16%."

Verifica di conformità: caso di tipo A

Legenda

Y $L_{Aeq,T}$ [dB(A)]



Valutazione di conformità: caso di tipo B

La misura è stata eseguita da un organo di controllo che deve stabilire la necessità di intraprendere provvedimenti a carico del gestore dell'infrastruttura (per esempio, sanzioni e ordinanze) in caso di superamento del valore limite.

In accordo al punto 5.3 della presente specifica tecnica si tratta di un caso di tipo B per il quale si adotta la regola di decisione di cui al punto 5.5: accettazione allargata + rifiuto stretto.

Il valore medio settimanale ($L_{Aeq,T}$) rilevato nel periodo di riferimento notturno (dalle ore 22:00 alle ore 06:00) è di 61,2 dB(A).

In accordo al punto 5.5.2, lettera e, la verifica di non conformità accertata consiste nell'appurare che la differenza del valore stimato per il misurando e della relativa incertezza estesa sia maggiore del valore limite superiore di specifica indicato dal DPR 142/2004. Applicando la formula (20):

$$L_{Aeq,T} - U = 61,2 - 0,83 = 60,37 > T_U = 60 \text{ dB(A)} \Rightarrow \text{non conformità accertata} \quad (\text{A.7})$$

Verrà pertanto dichiarato nel rapporto di prova che: "Il valore di 61,2 dB(A) ottenuto mediante misurazione non è conforme al valore limite superiore ad un livello di fiducia del 95%".

Valutazione di conformità: caso di tipo B

A titolo puramente esemplificativo, si ipotizzi ora che nello stesso punto di misura il livello sonoro rilevato nel periodo notturno sia stato di 60,6 dB(A). In questo caso, applicando la formula (21) si ottiene:

$$L_{Aeq,T} - U < T_U < L_{Aeq,T} + U : 60,6 - 0,83 = 59,77 < 60 < 61,43 = 60,6 + 0,83 \text{ dB(A)} \Rightarrow \text{conformità presunta} \quad (\text{A.8})$$

Per calcolare la probabilità di superamento del valore limite superiore si assume che la distribuzione di probabilità del misurando sia normale e si calcola:

$$z = \frac{L_{Aeq,T} - T_U}{u_c(L_{Aeq,T})} = \frac{60,6 - 60}{0,51} = 1,176 \quad (\text{A.9})$$

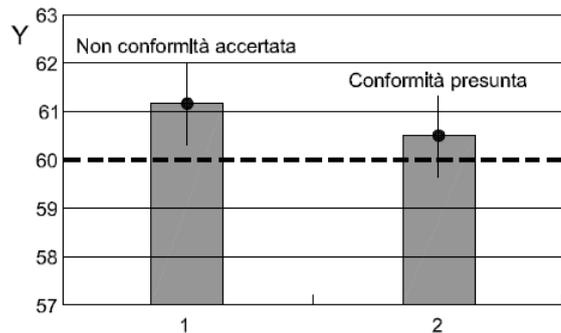
Entrando con questo valore nelle tavole della distribuzione normale standardizzata si ricava una probabilità di superamento del valore limite dell'88%, con una corrispondente probabilità di non superamento del 12%.

Nel rapporto di prova si sarebbe allora dichiarato che: "Non è stato possibile provare la non conformità del valore ottenuto mediante misurazione al valore limite superiore ad un livello di fiducia del 95%. Il valore ottenuto mediante misurazione risulta maggiore del valore limite superiore con una probabilità dell'88%, con una corrispondente probabilità di conformità del 12%".

Verifica di conformità: caso di tipo B

Legenda

$Y L_{Aeq,T}$ [dB(A)]



NOTA Il DM 16/03/1998 [3] prevede l'arrotondamento a 0,5 dB(A) dei livelli sonori misurati se relativi al tempo di riferimento, come è nell'esempio proposto nel quale si valuta il livello sonoro notturno. In particolare, i valori arrotondati che si ottengono sono 61,0 dB(A) e 60,5 dB(A), entrambi maggiori del valore limite di 60 dB(A). D'altra parte, si osserva che il Decreto Ministeriale suddetto non considera l'utilizzo dell'incertezza di misura né la normativa italiana in materia fornisce una regola decisionale esplicita per il confronto con i valori limite.

Valutazione della conformità ai valori limite differenziali di immissione del risultato di una misura fonometrica in ambiente abitativo

Scopo della misurazione è la verifica della conformità del rumore misurato ai valori limite differenziali di immissione in periodo diurno stabiliti dalla legislazione vigente²⁾.

In accordo al punto 5.3 della presente specifica tecnica si tratta di un caso di tipo B, poiché il mancato rispetto dei valori limite porta ad attribuire al gestore della sorgente sonora la responsabilità dell'inosservanza di un provvedimento di legge cogente che prevede sanzioni. Pertanto si adotta la regola decisionale di cui al punto 5.5 (accettazione allargata + rifiuto stretto).

La misura del livello di rumore differenziale L_D richiede la misurazione di due grandezze: il livello di rumore ambientale L_A ed il livello di rumore residuo L_R ; il risultato della misura si ottiene in modo indiretto per differenza di questi due risultati.

Ciascuna delle due misure porta con sé la propria incertezza. L'incertezza nella quantificazione di L_D si determina essere determinata combinando opportunamente le incertezze delle due misure fonometriche.

Le modalità di determinazione dell'incertezza sono quelle descritte nella UNI/TR 11326:2009, punti 5, 6 e appendice A, per quanto applicabili.

Descrizione della misura

Il caso di cui al presente esempio si riferisce ad una misura eseguita secondo le indicazioni stabilite dal DM 16/03/1998 [3] per la verifica del limite di immissione differenziale in ambiente abitativo. Il ricettore è costituito da un vano di un appartamento situato all'interno di un complesso condominiale. La sorgente sonora è costituita da un impianto di condizionamento al servizio degli uffici di un istituto bancario situati al piano terra del medesimo edificio. La specifica fonte di rumore è costituita dagli elementi raffreddanti dell'impianto, situati sulla copertura dell'edificio, i quali trasmettono vibrazioni alle strutture dell'edificio che le trasmettono e le irradiano sotto forma di onde sonore all'interno del vano ricettore. Il rumore è pertanto trasmesso dalla sorgente al ricettore per via strutturale interna all'edificio. A finestre aperte il rumore non è percepibile a causa dei rumori di fondo più elevati provenienti dall'esterno. La valutazione del livello di rumore differenziale viene eseguita quindi solo a finestre chiuse. Il rumore immesso è di tipo stazionario intermittente, con periodi di funzionamento intervallati da periodi di pausa della durata di alcuni minuti. La valutazione del livello di rumore differenziale è stata eseguita in periodo di riferimento diurno, mediante misure assistite. È stato acquisito in continuo il livello short L_{Aeq} a cadenza di 1 s. A posteriori, mediante software dedicato, e previa esclusione degli eventi sonori interferenti giudicati non rappresentativi della rumorosità ambientale caratteristica del luogo, sono stati estratti i valori del parametro L_{Aeq} su opportuni periodi di tempo, idonei per una corretta caratterizzazione del fenomeno sonoro.

Descrizione della misura

I valori misurati sono i seguenti:

- misura 1: livello di rumore residuo L_{R1} ; durata 5 min; valore misurato $L_{Aeq} = 26,2$ dB(A);
- misura 2: livello di rumore residuo L_{R2} ; durata 5 min; valore misurato $L_{Aeq} = 27,1$ dB(A);
- misura 3: livello di rumore ambientale L_A ; durata 5 min; valore misurato $L_{Aeq} = 35,1$ dB(A);
- misura 4: livello di rumore residuo L_{R3} ; durata 5 min; valore misurato $L_{Aeq} = 25,8$ dB(A);
- misura 5: livello di rumore residuo L_{R4} ; durata 5 min; valore misurato $L_{Aeq} = 26,5$ dB(A).

Da questi valori misurati si calcolano:

- livello di rumore residuo L_R valutato come media energetica delle 4 misure $L_{Aeq} = 26,4$ dB(A);
- livello di rumore differenziale $L_D = L_A - L_R = 35,1 - 26,4 = 8,7$ dB(A).

Non è stata riscontrata la presenza di componenti tonali né di componenti impulsive.

Non è stata riscontrata la presenza di onde stazionarie.

Valutazione dell'incertezza di misura

Si valutano separatamente le seguenti componenti.

a) incertezza nella misura del livello di rumore ambientale u_{LA}

I contributi all'incertezza del livello di rumore ambientale L_A sono: incertezza di origine strumentale ed incertezza dovuta ad imprecisione nel posizionamento del microfono di misura rispetto alla posizione normativamente prescritta.

Il primo contributo (u_{strum}), si ottiene combinando le incertezze del calibratore (u_{cal}) e del misuratore di livello sonoro (u_{slm}). La prima componente è legata in particolare al procedimento di messa a punto della catena di misura con il calibratore, prima dell'esecuzione della misura. Nel caso di strumentazione di classe 1, all'incertezza u_{cal} può essere assegnato il valore di 0,21 dB e all'incertezza u_{slm} il valore di 0,44 dB (vedere UNI/TR 11326). Il valore complessivo dell'incertezza strumentale è quindi dato da:

$$u_{strum} = \sqrt{u_{cal}^2 + u_{slm}^2} = \sqrt{0,21^2 + 0,44^2} = 0,49 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.1})$$

Per quanto riguarda il contributo dovuto al posizionamento (u_{pos}), la UNI/TR 11326 riporta una trattazione dettagliata per il caso di misura in ambiente esterno, mentre l'argomento non è trattato per quanto riguarda le misure in ambiente interno; le peculiarità dell'ambiente sonoro confinato (con presenza di forti componenti di campo riverberato, effetti barriera dovuti alla geometria delle strutture edilizie, sorgenti spesso non assimilabili a puntiformi o lineari, possibile presenza di onde stazionarie) non rendono possibile estendere in modo automatico il metodo di stima valido per l'ambiente esterno. Non essendo questa la sede per una trattazione dell'argomento, qui ci si limita ad indicare il risultato di una stima di incertezza utilizzata dall'organo di controllo nell'ipotesi di vano abitativo di forma regolare e normalmente arredato (coefficiente di assorbimento acustico medio $\alpha = 0,5$), in assenza di onde stazionarie: nell'ipotesi di errore di posizionamento massimo di ± 20 cm l'incertezza stimata è $u_{pos} = 0,26$ dB(A).

Valutazione dell'incertezza di misura

L'incertezza complessiva u_{LA} nella misura del livello di rumore ambientale è data da:

$$u_{LA} = \sqrt{u_{strum}^2 + u_{pos}^2} = \sqrt{0,49^2 + 0,26^2} = 0,55 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.2})$$

b) incertezza nella misura del livello di rumore residuo u_{LR} .

Il livello di rumore residuo viene determinato in modo indiretto (la misura avviene necessariamente in un tempo diverso da quello in cui si verifica l'effettivo fenomeno sonoro da valutare). Per questo motivo nella stima dell'incertezza nella misura di L_R è necessario tener conto di un termine di incertezza di campionamento, che rappresenta l'errore commesso nell'identificare il fenomeno realmente rilevato (il rumore residuo verificatosi nel corso della misura di L_R) con quello che si sarebbe dovuto rilevare (il rumore residuo che si sarebbe verificato, in assenza della sorgente, nel tempo di misura di L_A).

La UNI/TR 11326 non comprende una trattazione del metodo per la stima di questo termine di incertezza. La stima di questa componente, qui presentata a scopo puramente esemplificativo e la cui trattazione esula dagli scopi del presente documento, è basata su di una analisi statistica delle misure di L_R (che auspicabilmente dovrebbero essere almeno due, di durata pari o superiore alla misura di L_A , eseguite preferibilmente subito prima e subito dopo la misurazione di L_A), in termini di distribuzione dei livelli L_{Aeq} sui tempi di misura o su sottoinsiemi di tali tempi.

Nel caso specifico, un'analisi delle quattro misure di L_R eseguite ha portato l'ente di controllo a stimare un'incertezza u_{Rcamp} pari a 0,55 dB.

Valutazione dell'incertezza di misura

L'incertezza nella determinazione del livello L_R è data quindi da:

$$u_{LR} = \sqrt{u_{strum}^2 + u_{pos}^2 + u_{Rcomp}^2} = \sqrt{0,49^2 + 0,26^2 + 0,55^2} = 0,78 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.3})$$

c) Incertezza nella determinazione del livello di rumore differenziale u_{LD} .

La stima dell'incertezza sul livello di rumore differenziale L_D si ottiene combinando le incertezze su L_A e L_R secondo l'equazione (16) della UNI CEI ENV 13005:2000 (GUM):

$$u_{LD} = \sqrt{u_{LA}^2 + u_{LR}^2 - 2c \cdot u_{LA}u_{LR}} \quad (\text{B.4})$$

dove c è il coefficiente di correlazione fra le varianze di L_A e di L_R .

Nel caso che il rumore ambientale ed il rumore differenziale siano stati misurati con il medesimo strumento di misura, la varianza connessa con la parte strumentale dell'incertezza è parzialmente correlata nelle due misure (la varianza strumentale è legata principalmente alla risposta dello strumento, in particolare alla risposta in frequenza, che si può assumere rimanga costante nei tempi ristretti che intercorrono fra la misura di L_A e quella di L_R). La correlazione non è completa in quanto il rumore ambientale ed il rumore residuo hanno in generale composizioni spettrali diverse; inoltre le componenti di incertezza legate al posizionamento ed al campionamento temporale non hanno correlazione. In base a queste considerazioni di stima un coefficiente di correlazione del 50% ($c = 0,50$).

L'incertezza sulla determinazione di L_D risulta quindi:

$$u_{LD} = \sqrt{0,55^2 + 0,78^2 - 2 \times 0,5 \times 0,55 \times 0,78} = 0,70 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.5})$$

Valutazione dell'incertezza di misura

Applicando alle incertezze tipo composte un fattore di copertura $k = 1,645$, che per una distribuzione normale definisce un intervallo monolaterale con livello di fiducia del 95%, si ottengono le incertezze estese U :

$$U_{LA} = k \times u_{LA} = 1,645 \times 0,55 = 0,90 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.6a})$$

$$U_{LR} = k \times u_{LR} = 1,645 \times 0,78 = 1,3 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.6b})$$

$$U_{LD} = k \times u_{LD} = 1,645 \times 0,70 = 1,2 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.6c})$$

Con riferimento ai criteri indicati in [15], l'espressione dell'incertezza di misura è riportata con due cifre significative. Il risultato delle misure in dB(A) è riportato arrotondato alla prima cifra decimale, corrispondente all'ultima cifra significativa nell'espressione dell'incertezza.

A questo punto si deve valutare se applicare o meno l'arrotondamento a 0,5 dB(A) nominato nel DM 16/03/1998 [3]. Un eventuale arrotondamento di questo tipo non trova giustificazione dal punto di vista metrologico, in quanto comporta una perdita di informazione senza alcuna contropartita in termini di minor complessità o minor costo del procedimento analitico. Considerando anche che tale arrotondamento è prescritto in modo esplicito dal DM 16/03/1998 [3] solo per le misure in ambiente esterno, finalizzate alla verifica del rispetto dei valori limite di immissione assoluti, si ritiene opportuno non estendere la sua applicazione anche alle misurazioni in ambiente interno, finalizzate alla verifica del rispetto dei valori limite di immissione differenziali.

Valori di specifica

I valori limite, che nel caso specifico si configurano come limiti superiori, sono disciplinati dal DPCM 14/11/97 [7], art. 4. I limiti si articolano in:

- soglia di applicabilità del limite differenziale: il limite differenziale non è applicabile (“ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile”) se il livello di rumore ambientale L_A è minore del valore di soglia.

Nel caso specifico (misura a finestre chiuse – tempo di riferimento diurno) il valore di soglia è pari a 35 dB(A).

- limite differenziale: qualora L_A sia non minore del valore di soglia di cui sopra, il risultato della misura in termini di livello di rumore differenziale L_D deve essere minore del valore limite differenziale. Nel caso specifico (tempo di riferimento diurno) il valore limite differenziale è pari a 5 dB(A).

Valutazione di conformità

La determinazione del livello di rumore differenziale, nell'esempio in questione, è avvenuta nell'ambito di un procedimento di controllo avviato dall'autorità competente a seguito di segnalazione di inquinamento acustico da parte di un cittadino. L'accertamento dell'effettivo superamento del valore limite di legge dà luogo ad una sanzione amministrativa e comporta l'apertura di un procedimento amministrativo finalizzato all'emissione di un'ordinanza per il rientro nei limiti. Si fa riferimento pertanto al criterio di valutazione di cui al caso B del punto 5.5, basato sulle regole di accettazione allargata e rifiuto stretto.

La valutazione di conformità si svolge in due fasi successive:

1) confronto del livello di rumore ambientale L_A con il valore di soglia per l'applicabilità del limite differenziale. Il valore di soglia nel caso specifico (misure a finestre chiuse in tempo di riferimento diurno) è pari a 35 dB(A).

Il limite differenziale sarà considerato applicabile solo se il livello di rumore ambientale L_A rilevato, decurtato dell'incertezza estesa U_{LA} , è maggiore o uguale a 35,0 dB(A).

In tal caso si procederà con la seconda fase della valutazione di conformità.

Qualora invece il valore del livello di rumore ambientale L_A rilevato, decurtato dell'incertezza estesa U_{LA} , risultasse minore di 35 dB(A), il misurando sarebbe considerato conforme e non si procederebbe alla valutazione di conformità sul valore del livello di rumore differenziale L_D .

Valutazione di conformità

In questo caso, applicando la formula (21), si ottiene:

$$L_A - U_{L_A} < T_U < L_A + U_{L_A} : 35,1 - 0,9 = 34,2 < 35 < 36,0 = 35,1 + 0,9 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.7})$$

Per calcolare la probabilità di non superamento del valore limite superiore si assume che la distribuzione di probabilità del misurando sia normale e si calcola:

$$z = \frac{T_U - L_A}{u_{L_A}} = \frac{35 - 35,1}{0,55} = -0,182 \quad (\text{B.8})$$

Entrando con questo valore nelle tavole della distribuzione normale standardizzata si ricava una probabilità di non superamento del valore limite del 43%, con una corrispondente probabilità di superamento del 57%.

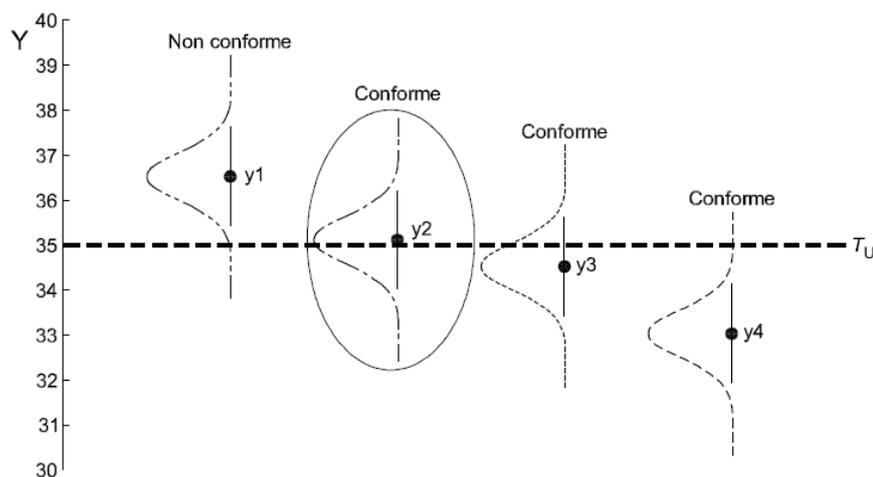
Nonostante il valore misurato sia leggermente maggiore del valore di soglia, considerata l'incertezza di misura il risultato si trova nell'intervallo di ambiguità. Data l'adozione della regola decisionale di accettazione allargata, il risultato della misura cade nella zona di non applicabilità del limite differenziale e pertanto il misurando deve essere considerato "conforme". La regola decisionale adottata è rappresentata in figura B.1; nella stessa figura è stato evidenziato il risultato corrispondente al caso in esame (y_2).

Valutazione di conformità

Figura B.1 – Valutazione di conformità riferita al confronto del risultato della misure di livello di rumore ambientale L_A con la soglia di applicabilità del limite differenziale (art. 4 comma 1 DPCM 14/11/97 [7]), con l'applicazione della regola decisionale di accettazione allargata e rifiuto stretto

Legenda

Y Livello dB(A)



Valutazione di conformità

2) Confronto del livello di rumore differenziale L_D con il limite differenziale.

Nell'ipotesi che il risultato della misura di L_A cadesse nella zona di applicabilità del limite differenziale (cosa che non avviene nel caso specifico dell'esempio), si dovrebbe procedere alla valutazione di conformità sul livello di rumore differenziale L_D .

Il limite differenziale è considerato superato solo se il livello differenziale L_D , decurtato dell'incertezza estesa U_{LD} , è maggiore di 5 dB(A).

In questo caso, applicando la formula (17), si ottiene:

$$L_D - U_{LD} = 8,7 - 1,2 = 7,5 > 5 \text{ dB(A)} \quad (\text{B.9})$$

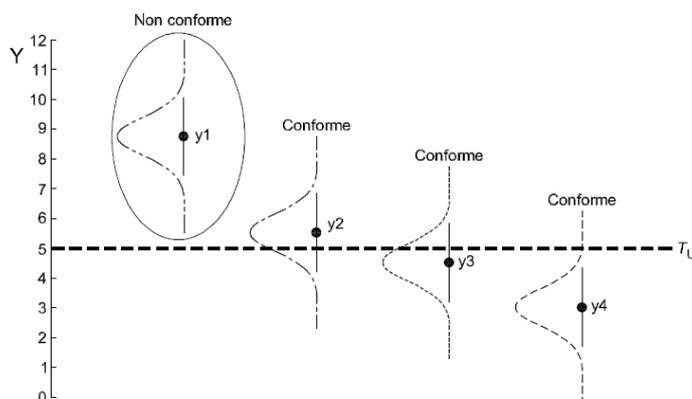
In tal caso (cioè nel caso ipotetico di applicabilità del limite differenziale) il misurando dovrebbe essere considerato "non conforme". La regola decisionale adottata è rappresentata in figura B.2; nella stessa figura è stato evidenziato il risultato corrispondente al caso in esame (y_1).

Valutazione di conformità

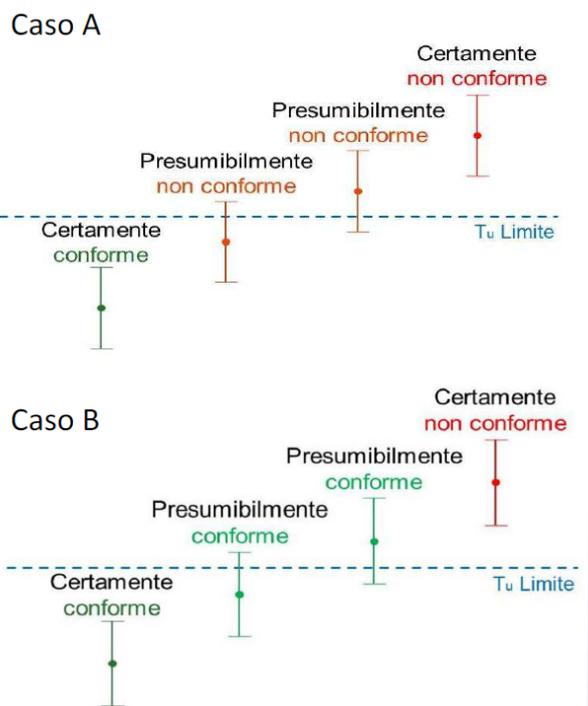
Figura B.2 – Valutazione di conformità riferita al confronto del risultato della misura di livello di rumore differenziale L_D con il limite differenziale, con l'applicazione delle regole decisionali di accettazione allargata e rifiuto stretto

Legenda

Y L_D dB(A)



Il risultato complessivo della prova ha portato a classificare il misurando L_D come conforme, in virtù dell'adozione di un criterio di accettazione allargata. Tuttavia, considerato che vi è una probabilità del 57% di superamento della soglia di applicabilità del limite differenziale (nel qual caso, considerato il risultato della seconda fase di valutazione di conformità, il misurando dovrebbe essere classificato come non conforme), è opportuno che la presentazione dei risultati non si limiti ad un giudizio di conformità/non conformità, ma che venga data una rappresentazione più completa ed esaustiva del processo di valutazione.



Le regole decisionali

TIPO A: si adotta la regola di decisione che combina accettazione stretta e rifiuto allargato, quando la valutazione di conformità è finalizzata ad accertare il "rispetto" dei valori limite; in questo caso si vuole essere certi (con il livello di fiducia prefissato) del rispetto dei valori limite, ossia dell'attuazione di adeguate azioni a tutela di chi potrebbe subire gli effetti indesiderati del mancato rispetto dei valori limite.

TIPO B: si adotta la regola di decisione che combina accettazione allargata e rifiuto stretto, quando la valutazione di conformità è finalizzata ad accertare il "mancato rispetto" dei valori limite; in questo caso si vuole essere certi (con il livello di fiducia prefissato) del mancato rispetto dei valori limite prima di intraprendere azioni con effetti indesiderati per i responsabili di tale mancato rispetto.

Sono di TIPO B i rilievi eseguiti dall'organo di controllo per stabilire la necessità di intraprendere provvedimenti a carico del gestore/proprietario (sanzioni, ordinanze, etc.).

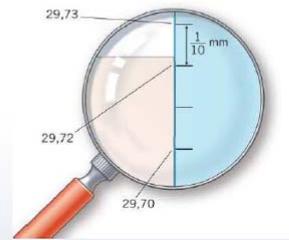
✓ **UNI/TS 11326 - 2: 2015**

✓ **INCERTEZZA AMBIENTALE** $u_{LA} = \sqrt{u_{strum}^2 + u_{pos}^2}$

✓ **INCERTEZZA RESIDUO** $u_{LR} = \sqrt{u_{strum}^2 + u_{pos}^2 + u_{Rcamp}^2}$

✓ **INCERTEZZA DIFFERENZIALE**

$$u_{LD} = \sqrt{u_{LA}^2 + u_{LR}^2 - 2C \times u_{LA} u_{LR}}$$



• **CONCLUSIONI**

La norma tecnica UNI/TS 11326-2:2015 indica per gli Enti di controllo l'applicazione della regola decisionale di "Tipo B", suggerendo un comportamento *pro-reo* consolidato in un ambito giurisprudenziale, che si accorda con il principio giuridico di garanzia che prescrive che l'onere della prova è a carico dell'accusa. È necessario evidenziare che in tutti i casi in cui il valore limite cade all'interno dell'intervallo di fiducia associato al misurando, qualsiasi regola decisionale adottata può risultare contestabile. Anche l'indicazione in termini di probabilità di rispetto o meno dei limiti porterebbe ad un aumento di contestazioni da parte dei soggetti coinvolti, compresi gli Enti deputati all'adozione di provvedimenti.

In generale la scelta di utilizzare una regola decisionale di "Tipo B" determinerebbe una minor tutela del cittadino disturbato. La valutazione effettuata utilizzando il criterio di "Tipo A", *pro disturbato*, ha peraltro evidenziato come tale criterio porterebbe ad un aumento dei superamenti legislativi rilevati, fornendo una maggior tutela per i ricorrenti.

Appendice D

Espressione dell’incertezza dei risultati ottenuti da misurazioni o calcolo

Incertezza associata a valori misurati

Nel caso di valori misurati, concorrono all’incertezza dei risultati:

- l’imperfetta definizione del misurando;
- l’incertezza strumentale del misuratore di livello sonoro utilizzato;
- l’ampiezza dell’intervallo temporale di misura;
- le fluttuazioni di livello sonoro della sorgente che si vuole caratterizzare;
- le fluttuazioni di livello sonoro del rumore residuo;
- le condizioni meteorologiche presenti durante la misurazione e l’ampiezza delle loro fluttuazioni;
- le condizioni del terreno presenti durante la misurazione e l’ampiezza delle loro fluttuazioni.

Incertezza associata a valori misurati

Tempo di Riferimento

Tempo di Osservazione

Tempo di misura

Campionamento

Si dovrebbe sempre fornire una stima dell’incertezza associata ad ognuna delle componenti sopra menzionate, dichiarando il metodo utilizzato per ottenerla (campionamento statistico ripetuto, analogie con casi simili, ecc.).

Le varie componenti dell’incertezza così determinate dovrebbero essere composte con legge quadratica conformemente alla UNI CEI ENV 13005 per determinare l’incertezza tipo composta del risultato.

Quando il risultato deve essere confrontato con valori limite assegnati, si fornirà una stima dell’incertezza estesa del risultato, U , ottenuta moltiplicando l’incertezza tipo composta, u_c , per un fattore di copertura, k , scelto sulla base del livello di fiducia, p , desiderato:

$$U = k \cdot u_c$$

Incertezza associata a valori calcolati

a) Modello calibrato

b) Modello applicato così com’è

In entrambi i casi concorrono all’incertezza dei risultati i seguenti fattori:

- l’incertezza dei dati di ingresso del modello di calcolo (quali: potenza sonora e direttività delle sorgenti sonore, tipologia puntuale, lineare o areale delle sorgenti sonore, fattori di riflessione delle superfici modellate, ecc.);
- l’incertezza dovuta alle ipotesi sulle quali è basato il modello di calcolo (quali: rappresentazione idealizzata delle condizioni geomorfologiche e meteorologiche, presa in conto dei fenomeni di riflessione e di diffrazione e relativo grado di approssimazione, ecc.);
- l’ampiezza dell’area di validità del modello di calcolo, intesa come l’area oltre la quale le approssimazioni insite nel modello di calcolo non permettono più di ottenere risultati attendibili, indipendentemente dai valori dei dati di ingresso;
- l’incertezza dovuta alla rappresentazione dei valori numerici con un numero finito di cifre;
- l’incertezza dovuta alla combinazione dei valori di ingresso secondo algoritmi complessi ("rumore di calcolo").

Incertezza associata a valori calcolati

Nel caso di calcolo diretto senza confronto con misurazioni, l’incertezza può talora assumere valori così elevati da precludere un confronto significativo con valori limite assegnati, e ciò si può verificare per casi anche molto diversi tra loro e non identificabili a priori.

In particolare, eseguendo un confronto a posteriori tra le previsioni di modelli di calcolo non calibrati e valori misurati, si riscontrano spesso importanti deviazioni sistematiche.

Parte 2: metodo generale di calcolo

9

ACCURATEZZA E LIMITI DEL METODO

L'attenuazione sonora che si propaga all'aperto tra una sorgente fissa e un ricevitore fluttua per effetto delle variazioni nelle condizioni meteorologiche lungo il percorso di propagazione. Restringere l'attenzione a condizioni moderate di propagazione nel senso del vento, come specificato al punto 5, limita, entro valori ragionevoli, l'effetto sull'attenuazione di condizioni meteorologiche variabili.

Esistono informazioni che giustificano il metodo di calcolo presentato ai punti da 4 a 8 (vedere appendice B) per sorgenti di rumore a banda larga. L'accordo tra i valori calcolati e quelli misurati del livello medio di pressione sonora ponderato A, per propagazione nel senso del vento, $L_{AT}(DW)$, giustifica l'accuratezza stimata del calcolo indicata nel prospetto 5. Queste stime dell'accuratezza sono limitate alle condizioni specificate, per quanto riguarda la validità delle equazioni, ai punti da 3 a 8 e sono indipendenti dalle incertezze di determinazione della potenza sonora.

prospetto 5 Accuratezza stimata per rumore a banda larga di $L_{AT}(DW)$ calcolata con le equazioni da (1) a (10)

Altezza, h^1	Distanza, d^1	
	$0 < d < 100$ m	100 m $< d < 1000$ m
$0 < h < 5$ m 5 m $< h < 30$ m	± 3 dB ± 1 dB	± 3 dB ± 3 dB
*) h è l'altezza media della sorgente e del ricevitore. d è la distanza tra sorgente e ricevitore. Nota Queste stime sono state ricavate da situazioni in cui non esistono effetti di riflessione o di attenuazione da ostacoli.		

UNI EN-ISO 3740

Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore

prospetto 2 Accuratezza nella determinazione dei livelli di potenza sonora, espressa come il valore più ampio dello scarto tipo di riproducibilità

Valori in decibel

Frequenza	ISO 3741	ISO 3743-1	ISO 3743-2	ISO 3744	ISO 3745 Camera anecoica	ISO 3745 Camera semi-anecoica	ISO 3746	ISO 3747		ISO 9614-1 Di labora- torio	ISO 9614-1 Tecnico progettuale	ISO 9614-1 Controllo	ISO 9614-2 Tecnico progettuale	ISO 9614-2 Controllo
Ponderata A	0,5	1,5	2	1,5 ^{a)}	-	-	3 ^{b)} (se $A_2 \leq 5$ dB) 4 ^{b)} (se $5 < A_2 \leq 7$ dB) 4 ^{b)} (se $A_2 \leq 5$ dB) 5 ^{c)} (se $5 < A_2 \leq 7$ dB)	1,5	4	-	-	4 ^{b)}	1,5 ^{b)}	4 ^{b)}
Bande di ottava (Hz)														
63	-	-	-	3 ^{b)}	-	-	-	-	-	2	3	-	3	-
125	2,5	3	5	3	-	-	-	-	-	2	3	-	3	-
250	1,5	2	3	2	-	-	-	-	-	1,5	2	-	2	-
500	1,0	1,5	2	1,5	-	-	-	-	-	1,5	2	-	1,5	-
da 1 000 a 4 000	1,0	1,5	2	1,5	-	-	-	-	-	1	1,5	-	1,5	-
8 000	2	2,5	3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bande di terzo di ottava (Hz)														
da 50 a 80	-	-	-	5 ^{d)}	2	2	-	-	-	2	3	-	3	-
da 100 a 160	3,0	-	-	3	1	1,5	-	-	-	2	3	-	3	-
da 200 a 315	2,0	-	-	2	1	1,5	-	-	-	1,5	2	-	2	-
da 400 a 630	1,5	-	-	1,5	1	1,5	-	-	-	1,5	2	-	1,5	-
da 800 a 5 000	1,5	-	-	1,5	0,5	1	-	-	-	1	1,5	-	1,5	-
da 6 300 a 10 000	3	-	-	2,5	1	1,5	-	-	-	2 ^{e)}	2,5 ^{e)}	-	2,5 ^{e)}	-

- a) Per una sorgente che emette rumore con uno spettro relativamente "piatto" sulla gamma di frequenza di interesse.
- b) Ponderata A (dalle bande di ottava, da 63 Hz a 4 000 Hz, o dalle bande di terzo di ottava, da 50 Hz a 6 300 Hz).
- c) Per una sorgente che emette rumore che contiene toni discreti predominanti.
- d) Generalmente per le misurazioni in esterni; numerose camere non sono qualificate per questa banda di frequenza.
- e) Solo la banda di terzo di ottava da 6 300 Hz.
- Non indicato nella norma.

Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore

C.4

Classe di accuratezza richiesta

Le norme internazionali di base offrono tre classi di accuratezza nella determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore, come segue.

- a) I metodi di laboratorio (accuratezza massima) sono descritti nelle ISO 3741 (metodi di camera riverberante), ISO 3745 (metodi a campo libero) e ISO 9614-1 (metodi a intensità).
- b) I metodi tecnico progettuali (accuratezza media) sono descritti nelle ISO 3743-1, ISO 3743-2 (metodi a campo riverberante), ISO 3744 (metodo a campo libero su una superficie riflettente), ISO 3747 (metodo di comparazione in un campo essenzialmente riverberante *in situ*), nonché ISO 9614-1 e ISO 9614-2 (metodi a intensità).
- c) I metodi di controllo (accuratezza minore) sono descritti nelle ISO 3746, ISO 3747, ISO 9614-1 e ISO 9614-2.

In generale, più elevata l'accuratezza, maggiore lo sforzo di misurazione richiesto.

Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro

Il D.L. 277/91 prevede che accanto ai valori misurati sia indicato l'errore casuale. Per errore casuale si intende lo scarto quadratico medio su di un numero significativo di campioni (almeno $30 + 40$). Poiché nessuna normativa acustica internazionale e/o europea richiede una tale proliferazione di misurazioni, né pare ragionevole sottoporre all'analisi statistica dei sottoinsiemi del periodo di campionamento, in quanto singolarmente non rappresentativi del livello che si deve misurare, si reputa che tale clausola sia rispettata seguendo correttamente le indicazioni contenute nella presente norma.

In ogni caso l'obiettivo deve essere la stabilizzazione del L_{Aeq,T_0} del fenomeno acustico rappresentativo delle condizioni di esposizione del/dei lavoratore/i sotto esame. Pertanto, l'errore casuale dichiarabile potrà essere l'errore strumentale. Per la determinazione dell'errore strumentale si rimanda all'appendice C.

Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro

Appendice C

Valutazione dell'errore strumentale

Le componenti principali dell'errore strumentale sono:

- 1) accuratezza del calibratore (tolleranza pari a $\pm 0,5$ dB per un calibratore in classe 2), ϵ_1 ;
- 2) scarti della curva di ponderazione A (tolleranza pari a ± 1 dB, nelle frequenze comprese tra 63 Hz e 4 000 Hz, e valori maggiori relativamente alle frequenze di 31,5 Hz, 8 000 Hz e 12 500 Hz), ϵ_2 ;
- 3) direzionalità del microfono (tolleranza pari a $\pm 0,5$ dB, maggiore alle frequenze oltre i 2 000 Hz), ϵ_3 .

Tutte le incertezze strumentali, non potendo come tali essere ottenute da osservazioni ripetute, vengono dedotte dalle indicazioni del costruttore o dalle tolleranze specificate nelle norme internazionali applicabili (vedere IEC 61672).

In assenza di qualsiasi informazione sulla distribuzione di probabilità, l'ipotesi più ragionevole è che tale distribuzione sia rettangolare (probabilità costante) con intervallo totale di variabilità pari alla tolleranza. Dalle tolleranze contenute nelle norme IEC si ottengono le stime delle incertezze ϵ_i riportate nel prospetto G.2.

Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro

Appendice C

Valutazione dell'errore strumentale

prospetto C.2 **Stima delle incertezze**

ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3
0,17	0,40	0,26

Infine, assumendo che le singole componenti dell'incertezza strumentale siano mutualmente indipendenti, i rispettivi valori di ϵ_i possono essere combinati nella incertezza strumentale totale

$$\epsilon_s = [(\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2 + \epsilon_3^2)]^{1/2}$$

Pertanto l'errore strumentale può essere compreso fra l'incertezza di misura riportata sul certificato di taratura e $\pm 0,7$ dB.

UNI EN 12354-1

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti

L'esperienza prevalente nell'applicazione di simili modelli è stata finora acquisita con edifici dove gli elementi strutturali di base erano omogenei, cioè muri di mattoni, calcestruzzo, blocchi di gesso, ecc. In tali situazioni la previsione dell'indice di valutazione tramite il modello dettagliato è mediamente corretta (nessun errore sistematico) con uno scarto tipo da 1,5 dB a 2,5 dB (il valore inferiore se si tiene conto di tutti gli aspetti, quello superiore in caso di situazioni complesse e se si trascura il tempo di riverberazione strutturale).

Le previsioni con il modello semplificato mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB, con una tendenza a sopravvalutare leggermente l'isolamento.

UNI EN 12354-2

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

Per quanto riguarda il modello dettagliato, la maggior parte dell'esperienza in merito all'applicazione di modelli simili si basa su edifici con elementi di edificio omogenei, per esempio pareti in muratura di mattoni, pavimenti e pareti in calcestruzzo, blocchi di gesso, ecc. Per quanto concerne la trasmissione verticale dei rumori di calpestio, la previsione dell'indice di valutazione è corretta con uno scarto tipo di 2 dB. Per la trasmissione orizzontale, l'indice di valutazione calcolato ha un errore sistematico variabile da 0 dB a 5 dB con uno scarto tipo di circa 3 dB. Si suppone che l'errore sistematico sia dovuto in larga misura al fatto di trascurare il tempo di riverberazione strutturale.

Gli esempi di calcolo con il modello semplificato evidenziano che circa il 60% dei valori della previsione hanno un intervallo di ± 2 dB rispetto ai valori misurati, mentre il 100% varia entro un intervallo di ± 4 dB. Attualmente non si ha alcuna esperienza della correzione della trasmissione laterale dei rumori di calpestio. Si suppone che tale correzione migliori il livello di accuratezza del modello nelle situazioni in opera comunemente riscontrate.

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

La valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente a partire dagli elementi che costituiscono la facciata è mediamente corretto; l'indice di valutazione ($D_{15,2m,nT,w} + C_{1r}$) evidenzia uno scostamento tipo di circa 1,5 dB, mentre per bande di ottava particolari gli scostamenti possono essere maggiori e raggiungere 3 dB.

Si presume che la valutazione del potere fonoisolante apparente di una facciata a partire dai suoi elementi costitutivi abbia come minimo lo stesso livello di accuratezza.

Ciò si basa sulla comparazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente in più di 70 situazioni, che coprono una vasta tipologia di facciate; i dati acustici considerati per gli elementi costitutivi lasciavano un margine di sicurezza, cioè sono circa più bassi di 1 dB rispetto ai risultati ottenuti da misurazioni in laboratorio.

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Trasmissione del rumore interno all'esterno

5

ACCURATEZZA

L'accuratezza della previsione del modello dipende da numerosi fattori: l'accuratezza dei dati di immissione, la corrispondenza della situazione reale rispetto al modello, il tipo di elementi coinvolti, la geometria della situazione, il tipo di quantità da prevedere e l'esecuzione. Pertanto non è possibile specificare l'accuratezza generale per tutti i tipi di situazioni e applicazioni. Dovranno essere raccolti dati sull'accuratezza confrontando i risultati del modello con una varietà di situazioni sul campo.

Nell'applicazione delle previsioni è consigliabile variare i dati di immissione, specialmente in situazioni complicate e con elementi rari e dati di immissione discutibili. La conseguente variazione dei risultati offre la percezione dell'accuratezza prevista nelle situazioni in cui si può ipotizzare una buona esecuzione.

Errore assoluto sul livello di pressione ed errore relativo sulla pressione

$$dB = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

$$dB = 20(\log p - \log p_0)$$

$$\text{usando} \quad \log_{10} x = \frac{\ln x}{\ln 10} = (\log_{10} e) \cdot (\ln x)$$

$$dB = 20 \log_{10} e (\ln p - \ln p_0)$$

differenziando

$$d(dB) = 20 \log_{10} e \left(\frac{dp}{p} \right)$$

Errore assoluto sul livello di potenza ed errore relativo sulla potenza

$$dB = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

$$dB = 10(\log W - \log W_0)$$

$$\text{usando} \quad \log_{10} x = \frac{\ln x}{\ln 10} = (\log_{10} e) \cdot (\ln x)$$

$$dB = 10 \log_{10} e (\ln W - \ln W_0)$$

differenziando

$$d(dB) = 10 \log_{10} e \left(\frac{dW}{W} \right)$$

Cambiamento di base

$$\ln(x) = \frac{\log_{10}(x)}{\log_{10}(e)} \cong 2.303 \log_{10}(x)$$

10. Domanda - E' possibile chiarire quali norme si applichino per la valutazione dell'incertezza per i diversi requisiti?

o Risposta - La norma di riferimento è il rapporto tecnico UNI/TR 11326: Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti Generali
Il rapporto tecnico fornisce linee guida di facile leggibilità per la valutazione e l'espressione dell'incertezza in acustica in maniera conforme alla UNI CEI ENV 13005.

La norma introduce le regole fondamentali per la valutazione e l'espressione dell'incertezza dei risultati di misurazioni e calcoli con particolare riguardo al campo dell'acustica applicata.

Esso stabilisce quanto segue: "L'incertezza può essere calcolata rigorosamente dal punto di vista metrologico o, a causa della natura del metodo di prova, può essere precluso il calcolo analitico, ma in questo caso sono identificate tutte le componenti di incertezza e fornita una stima ragionevole".

Lo scarto tipo di riproducibilità per misure in opera è stato introdotto inizialmente dalla norma olandese: NPR 5092:1999 Noise control in buildings - Assessment of results from acoustic measurements according to NEN 5077, a seguito di risultati di ricerche condotte ad hoc.

In tale contesto per riproducibilità si intende il grado di concordanza tra i risultati di misurazioni dello stesso misurando effettuate cambiando le condizioni di misura. Essa riguarda il metodo di misura, non la singola misura.

1). Lo scarto tipo rilevabile in specifiche condizioni di misura potrebbe essere più elevato di quello riportato in tabella, ad esempio in ambienti di geometria complessa, in particolari condizioni ambientali etc.

Per quanto riguarda l'uso dell'incertezza di misura ai fini del confronto con i valori limite si fa riferimento alla norma UNI/TR 11326 Acustica Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: Confronto con valori limite di specifica.

Resta inteso che nella valutazione previsionale il margine di incertezza debba essere considerato penalizzante nei confronti del valore teorico desunto "in dubio contra reo". Viceversa nel caso di controllo strumentale effettuato da parte dell'Autorità Competente, del margine di incertezza ne debba beneficiare il valore di isolamento rilevato "in dubio pro reo".

Tabella 1 - Scarti tipo di riproducibilità: norma UNI 11367

Grandezza	s_R , dB
Isolamento al rumore aereo tra ambienti	1,1
Isolamento al rumore aereo dall'esterno	0,8
Livello di rumore impattivo	1,3
Livello di rumore di impianti di condizionamento	1,1
Livello di rumore di impianti igienico-sanitari	da 1,7 a 2,4