

Portale dedicato all'informazione e alla conoscenza
delle problematiche legate al mondo dell'Acustica

www.inquinamentoacustico.it



Manuale tecnico-pratico

RUMORE AMBIENTALE

Valutazione delle problematiche legate alla
gestione e al controllo delle immissioni
sonore prodotte dalle aziende

A cura di

Luciano Mattevi

Specialista in acustica



Indice

Premessa.....	3
Cos'è il rumore.....	4
Strumenti di misura.....	5
<i>L'errore di misura.....</i>	<i>7</i>
Quadro di riferimento normativo in materia di inquinamento acustico.....	8
<i>Legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447</i>	<i>10</i>
<i>Decreto 11 dicembre 1996.....</i>	<i>12</i>
<i>D.P.C.M. 14 novembre 1997.....</i>	<i>13</i>
Limiti assoluti.....	13
Limiti differenziali	14
<i>Decreto 16 marzo 1998</i>	<i>15</i>
Misure in esterno.....	15
Misure all'interno degli ambienti abitativi.....	16
Fattori correttivi.....	16
Organi amministrativi di controllo e regime sanzionatorio.....	17
<i>Diffida</i>	<i>19</i>
<i>Sanzione.....</i>	<i>20</i>
Valutazione impatto acustico.....	20
<i>Clima acustico</i>	<i>21</i>
Classificazione acustica del territorio.....	22
Interventi di mitigazione acustica.....	24
<i>Interventi alla sorgente.....</i>	<i>25</i>
<i>Schermi acustici.....</i>	<i>25</i>
<i>Interventi al ricevitore</i>	<i>26</i>
Esposizione di alcuni casi pratici.....	26
Bibliografia.....	29

Premessa

Il presente lavoro ha lo scopo di fornire una panoramica di carattere generale nell'ambito degli oneri derivati alle aziende che producono, o possono produrre, livelli di rumorosità tali da risultare inaccettabili da parte della popolazione esposta.

Nella maggior parte dei casi, infatti, le eventuali opere di mitigazioni sono realizzate unicamente a conseguenza dell'accertamento dell'organo di controllo attivato dal vicinato, oramai esasperato per il protrarsi delle condizioni di disagio causate da un determinato impianto o, più generale, dalla vicinanza di un'attività produttiva.

Per questo motivo risulta indispensabile avviare una corretta ed efficace opera di prevenzione già nella fase di progettazione di un nuovo stabilimento produttivo o nel corso della sostituzione di impianti rumorosi esistenti, al fine di contenere i costi, quelli economici ma soprattutto quelli sociali.

Tuttavia, un approccio concreto nasce, in special modo, dalla conoscenza della materia e delle norme che ad essa fanno capo; strumenti questi che permettono di lavorare costruttivamente in armonia con le amministrazioni locali e con i consulenti tecnici incaricati di redigere i piani di mitigazione. Infatti, la responsabilità va equamente distribuita fra aziende, privati, amministratori e consulenti, ai quali spetta il compito di agire in modo consapevole e responsabile nella gestione di un bene primario, il nostro benessere.

Luciano Mattevi

Cos'è il rumore

Il rumore è un fenomeno acustico a carattere oscillatorio prodotto dalla perturbazione della pressione atmosferica che si propaga attraverso un mezzo elastico (gas, liquido o solido). Tali perturbazioni possono essere generate da vibrazioni meccaniche e/o turbolenze aerodinamiche. Le oscillazioni sono caratterizzate, oltre che dalla loro ampiezza, anche dalla loro rapidità o frequenza. Solo un campo definito di ampiezze e frequenze può diventare ciò che noi comunemente sperimentiamo come suono. Possiamo pertanto affermare che una sorgente sonora è un fenomeno fisico che, attraverso le vibrazioni meccaniche o la turbolenza dell'aria, genera dell'energia acustica nel campo di frequenze e ampiezze udibili.

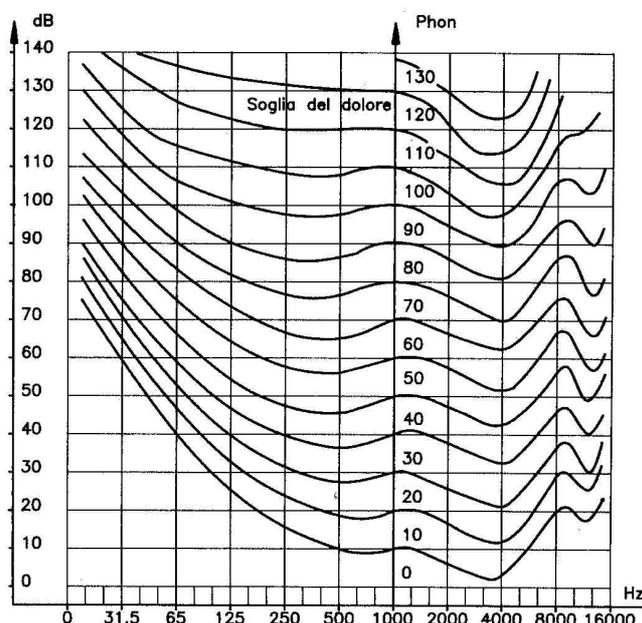
Per quantificare il tipo di risposta umana all'energia sonora, in termini di sonorità, di disturbo e di rischio, occorre misurare la pressione sonora, la quale è di per sé relativamente facile da misurare, poiché le variazioni di pressione sul timpano, che sono percepite come suono, sono le stesse variazioni che agiscono sul diaframma del microfono di un fonometro (strumento impiegato per la misura dei livelli sonori), consentendone la misura.

L'orecchio umano è un organo sensibile a variazioni di pressione sonora comprese fra i 0,000002 Pa (20 µPa) e 100 Pa, in una gamma di frequenze comprese fra 20 Hz e 20.000 Hz. Tuttavia, la sensazione uditiva in un soggetto normoudente non è legata a una variazione lineare della pressione sonora, bensì a una relazione di tipo logaritmico; per tale motivo le grandezze acustiche sono espresse in deciBel (dB). Il deciBel non è un'unità di misura, ma un'unità di relazione logaritmica. Più precisamente, il livello della pressione sonora, espresso in dB, è uguale a:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ dB}$$

dove p è la pressione acustica misurata e p_0 è la pressione di riferimento, pari a 20 µPa.

Il valore di riferimento (20 µPa), corrisponde al valore della pressione sonora minimo, percepito da un individuo normoudente alla frequenza di 1000 Hz, ossia 0 dB. Quindi, moltiplicando la pressione sonora per 10 non facciamo altro che aggiungere 20 dB al livello, per questo 200 µPa corrisponderanno a 20 dB, 2000 µPa a 40 dB, e così via.



Ciò nonostante, non è sufficiente considerare esclusivamente il livello della pressione sonora, in quanto il nostro apparato uditivo presenta una diversa sensibilità ai suoni caratterizzati da una diversa composizione in frequenza; ossia ha una sensibilità maggiore alle alte frequenze ed una minore a quelle basse. Nella tecnica fonometrica è perciò impiegato un filtro che simula tale risposta, indicato come curva di ponderazione "A".

La curva di ponderazione "A" è stata ottenuta a seguito di alcune indagini condotte su differenti gruppi di popolazione, distinti per età e sesso, che hanno portato all'individuazione delle

"proprietà medie" dell'orecchio; in particolare, la curva "A" approssima l'inverso della isofonica a 40 phon (il phon è l'unità di misura del livello di intensità soggettiva del suono). I risultati di tale sperimentazione sono riportati nella famiglia di curve isofoniche normalizzate dalla ISO 226, indicata nel grafico sovrastante.

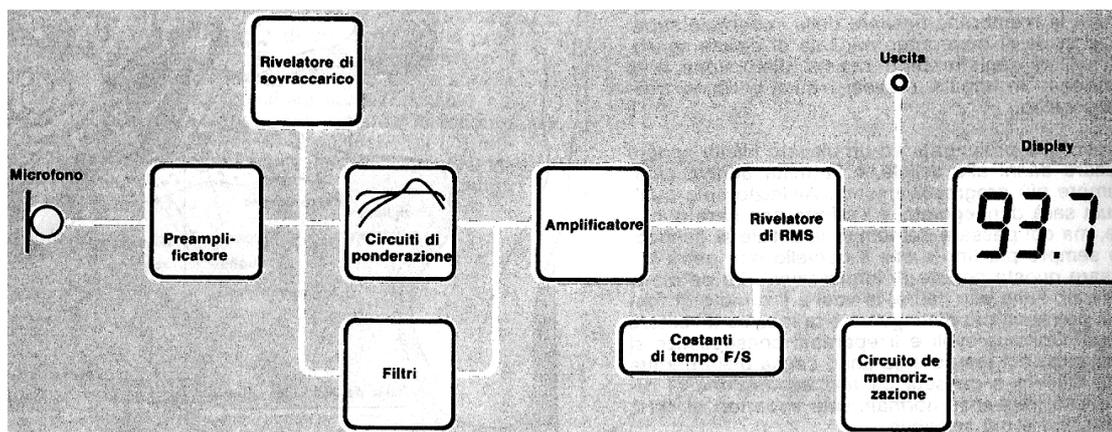
Strumenti di misura

Al fine di poter esprimere attraverso un numero ciò che noi, comunemente, sperimentiamo attraverso una sensazione (percezione uditiva) è necessario avvalersi di un *misuratore di livello sonoro*, comunemente chiamato fonometro. Tale strumento di misura è dedicato alla rilevazione della pressione sonora e all'elaborazione del segnale al fine di ottenere gli indici descrittivi tipici delle misure del rumore: livello di pressione sonora (L_p), livello equivalente di pressione sonora (L_{Aeq}), livelli percentili (L_N), ecc.. Tuttavia, è evidente che una sensazione sonora che comporta fenomeni fisiologici complessi non può essere tradotta in numeri in modo semplice. Per questo, il fonometro considera l'andamento della sensibilità dell'orecchio umano in funzione delle diverse frequenze, introducendo nei circuiti elettrici delle curve di ponderazione che approssimano le curve di uguale sensazione dell'audiogramma (ISO 226).

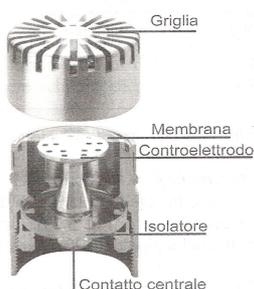
Il fonometro è quindi uno strumento per valutare l'ampiezza dei suoni e fornire dati obiettivi e riproducibili.

In commercio esistono diversi sistemi per la misura del suono, anche se, ciascuno sistema, può essere, schematicamente, ricondotto a:

- un microfono;
- un'unità di trattamento dati;
- un'unità di lettura dati;



Schema a blocchi di un fonometro

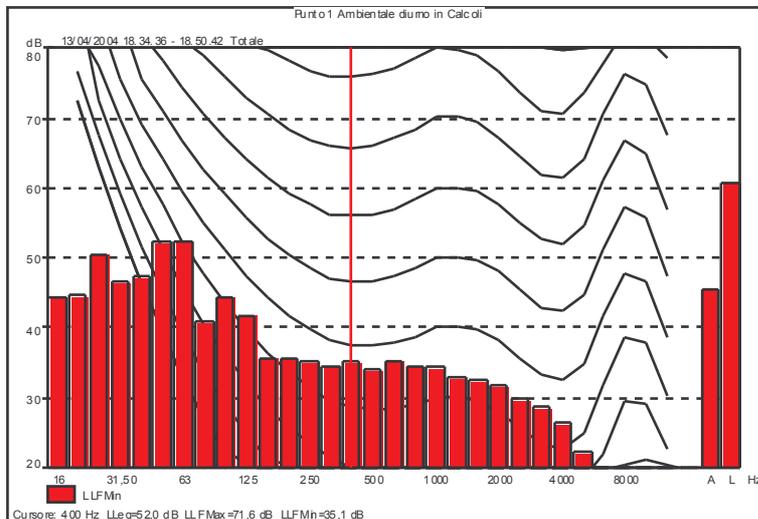


Il microfono, converte una grandezza acustica, corrispondente alla pressione sonora che agisce sulla membrana microfonica, in un segnale elettrico equivalente. Tale segnale, prima di essere analizzato, subisce un'amplificazione, mediante un preamplificatore.

Il segnale così amplificato può passare attraverso un circuito di pesatura, il quale simula le curve di uguale sensazione di un orecchio umano (vedi capitolo Cos'è il rumore), oppure passare attraverso dei filtri elettronici

che dividono un suono complesso, nella gamma di frequenza da 20 Hz a 20 kHz, in bande di ottava o 1/3 di ottava.

Una banda di frequenza di un'ottava è compresa fra due frequenze delle quali la frequenza più alta è due volte la frequenza più bassa. Per esempio: un filtro di un'ottava, con frequenza



centrale di 1.000 Hz, permette la misura di suoni compresi fra 707 e 1414 Hz.

Analogamente la larghezza di banda di un 1/3 di ottava copre una gamma dove la frequenza più alta è 1,26 volte maggiore della frequenza più bassa.

Questo processo, nel quale il segnale viene analizzato in molte bande di frequenza, prende il nome di *analisi in frequenza*, normalmente rappresentato su un grafico chiamato *spettrogramma*.

Dopo che il segnale è stato ponderato e/o diviso nelle bande di frequenza viene determinato il valore efficace (RMS) attraverso un rettificatore. Tale valore riveste un'estrema importanza nelle misure di rumore, poiché esprime la quantità di energia contenuta nel segnale sonoro. Infatti, la maggior parte dei suoni richiede la misura di un livello fluttuante. Se tale livello varia troppo velocemente, il display fornirà un'indicazione talmente rapida del dato da non consentire una lettura corretta. Per questa ragione, la normativa internazionale ha indicato due risposte caratteristiche del rilevatore, conosciute come costanti di tempo "Fast" (veloce) e "Slow" (lenta).

La "Fast" è una costante di tempo di 125 millisecondi e permette di ottenere una risposta rapida per seguire e misurare i livelli sonori che non oscillano troppo rapidamente, mentre la "Slow" è una costante di tempo pari a 1 secondo e da, quindi, una risposta lenta del segnale per smorzare le fluttuazioni rapide e rendere così possibile una lettura precisa dei livelli di rumorosità.

Il livello sonoro così elaborato passa all'unità di lettura dei decibel (dB) tramite un display, da cui l'operatore prende visione del valore misurato.

Per la misura del rumore ai fini della valutazione degli effetti, sia in campo ambientale (per valutare il disturbo) sia negli ambienti di lavoro (per valutare l'eventuale danno uditivo), è necessario considerare oltre al livello anche la durata, in modo da poter determinare l'energia ricevuta.

L'indice che descrive questa energia è il *livello sonoro continuo equivalente* (L_{Aeq}) misurato in un dato intervallo di tempo.

Il livello sonoro equivalente, è, infatti, definito come il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, misurato nel periodo di tempo T, ha il medesimo contenuto energetico, quindi lo stesso potenziale nocivo, del corrispondente suono variabile analizzato nello stesso periodo di tempo. Esso è calcolato secondo la seguente relazione:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ è la pressione sonora di riferimento.



Il calcolo del L_{Aeq} avviene direttamente dallo strumento di misura attraverso un *circuito mediatore*. Lo strumento dotato di tale opzione prende il nome di **fonometro integratore**.

I fonometri possono essere di classe 0, 1, 2 e 3 in funzione della loro precisione (classe 0, più precisi, classe 3, meno precisi). Le loro caratteristiche devono soddisfare le prescrizioni delle norme internazionali IEC (International Electrotechnical Commission) 60651 e 60804. Tuttavia, la quasi totalità degli strumenti appartiene a due sole classi:

classe 1: strumento per laboratorio e misure di precisione sul campo, con tolleranza sulla linearità in frequenza di ± 1 dB per frequenze attorno a 1 kHz e dinamica di 60 dB, con linearità di ampiezza di $\pm 0,7$ dB;

classe 2: misure sul campo di uso generale, con tolleranza dell'ordine di $\pm 1,5$ dB sulla risposta in frequenza nella gamma centrale e dinamica di 60 dB, con linearità di ampiezza di ± 1 dB.

La normativa nazionale prevede, inoltre, che per la misura del rumore, ai fini delle verifiche dei limiti di legge, sia impiegato un sistema di misura conforme alla classe 1.

L'evoluzione tecnologica applicata agli strumenti di misura del suono ha consentito di realizzare apparecchi sempre più sofisticati, in grado di visualizzare contemporaneamente diversi parametri fra cui la distribuzione, in tempo reale, della frequenza del rumore, cioè di vedere come si distribuisce lo spettro di un suono nella gamma delle frequenze udibili, passando così dai vecchi fonometri integratori, agli attuali **analizzatori di spettro real-time**.

L'errore di misura

Le misure di rumore sono soggette ai seguenti errori: *strumentale, accuratezza, indipendenza statistica*.

L'errore strumentale dipende dalla classe del fonometro (0, 1 o 2) e si distingue in *errore interfonometro* e di *precisione*. In particolare, l'errore interfonometro quantifica la differenza di valori che possiamo trovare misurando una stessa sorgente con strumenti diversi; l'errore di precisione tiene invece conto della stabilità intrinseca dello strumento, ovvero dello scostamento che si può ottenere misurando, in tempi diversi con lo stesso fonometro, la pressione sonora prodotta da una sorgente sonora costante. Per gli strumenti di *classe 1* l'errore interfonometro definito dalle norme EN 60651 e EN 60804 è quantificabile in $\pm 0,7$ dB, mentre l'errore di precisione è quantificabile in $\pm 0,3$ dB (in realtà questi errori per gli strumenti di nuova generazione sono ancora più contenuti).

L'accuratezza dipende principalmente dall'operazione di calibrazione che deve essere eseguita prima e dopo ogni rilievo ed è quindi una caratteristica del calibratore acustico più che del fonometro.

L'errore statistico, invece, è strettamente legato alla variabilità della sorgente e dipende in prima istanza dalla durata delle misure. Inoltre, quest'errore, a parità di tempo di misura, aumenta con il diminuire dei livelli sonori. Situazione tipicamente riscontrabile nelle misure da

traffico veicolare urbano (TAU), in cui la variabilità dei livelli durante la notte è sensibilmente superiore rispetto a quella riscontrabile durante il giorno.

Una misura che si possa definire statisticamente indipendente deve garantire, a parità di sorgente e di situazioni al contorno, la ripetibilità del dato (per un ulteriore approfondimento si può consultare la pubblicazione Controllo della Rumorosità da traffico veicolare pubblicata dall'A.P.P.A di Trento).

Per eliminare l'influenza dell'errore interfonometro, qualora si debba ripetere una campagna di misura, è necessario impiegare la medesima catena strumentale.

Quadro di riferimento normativo in materia di inquinamento acustico

La normativa in materia di rumore è comparsa sul panorama nazionale solo in tempi relativamente recenti. Infatti, è con l'entrata in vigore del D.P.C.M. 1° marzo 1991 recante "*Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*" che è stato disposto il primo testo organico di limitazione, in campo amministrativo, dei livelli di rumorosità per le sorgenti sonore, a tutela della popolazione esposta.

Dal 1991 ad oggi v'è stato un incessante fermento, grazie anche e soprattutto alle numerose direttive europee, che ha determinato un proliferare di decreti attuativi della norma che, tutt'oggi, rappresenta il punto di riferimento in materia di rumore, ossia la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 recante "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*". Infatti, l'orientamento generale assunto è quello che, per ogni tipologia di sorgente, è necessario operare una specifica regolamentazione, in relazione agli effetti che produce sulla popolazione esposta.

Prima di entrare nel merito della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 è bene soffermarsi sulla definizione di **inquinamento acustico**, secondo quanto indicato dall'art. 2, ossia:

"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 dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi"

Da ciò ne consegue che non è sufficiente la semplice emissione sonora per essere in presenza di "rumore", ma è necessario che la stessa sia in grado di produrre determinate conseguenze negative sull'uomo o sull'ambiente, e cioè quando interferisce negativamente nella qualità della vita.

La scienza medica è da tempo concorde nell'affermare che gli eccessi di rumore, possono provocare molteplici effetti, quali: danneggiare l'apparato uditivo, se in presenza di livelli elevati (>80 dB(A) di livello continuo equivalente), solitamente riscontrabili negli ambienti di lavoro, ma possono anche arrecare, in presenza di livelli inferiori a quelli sopra indicati, notevoli pregiudizi al sistema nervoso, all'apparato cardiovascolare, nonché a quello digerente e respiratorio (effetti extrauditivi).

La legge quadro sull'inquinamento acustico definisce e delinea le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici e/o privati che possono essere causa diretta o indiretta di inquinamento acustico.

Per disciplinare i diversi ambiti previsti dalla legge sono stati emanati numerosi decreti attuativi, i quali regolamentano i valori limite delle sorgenti sonore, le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, i limiti per il rumore aeroportuale, i limiti per il rumore ferroviario, ecc.. In particolare, i decreti attuativi e le norme emanate fino ad oggi sono le seguenti:

- Decreto 11 dicembre 1996 "*Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*";
- Decreto 31 ottobre 1997 recante "*Metodologia di misura del rumore aeroportuale*";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 recante "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*";
- D.P.R. 11 dicembre 1997 recante "*Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili*";
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 recante "*Determinazione dei requisiti acustici degli edifici*";
- Decreto 16 marzo 1998 recante "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*";
- D.P.C.M. 31 marzo 1998 recante "*Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6,7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459 recante "*Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*";
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 recante "*Nuovi interventi in campo ambientale*";
- D.P.C.M. 16 aprile 1999, n. 215 recante "*Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi*";
- Decreto 20 maggio 1999 recante "*Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico*";
- Decreto 9 novembre 1999, n. 476 recante "*Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n.496, concernente il divieto di voli notturni in vigore dal: 18-12-1999*";
- Decreto 3 dicembre 1999 recante "*Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti*";
- Decreto 29 novembre 2000 recante "*Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici e di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore*";
- Decreto 3 aprile 2001, n. 304 recante "*Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*";
- Legge 31 luglio 2002, n.179 recante "*Disposizioni in materia ambientale*";
- Decreto Ministeriale 1° aprile 2004 recante "*Linee guida per l'utilizzo di sistemi innovativi nella valutazione di impatto ambientale*";
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 recante "*Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*";

- Decreto Legislativo 17 gennaio 2005, n. 13 recante "*Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari*";
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 recante "*Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*";
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 195 recante "*Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale*".

Una delle principali novità introdotte dalla legge n. 447/95 riguarda l'introduzione di una nuova figura professionale nel campo dell'acustica ambientale, ossia del c.d. «*tecnico competente*» in acustica, definito ai sensi dell'art. 2, comma 6, e successivamente disciplinato dal D.P.C.M. 31 marzo 1998.

L'introduzione della figura del tecnico competente in acustica ha consentito di ridurre la presenza di operatori improvvisati, per far fronte all'esigenza di ottenere servizi qualificati.

I requisiti necessari per ottenere l'iscrizione all'elenco dei tecnici competenti sono stabiliti dalle Regioni (per Trento e Bolzano dalla rispettive Province), in conformità a quanto stabilito dal citato D.P.C.M..

Il tecnico competente rappresenta 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. È quindi necessario che le aziende che abbiano esigenza di avviare un'opera di intervento, magari a conseguenza di un accertamento dell'organo di controllo, si avvalgano di tale figura professionale, indispensabile per dare validità all'atto prodotto.

Per quanto riguarda, invece, i casi più ricorrenti che coinvolgono il personale che opera all'interno delle aziende, l'attenzione maggiore è da rivolgere alle disposizioni normative inerenti la valutazione dei limiti di rumorosità per sorgenti sonore fisse, quali quelle produttive, e delle relative tecniche di misurazione. Resta salvo che l'espletamento delle eventuali verifiche spetta al tecnico competente in acustica, il quale oltre a valutare la situazione in essere, attraverso idonee misure in campo, dovrà indicare gli eventuali interventi di mitigazioni necessari per contenere le immissioni sonore entro i limiti di legge.

Ciò considerato, i riferimenti normativi cui porre particolare attenzione sono:

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 recante "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- Decreto 11 dicembre 1996 recante "*Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 recante "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*";
- Decreto 16 marzo 1998 recante "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*";

Legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447

La legge quadro individua le competenze dello stato, delle regioni, delle provincie e le funzioni e i compiti dei comuni. A questi ultimi spetta l'onere di procedere alla *classificazione del territorio comunale*, di cui verrà trattato più dettagliatamente in un successivo capitolo, ossia

nel provvedere all'assegnazione, per ciascuna porzione omogenea di territorio, dei valori massimi di rumorosità sulla base della prevalente ed effettiva destinazione d'uso del territorio stesso.

Nel caso in cui, a seguito dell'approvazione della classificazione acustica comunale, siano emerse delle situazioni critiche, vengono istituiti adeguati *piani di risanamento*, previsti dall'articolo 7, i quali, in genere, possono essere identificati con un insieme di provvedimenti in grado di conseguire gli obiettivi definiti dalla classificazione acustica del territorio.

Il piano di risanamento acustico è contraddistinto da provvedimenti di varia natura e, in particolare:

- amministrativi (proposte ed indirizzi in sede di attività pianificatoria);
- normativi e regolamentari (ad esempio: Norme tecniche attuative dei P.R.G., Regolamento d'igiene, Regolamento edilizio e di Polizia Municipale);
- opere di mitigazione.

Tale piano deve essere redatto da un tecnico competente in acustica.

Il comune dispone, inoltre, l'*autorizzazione in deroga ai limiti di rumorosità* per le c.d. attività temporanee, ossia attività che, per loro stessa natura, sono potenzialmente in grado di superare i limiti consentiti ma che si esauriscono in un arco temporale limitato, quali ad esempio: cantieri edili, manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico, opere di giardinaggio, taglio della legna ecc.. Ad esse possono essere fissate adeguate limitazioni, sia di carattere temporale (fasce orarie), sia di carattere tecnico (uso di apparecchiature silenziate).

Nell'ambito delle procedure di valutazione di impatto ambientale, ovvero su richiesta dei comuni, l'articolo 8 prevede l'obbligo, per i soggetti titolari dei progetti, di presentare la documentazione di **impatto acustico** per le domande per il rilascio di 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 all'utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché nelle domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive.

La documentazione di impatto acustico è un elaborato capace di fornire, in modo chiaro e inequivocabile, tutti gli elementi necessari per una previsione degli effetti acustici che possono derivare dalla realizzazione dell'opera progettata.

Inoltre, l'articolo 9 della legge prevede che le autorità preposte alla tutela della salute pubblica (Sindaco, Presidente della Provincia, Presidente della Giunta regionale, Prefetto e Ministro dell'Ambiente), qualora sia richiesto da eccezionali ed urgenti necessità, con provvedimento motivato possono ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o abbattimento delle emissioni sonore e possono ordinare l'inibitoria parziale o totale di determinate attività. Chi non ottempera alle direttive di tali autorità, oltre ad essere punibile ai sensi dell'articolo 650 c.p., è soggetto alla sanzione amministrativa del pagamento di una somma da Euro 1.033 a Euro 10.329.

Infine, l'articolo 10, commi 2 e 3, definisce le sanzioni amministrative prevedendone due tipi. La prima, si applica a chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di una sorgente sonora fissa o mobile, supera i valori limite di emissione o di immissione e prevede il pagamento di una somma da Euro 516 a Euro 5.165. La seconda, si applica nel caso di violazioni dei regolamenti di esecuzione relativi alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo ed aereo, e delle disposizioni dettate in applicazione della legge quadro dallo Stato, dalle regioni, dalle province e dai comuni, e prevede il pagamento di una somma da Euro 258 a Euro 10.329.

Decreto 11 dicembre 1996

Il decreto disciplina il rumore prodotto dagli *impianti a ciclo produttivo continuo*. Secondo il decreto sono tali gli impianti di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni agli stessi, o pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto, o quelli il cui esercizio continuo è necessario per garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale, ma anche quell'impianto il cui esercizio è regolato da contratti nazionali collettivi di lavoro o norma di legge, sulle 24 ore per cicli settimanali.

L'articolo 3 differenzia gli obblighi per gli impianti a ciclo produttivo nelle seguenti due fattispecie:

- gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti, prima dell'entrata in vigore del decreto, **sono soggetti al rispetto del criterio differenziale solo quando non sono rispettati i valori assoluti di immissione** (riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, misurati in prossimità dei ricettori);
- gli impianti a ciclo produttivo continuo realizzati dopo l'entrata in vigore del decreto **sono, invece, soggetti da subito al rispetto del criterio differenziale**, tale condizione è necessaria per il rilascio della relativa autorizzazione;

Inoltre, l'articolo 4 stabilisce, per gli impianti esistenti che non rispettano i limiti di immissione, la possibilità di presentare un piano di risanamento acustico aziendale finalizzato anche al rispetto dei valori limite differenziali, il quale deve contenere:

- la tipologia e l'entità del rumore presenti;
- le modalità ed i tempi di risanamento;
- la stima degli oneri finanziari necessari.

A decorrere dalla data di presentazione del piano di risanamento, il tempo per la relativa realizzazione è fissato in:

- due anni per gli impianti soggetti alle disposizioni del menzionato decreto;
- quattro anni per gli impianti che abbiano già avviato un piano di risanamento acustico ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 1° marzo 1991.

Diversamente, le imprese che non presentano il piano di risanamento devono adeguarsi ai limiti fissati dalla suddivisione in classi del territorio comunale entro sei mesi dalla data di approvazione della classificazione acustica del territorio.

Mentre, per gli impianti a ciclo produttivo continuo che rispettano i limiti di zona fissati dalla classificazione acustica e non superano i valori assoluti di immissione è previsto l'obbligo di trasmettere al competente ufficio comunale un'apposita certificazione, redatta con le modalità e per gli effetti della legge 4 gennaio 1968, n° 15 "*Norme sulla documentazione amministrativa e sulla legalizzazione e autenticazione delle firme*".

Uno dei dubbi interpretativi di questo decreto è relativo alla definizione di impianto a ciclo produttivo continuo contenuta nell'articolo 2. La definizione, infatti, è solo apparentemente esaustiva, poiché non è chiaro se il termine "impianto" si debba riferire all'intero processo produttivo o solo a quelle parti che necessitano di un funzionamento continuo.

D.P.C.M. 14 novembre 1997

Rappresenta la norma di riferimento in materia di limiti di rumorosità per le sorgenti sonore fisse, sia in relazione ai valori *limiti assoluti*, riferiti all'ambiente esterno, sia a quelli *differenziali*, riferiti all'ambiente abitativo interno.

Limiti assoluti

I valori assoluti indicano il valore limite di rumorosità per l'ambiente esterno, in relazione a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale, e sono verificati attraverso la misura del livello continuo equivalente di pressione sonora (L_{Aeq}) nel periodo di riferimento (diurno e/o notturno). I limiti assoluti sono distinti in: *emissione*, *immissione*, *attenzione* e *qualità*.

Per la rumorosità prodotta dalle aziende produttive i valori di riferimento sono esclusivamente quelli di emissione e quelli di immissione.

I limiti assoluti si applicano alle **sorgenti sonore fisse**, ossia agli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; alle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; alle aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; ai depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; alle aree adibite ad attività sportive e ricreative.

Valore di emissione

Il valore di emissione è riferito al livello di rumorosità prodotto dalla specifica sorgente disturbante, ossia dalla sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico. Tale valore è misurato in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità. Infatti, la normativa in materia di inquinamento acustico rappresenta una norma di tutela del disturbato e, pertanto, le verifiche circa il rispetto dei valori limite indicati dalla norma sono effettuate nei pressi dei ricettori esposti (abitazioni). In altre parole, le sorgenti sonore devono rispettare i limiti previsti per le zone limitrofe nelle quali l'attività dispiega i propri effetti. Ad esempio, un'attività inserita in zona industriale che confina con alcuni edifici dovrà rispettare i limiti di emissione propri delle aree vicine, ove sono ubicati gli edifici, nonché i limiti differenziali di immissione di seguito descritti.

Valore di immissione

Il valore di immissione è riferito al rumore immesso nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti presenti in un determinato luogo. Anche in questo caso il valore deve essere misurato in prossimità dei ricettori. L'insieme delle sorgenti sonore deve rispettare i limiti di immissione previsti dalla classificazione acustica del territorio, per le aree ove sono ubicati i ricettori.

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto, è bene precisare che queste sorgenti sono soggette al rispetto dei limiti di immissione solo al di fuori delle rispettive fasce di pertinenza, stabilite dai specifici decreti attuativi.

Valore di attenzione

Il valore di attenzione segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.

I valori di attenzione sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al *tempo a lungo termine* (T_L), il quale rappresenta il tempo all'interno del quale si vuole caratterizzare la rumorosità ambientale del territorio.

Questi valori limite, quando sono relativi all'intero tempo di riferimento (diurno o notturno), coincidono con quelli di immissione. Diversamente, quando sono riferiti ad un intervallo temporale di un'ora, i valori di attenzione si ottengono sommando ai valori di immissione 10 dB per il periodo diurno e 5 dB per quello notturno.

Il superamento di detto valore obbliga l'amministrazione comunale ad adottare i piani di risanamento acustico. Per le aree esclusivamente industriali i piani di risanamento devono essere adottati solo nel caso in cui si incorra nel superamento dei valori di immissione.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

Valore di qualità

Il valore di qualità rappresenta un obiettivo da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo attraverso l'impiego delle nuove tecnologie o delle metodiche di risanamento disponibili al fine di realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge quadro.

Di seguito per facilitare la comprensione dei concetti esposti nei precedenti paragrafi si riporta una tabella riassuntiva dei diversi limiti assoluti.

Limiti assoluti	Definizione	Azioni previste
Valore di emissione	Valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente .	Superare il limite comporta l'applicazione di una sanzione amministrativa e l'adozione di un piano di risanamento aziendale.
Valore di immissione	Valore massimo di rumore che può essere immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti sonore.	Superare il limite comporta l'applicazione di una sanzione amministrativa e l'adozione di un piano di risanamento aziendale.
Valori di attenzione	Rappresentano il limite oltre il quale scatta l'obbligo di per l'adozione dei piani di risanamento comunali.	Obbligo di predisporre il piano comunale di risanamento acustico.
Valori di qualità	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.	Interventi programmati dall'amministrazione nel breve, medio e lungo periodo.

Limiti differenziali

I valori *limiti differenziali di immissione*, misurati all'interno degli ambienti abitativi, prevedono che l'incremento al rumore residuo, apportato da una specifica sorgente di rumore, non può superare il limite di **5 dB(A)** per il periodo diurno (dalle ore 6 alle ore 22) e di **3 dB(A)** per quello notturno. Il valore differenziale è, quindi, ottenuto eseguendo la differenza tra il livello equivalente di rumore *ambientale* e quello *residuo*.

Il **livello di rumore ambientale** (L_A) è il 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 rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da

quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

Il **livello di rumore residuo** (L_R) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte, il microfono deve essere posizionato a 1 metro dalla finestra; in presenza di onde stazionarie, il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente. Nella misura a finestre chiuse, il microfono deve essere posto nel punto in cui si rileva il maggiore livello della pressione acustica.

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 è inferiore a **50 dB(A)** durante il periodo diurno e **40 dB(A)** in quello notturno;
- se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a **35 dB(A)** durante il periodo diurno e **25 dB(A)** durante quello notturno.

Detti limiti, inoltre, **non si applicano all'interno delle aree classificate dalla zonizzazione acustica in aree esclusivamente industriali**, nonché per la rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali, da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Il valore limite differenziale presenta, tuttavia, l'inconveniente di riservare una maggiore tutela alle zone più tranquille rispetto a quelle più rumorose, giacché, in queste ultime, il rumore residuo è più elevato, per la presenza di vie di traffico e altre sorgenti sonore tipiche delle zone urbanizzate. È questa una delle ragioni per cui il legislatore ha introdotto l'obbligo di rispettare anche i limiti assoluti.

Decreto 16 marzo 1998

Con l'emanazione di questo decreto vengono definite le specifiche tecniche della strumentazione di misura e le procedure da seguire nel rilevamento del rumore. I criteri e le modalità d'esecuzione delle misure, per quanto riguarda l'ambiente interno ed esterno, sono indicati nell'allegato B del decreto, mentre quelli relativi alle modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono, invece, indicate nell'allegato C.

Misure in estemo

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 metro dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato all'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 metro dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore.

Misure all'interno degli ambienti abitativi

Il microfono deve essere posizionato a 1,5 metri dal pavimento e ad almeno 1 metro da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte, il microfono deve essere posizionato a 1 metro dalla finestra.

Fattori correttivi

Il giudizio che un soggetto normoudente esprime del rumore è dipendente da alcuni fattori che possono, a parità di livello, far risultare la percezione sonora più o meno gravosa. In particolare, è noto che un tono puro, ossia un rumore generato da una sola frequenza, è maggiormente disturbante di un rumore generato da più frequenze equamente distribuite. Analogamente, un rumore di breve durata è meno disturbante di uno che si protrae per lungo tempo. A tal fine, il decreto 16 marzo 1998 individua una serie di correzioni legate alla presenza di fattori più o meno aggravanti nel rumore, quali:

- componenti impulsive (K_I)
- componenti tonali (K_T)
- componenti in bassa frequenza (K_B)
- presenza di rumore a tempo parziale

Componenti impulsive (K_I)

Un evento impulsivo è tipicamente associato al manifestarsi di "colpi" generati, ad esempio, da armi da fuoco (poligoni di tiro), lavori di carpenteria, demolizioni, ecc.

Il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:

- l'evento è ripetitivo;
- la differenza tra il livello massimo misurato con costante di tempo "Impuls" (L_{AImax}) e il livello massimo misurato con costante di tempo "Slow" (L_{ASmax}) è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore L_{AFmax} è inferiore a 1 secondo.

L'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno.

Qualora sia rilevata la presenza di K_I il livello di rumore ambientale deve essere aumentato di 3 dB.

Componenti tonali (K_T)

Le componenti tonali sono tipicamente generate da impianti o macchinari che hanno parti meccaniche in movimento a velocità costante, quali motori elettrici, motori termodinamici, compressori, pompe ecc. impiegati nelle ventole di raffreddamento, condizionatori d'aria, generatori di corrente, e altro.

Al fine di individuare la presenza di componenti tonali (K_T) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz. Si considerano esclusivamente le K_T aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza.

Se si utilizzano filtri sequenziali si determina il minimo di ciascuna banda con costante di tempo "Fast". Invece, se vengono utilizzati filtri paralleli (analizzatori di spettro), il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda.

Per evidenziare le K_T che si trovano alla frequenza di incrocio di due filtri ad $1/3$ di ottava, possono essere usati filtri con maggiore potere selettivo o frequenze di incrocio alternative (FFT - *Fast Fourier Transform*).

Si è in presenza di una K_T se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB e se la K_T tocca un'isofonica (norma ISO 226:1987) eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro. In tal caso, **il livello di rumore ambientale deve essere aumentato di 3 dB.**

Componenti in bassafrequenza (K_B)

Esclusivamente nel tempo di riferimento notturno (22-06), se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al paragrafo precedente, rivela la presenza di K_T nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, **il livello di rumore ambientale deve essere aumentato di ulteriori 3 dB.**

Rumore a tempo parziale

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno (06-22), si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora.

Qualora il tempo parziale sia compreso in un'ora il valore del rumore ambientale deve essere diminuito di 3 dB(A), mentre se inferiore a 15 minuti deve essere diminuito di 5 dB(A).

Organi amministrativi di controllo e regime sanzionatorio

La competenza della vigilanza sull'applicazione delle norme in materia di inquinamento acustico spetta alle ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) e, qualora previsto, al personale incaricato dai Comuni.

Specificatamente, il personale abilitato allo svolgimento dell'attività di controllo è il personale provinciale delle ARPA con funzioni ispettive, il personale incaricato dai Comuni, in particolare la Polizia Municipale, oltreché gli organi previsti dalle norme statali, segnatamente il Comando Carabinieri, la Guardia di Finanza e gli organi di Polizia Giudiziaria.

Affianco all'individuazione di competenza generiche sulla vigilanza e controllo delle norme in materia di inquinamento acustico, si affiancano delle competenze specifiche che, nella fattispecie interessano le verifiche fonometriche, le quali sono esperite dal personale delle ARPA.

Ove dai controlli sia rilevata la violazione dei limiti di rumorosità, scatta a carico del trasgressore il procedimento amministrativo teso all'irrogazione della *sanzione amministrativa* e all'emanazione della *diffida*, attraverso la quale viene imposto l'adeguamento alle prescrizioni normative entro un congruo termine. Generalmente, i due provvedimenti sono notificati nel medesimo atto.

Le verifiche fonometriche sono attivate per mezzo di segnalazione scritta e, nei casi previsti, telefonica da parte del/i soggetto/i disturbato/i.

La verifica delle immissioni sonore è svolta, così come sostenuto dalla recente giurisprudenza, senza preavviso della controparte, allo scopo di evitare che siano apportate modifiche agli impianti o alle attività tali da pregiudicare l'esito delle rilevazioni (Tribunale Amministrativo Regionale Trentino-Alto Adige - Sede di Trento, 10 luglio 2003 - sentenza n. 262; Consiglio di Stato, Sez. V, del 5 marzo 2003, Sentenza n. 1224).

Allor quando sia stato accertato il superamento dei limiti di rumorosità stabiliti dalla vigente normativa, il rapporto redatto dall'organo accertatore costituisce la base per l'avvio del procedimento amministrativo.

Ciò premesso, qualora non diversamente stabilito dall'Amministrazione, entro 30 (trenta) giorni dalla data di ricevimento della comunicazione da parte dell'organo accertatore (ARPA o organo preposto al controllo), l'Amministrazione competente, comunica al trasgressore e al/ai soggetto/i direttamente interessato/i (quale l'esponente), con provvedimento motivato, ossia con i riferimenti normativi e le ragioni che hanno determinato l'atto, l'*avviso di avvio di procedimento*, avuto riguardo a quanto recentemente disposto dal D.Leg. 30 giugno 2003, n. 196 recante "*Codice in materia di protezione dei dati personali*".

In particolare, nella comunicazione devono essere indicati:

- a) l'amministrazione competente;
- b) l'oggetto del procedimento promosso;
- c) la struttura amministrativa competente per il procedimento in via principale e la persona responsabile del procedimento;
- d) l'ufficio in cui si può prendere visione degli atti;
- e) il termine entro il quale possono essere presentate eventuali osservazioni o memorie difensive;
- f) le successive fasi del procedimento (sanzione e diffida)

La norma in materia di procedimento amministrativo prevede, inoltre, sia individuata la persona cui fa capo l'istruttoria del procedimento amministrativo, ovvero il *responsabile del procedimento*, al quale compete:

- a) la valutazione delle condizioni di ammissibilità, dei requisiti di legittimazione e dei presupposti che siano rilevanti per l'emanazione del provvedimento;
- b) l'accertamento d'ufficio dei fatti, disponendo il compimento degli atti all'uopo necessari e l'adozione di ogni misura per l'adeguato e sollecito svolgimento dell'istruttoria. In particolare, può chiedere il rilascio di dichiarazioni o la rettifica di dichiarazioni ovvero di istanze erronee o incomplete e può esperire accertamenti tecnici ed ispezioni ed ordinare esibizioni documentali;
- c) la comunicazione, la pubblicazione e le notificazioni previste dalla legge e dai regolamenti;
- d) la valutazione e la proposta del provvedimento che trasmette all'organo competente per l'adozione, ovvero, qualora ne abbia la competenza, l'adozione dello stesso;
- e) l'azione di supervisione delle fasi del procedimento che non rientrano nella sua diretta competenza e l'eventuale sollecito dell'azione amministrativa, al fine di assicurarne il corretto svolgimento.

Attraverso la comunicazione di avvio del procedimento è garantito al trasgressore, ovvero al soggetto nei confronti del quale il provvedimento finale è destinato a produrre effetti, la partecipazione al procedimento amministrativo previsto dall'art. 7 della Legge n. 241/90, in altri

termini definito "*diritto alla difesa*", allo scopo di verificare e, se del caso, contestare la veridicità e l'esattezza degli accertamenti compiuti.

La comunicazione di avviso di avvio di procedimento indica il termine (di norma 30 giorni) entro il quale il trasgressore può presentare eventuali osservazioni.

Nel caso non siano pervenute osservazioni o qualora le stesse non risultino pertinenti al caso, nei confronti del trasgressore viene irrogata la sanzione amministrativa e, il medesimo, viene diffidato ad adeguarsi alle prescrizioni normative entro un congruo termine.

Di seguito saranno argomentati gli aspetti inerenti la diffida, mentre saranno trattate in un secondo tempo le procedure previste per l'applicazione della sanzione amministrativa.

Diffida

Attraverso il provvedimento di diffida inizia l'effettivo procedimento amministrativo, un'azione rivolta principalmente a contenere i livelli sonori entro valori accettabili.

Come per ogni procedimento amministrativo, anche l'atto di diffida dovrà indicare la struttura amministrativa competente, nonché il termine entro cui è possibile ricorrere.

In merito ai tempi di adeguamento alle prescrizioni normative, è opportuno fare una distinzione fra "*interventi di piccola entità*" (ad es. sostituzione di una ventola di aspirazione, isolamento acustico di una parete, ecc.), per i quali può essere definito da subito un tempo di adeguamento ritenuto necessario all'esecuzione dell'intervento (non più di 30-60 giorni asseconda dell'intervento), da "*interventi di mitigazione sostanziali*" che, per questo motivo, necessitano di apposita domanda di autorizzazione o concessione edilizia, quali opere murarie, aumenti di volume, ecc.. In tal caso, la diffida dovrà prevedere la presentazione di un piano di bonifica acustica, redatto da un tecnico competente in acustica, nel quale devono essere riportati almeno i seguenti elementi.

- a) indicazione della posizione delle sorgenti sonore connesse con l'attività, mediante l'utilizzo di una o più planimetrie orientate ed in scala opportuna;
- b) individuazione e caratterizzazione delle apparecchiature che danno luogo a immissioni di rumore nell'ambiente esterno, allegando i risultati di eventuali rilevamenti fonometrici effettuati;
- c) indicazione delle modalità tecniche che saranno utilizzate per l'adeguamento ai limiti di accettabilità, nonché il tempo richiesto per la loro esecuzione.

Sulla scorta dei contenuti tecnici della documentazione presentata, sarà compito dell'Amministrazione fissare i termini e le modalità entro i quali il trasgressore dovrà adeguarsi ai limiti previsti dalla vigente normativa.

Sia per interventi di piccola entità che per interventi di mitigazione sostanziali, il provvedimento di diffida dovrà prevedere che, al termine della realizzazione degli interventi di bonifica acustica, il trasgressore produca un'analisi fonometrica, eseguita nelle stesse condizioni operate dall'organo accertatore, redatta da un «tecnico competente in acustica», attraverso la quale attestare la conformità degli interventi di mitigazione eseguiti. Tale verifica, oltretutto dimostrare l'osservanza alle prescrizioni contenute nella diffida, potrà fornire un'importante indicazione circa la reale efficacia degli interventi eseguiti. La verifica del solo potere fonoisolante, per mezzo di metodi empirici o ricavato da certificati di laboratorio dei materiali impiegati, offre, infatti, un margine di errore decisamente elevato, a seconda della messa in opera, e quindi non rassicura circa l'efficacia delle opere di mitigazione eseguite.

Inoltre, la richiesta di verifica fonometrica è da intendersi come *atto di attestazione di conformità* dei livelli sonori ai limiti prescritti dalla vigente normativa, in relazione alla quale, l'amministrazione potrà disporre la chiusura del procedimento avviato, così come sostenuto in una recente sentenza del T.A.R. Abruzzo, Pescara 24 luglio 2003, n. 665. Nel contempo, lo stesso trasgressore avrà modo di sollevarsi da eventuali responsabilità derivate da un nuovo accertamento o, qualora gli interventi non risultino risolutivi, potrà richiedere al Comune una proroga dei termini fissati per l'adeguamento, entro la cui scadenza verranno ripetute le misurazioni.

Contro il provvedimento di diffida è ammesso ricorso al T.A.R.G. nel termine di 30 (trenta) giorni dalla notifica o dalla comunicazione in via amministrativa dell'atto impugnato e, comunque, da quando l'interessato ne abbia avuto piena conoscenza.

L'inosservanza della diffida comporta l'applicazione della sanzione amministrativa prevista dall'art. 10, comma 3 della Legge n. 447/95, nonché la segnalazione all'Autorità Giudiziaria per la violazione dell'art. 650 c.p. (*inosservanza dei provvedimenti dell'Autorità*).

Fatto salvo quanto sopra esposto, in alcuni specifici e, fortunatamente, rari casi, ovvero quanto l'accertamento fonometrico evidenzia delle situazioni a rischio per la salute pubblica o per l'ambiente, il Sindaco, ai sensi dell'art. 9, comma 1 della L. 447/95, con provvedimento motivato, può ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria parziale o totale di determinate attività. Chiunque non ottempera a tale provvedimento, è soggetto alla sanzione amministrativa prevista dall'art. 10, comma 1 della menzionata legge quadro, oltreché a quanto previsto dall'articolo 650 c.p..

Sanzione

La sanzione amministrativa è la pena che la legge prevede per l'illecito amministrativo; essa riveste per il trasgressore la natura di punizione per la realizzazione di una condotta vietata dalla norma o per l'omissione di un comportamento doveroso.

La normativa in materia di inquinamento acustico prevede un regime sanzionatorio ristretto ai soli primi 3 commi dell'art. 10 della Legge n. 447/95 che riguardano nell'ordine:

- comma 1: l'inottemperanza a provvedimenti contingibili e urgenti (sospensione dell'attività o fermo degli impianti);
- comma 2: il superamento dei limiti di rumorosità (D.P.C.M. 14/11/97 recante "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*");
- comma 3: la violazione delle disposizioni dettate da leggi statali, provinciali e dai comuni (Decreti attuativi legge n. 447/95, norme provinciali e regolamenti comunali in materia di tutela dall'inquinamento acustico - provvedimenti sindacali).

Valutazione impatto acustico

Il D.P.C.M. 1° marzo 1991 prima e la Legge n. 447/95 poi hanno previsto che la domanda di concessione edilizia o, per meglio dire, l'autorizzazione ad edificare, per i nuovi impianti e/o per la modifica e l'ampliamento di quelli esistenti, debba contenere un'adeguata *documentazione di previsione d'impatto acustico*. Tale documentazione deve essere redatta da un «tecnico competente» in acustica, ai sensi dell'art. 2, comma 6 della Legge n. 447/95. A tal fine, sono

stati istituiti degli appositi elenchi regionali nei quali sono inseriti i nominativi dei soggetti che, avendo fatto domanda, rispondono ai requisiti di legge.

Per quanto riguarda la Regione Trentino Alto-Adige, sono presenti due elenchi, uno per la Provincia autonoma di Trento e uno per quella di Bolzano.

La valutazione di impatto acustico è rivolta principalmente a tutelare la popolazione esposta alla rumorosità dell'attività, imponendo preventivamente gli accorgimenti tecnici eventualmente necessari per ridurre le emissioni sonore entro i limiti di legge; soluzione che, nella maggior parte dei casi, consente di ridurre significativamente i costi richiesti per la mitigazione nella fase di post-intervento.

Detta valutazione deve indicare, per mezzo di appositi algoritmi di calcolo, i valori di rumorosità in relazione ai limiti assoluti, stabiliti dalla classificazione acustica del Comune, o ai limiti di accettabilità, ai sensi dell'art. 6 del d.P.C.M. 1° marzo 1991 - nel caso in cui il Comune non abbia ancora provveduto alla redazione della zonizzazione acustica -, oltre che ai valori limite differenziali di immissione, ai sensi dell'art. 4 del d.P.C.M. 14 novembre 1997.

Qualora si evidenziassero talune situazioni critiche, dovranno essere specificati i tempi e le modalità previsti per l'adeguamento, meglio se accompagnati da misurazioni fonometriche in campo.

Per quanto riguarda i sistemi di mitigazione e gli interventi di bonifica acustica previsti nell'eventuale piano di risanamento, sarà necessario fornire le seguenti informazioni:

- motivazioni tecniche, riferite in particolare alle sorgenti sonore che causano il superamento dei limiti, che hanno portato all'individuazione degli interventi e delle modalità di adeguamento prescelte;
- descrizione tecnica dei singoli interventi di bonifica, fornendo ogni informazione utile a specificare le caratteristiche acustiche e ad individuare le proprietà di riduzione dei livelli sonori. Inoltre, deve essere stimata la riduzione dei livelli sonori presso i recettori per i quali l'intervento di bonifica è stato progettato;
- indicazione del termine entro il quale il titolare o legale rappresentante dell'attività si impegna ad attuare i singoli interventi di risanamento acustico.

Clima acustico

Nel caso in cui la nuova edificazione interessi edifici e strutture "sensibili" è necessario valutare preventivamente se l'area nella quale saranno realizzati tali insediamenti sia in grado di garantire un'adeguata fruibilità degli stessi.

Al riguardo, l'art. 8, comma 3 della Legge n. 447/95 prevede l'obbligo di redigere una valutazione previsionale del *clima acustico* delle aree interessate alla realizzazione delle seguenti tipologie di strutture:

- scuole e asili nido;
- ospedali;
- case di cura e di riposo;
- parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- nuovi insediamenti residenziali prossimi a: aeroporti, aviosuperfici, eliporti, autostrade, strade extraurbane principali, strade extraurbane secondarie, strade urbane di scorrimento, strade urbane di quartiere, 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.

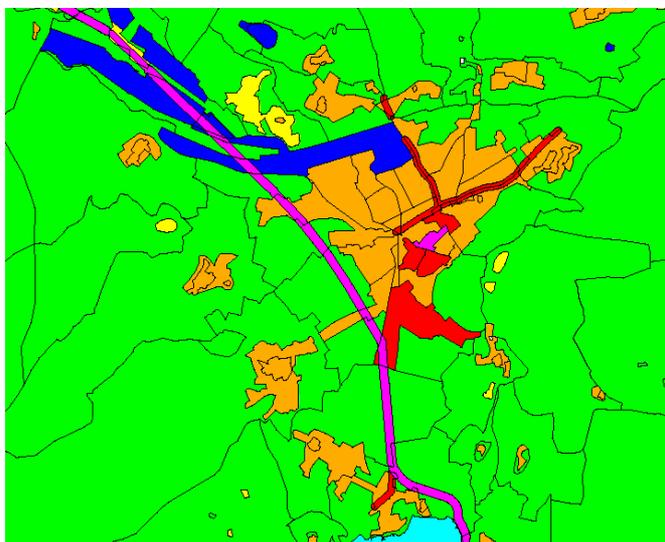
La valutazione previsionale del clima acustico, redatta da un tecnico competente in acustica, dovrà evidenziare se l'edificio o la struttura per le quali è richiesta la documentazione risulteranno esposti a livelli di rumore accettabili rispetto ai limiti vigenti.

A tal fine, dovrà essere descritta, tramite misure in sito o per mezzo di idonei modelli di calcolo previsionale, i livelli di rumore ambientale, da riferire ai valori assoluti di immissione, e del loro andamento nel tempo. Tali livelli sonori dovranno essere valutati nelle posizioni significative del perimetro esterno che delimita l'edificio o l'area interessata al nuovo insediamento o, preferibilmente, in corrispondenza alle posizioni spaziali dove sono previsti i recettori sensibili.

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. Qualora ciò non sia possibile, si dovrà intervenire con un'attenta disposizione dei locali interni agli edifici oltre che un'adeguata valutazione dei requisiti acustici di fonoisolamento.

Tuttavia, la normativa vigente non individua uno specifico metodo per la determinazione del clima acustico, per questo pare utile richiamare la recente norma UNI 1143 recante "*Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti*", la quale potrà rappresentare un utile riferimento nella predisposizione di un così importante strumento di prevenzione.

Classificazione acustica del territorio



Il D.P.C.M. 1° marzo 1991 stabiliva l'obbligo da parte dei Comuni di adottare la classificazione acustica del territorio. Tale operazione, generalmente denominata "zonizzazione acustica", consiste nell'assegnare, a ciascuna porzione omogenea di territorio, una delle sei classi individuate dal decreto, sulla base della prevalente ed effettiva destinazione d'uso del territorio stesso. Il successivo disposto di cui all'art. 6 della legge n. 447/95 recante "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*", ribadisce l'obbligo della zonizzazione comunale per quelle amministrazioni inadempienti.

La zonizzazione acustica è un atto tecnico-politico di governo del territorio, in quanto ne disciplina l'uso e vincola le modalità di sviluppo delle attività. L'obiettivo è quello di prevenire il deterioramento di zone non inquinate e di fornire un indispensabile strumento di pianificazione, di prevenzione e di risanamento dello sviluppo urbanistico, commerciale, artigianale e industriale.

Per questo motivo, la zonizzazione acustica non può prescindere dal Piano Regolatore Generale, il quale costituisce il principale strumento di pianificazione del territorio. È pertanto fondamentale che venga coordinata con il PRG, anche come sua parte integrante e qualificante,

e con gli altri strumenti di pianificazione di cui i Comuni devono dotarsi (quale il Piano Urbano del Traffico - PUT).

Le novità introdotte dalla Legge quadro porteranno la zonizzazione a incidere sul territorio in maniera più efficace rispetto a quanto operato dal D.P.C.M. 1° marzo 1991. Infatti, nel realizzare la classificazione in zone del territorio, si dovrà tenere conto, oltre che dei valori di qualità e di quelli di attenzione, superati i quali occorre avviare un Piano di Risanamento Comunale, dei limiti massimi di immissione ed emissione, che rappresentano il principale vincolo per le singole aziende produttive.

L'individuazione delle diverse classi deve tenere conto della descrizione operata dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 recante "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*", secondo la tabella di seguito riportata.

Classe	Descrizione
I Aree particolarmente protette	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.
II Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	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
III Aree di tipo misto	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.
IV Aree di intensa attività umana	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.
V Aree prevalentemente industriali	aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI Aree esclusivamente industriali	aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

I valori numerici associati alle sei zone sono riportati nella seguente tabella.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite di emissione		Limite di immissione	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35	50	40
II aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45
III aree di tipo misto	55	45	60	50
IV aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Dalla tabella si osserva che i valori limite di immissione corrispondono, per ogni area, a quelli di emissione incrementati di 5 dB. Analogamente, i valori di qualità, definiti dalla tabella D del

decreto, sono ottenuti sommando 2 dB ai rispettivi valori di emissione, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali i cui valori coincidono con quelli di immissione.

Per la verifica dei livelli di rumorosità prodotti dalle sorgenti fisse, è necessario il rispetto del doppio vincolo, ossia dei valori limite riferiti alla singola sorgente (limite di emissione) e dei valori limite dell'insieme di tutte le sorgenti presenti in un dato luogo (limiti assoluti di immissione).

Nel caso in cui le verifiche dei livelli di rumore evidenziassero il mancato rispetto dei limiti fissati, l'azienda responsabile del superamento ha l'obbligo di predisporre e adottare un Piano di Risanamento Acustico.

Interventi di mitigazione acustica

L'individuazione di idonee opere di contenimento delle immissioni sonore richiede una spiccata conoscenza teorica, oltre che una consolidata esperienza maturata in campo. Entrare nel dettaglio di tali argomenti, senza la necessaria preparazione, rischierebbe di far risultare la trattazione del presente lavoro poco comprensiva.

In ogni caso, è necessario considerare che, prima di avviare opere di mitigazione costose e di dubbia efficacia, è bene affidarsi a consulenti esperti e, comunque, iscritti negli appositi elenchi regionali dei tecnici competenti.

Ciò premesso, pare opportuno fornire alcuni utili consigli, attraverso i quali disporre di una, seppur minima, cognizione della problematica, allo scopo di poter interagire costruttivamente e con una certa competenza nelle proposte avanzate dal consulente incaricato.

In linea di principio, il tipo di intervento deve tenere conto delle seguenti ipotesi, in ordine scalare a partire dalla soluzione più efficace.

Interventi alla sorgente. Sistema che offre i migliori risultati, in quanto riduce alla fonte le immissioni sonore ed il beneficio si estende, quindi, a tutta l'area attorno all'impianto rumoroso.

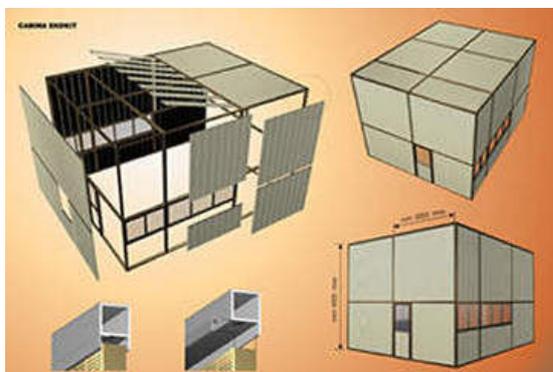
Schermo protettivo fra la sorgente e ricettore (barriera antirumore e altro). Consiste nell'introdurre uno schermo acustico lungo la via di propagazione del rumore allo scopo di mascherare i livelli di rumorosità prodotti dalla sorgente. L'uso delle barriere antirumore è spesso considerato il solo modo per abbattere la rumorosità; in realtà, tale sistema oltre ad essere assai costoso presenta notevoli punti critici, fra i quali: impatto visivo, oscuramento del ricettore protetto, rapido degrado, che rendono, il più delle volte, tale accorgimento respinto da parte della stessa popolazione che beneficia dell'intervento.

Intervento al ricettore. Questa soluzione è la meno efficace, in quanto l'opera di mitigazione interessa solo il ricettore coinvolto, lasciando inalterati i livelli di rumorosità nell'ambiente esterno; per questo motivo, tale soluzione è da prendere in considerazione solo nel caso in cui le altre due siano precluse.

Non è sempre possibile, tuttavia, operare la scelta ideale e maggiormente efficace, per ragioni tecniche o perché l'accesso al macchinario non permette di adottare un'opportuna schermatura, ed è quindi necessario ripiegare su altre soluzioni, comunque consapevoli dell'inevitabile compromesso di cui si è costretti "a pagare".

Interventi alla sorgente

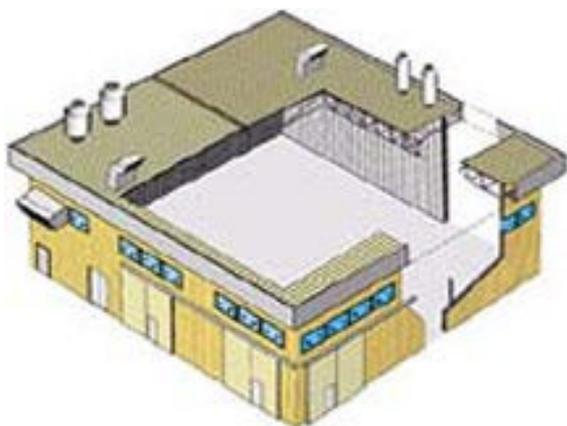
Per prima cosa è necessario appurare che l'impianto rumoroso sia efficiente e non presenti parti meccaniche logorate che ne pregiudicano il corretto funzionamento. Spesso, infatti, l'eccessiva rumorosità è da attribuire ad una scarsa manutenzione che compromette le caratteristiche fornite dal costruttore.



Successivamente a questa prima fase non resta che passare all'incapsulaggio della sorgente di rumore che consiste nel creare una struttura fonoisolante che racchiude, parzialmente o interamente, il macchinario allo scopo di impedire che l'energia sonora emessa possa propagarsi nell'ambiente confinato e determinare situazioni di disagio nei confronti dei soggetti esposti.

Le strutture fonoisolanti maggiormente impiegate sono quelle stratificate, cioè composte da strati di materiali diversi, quali:

- **pannelli con struttura esterna**, su ambo i lati, composti da una lastra metallica forata al cui interno è collocato del materiale fonoassorbente, solitamente della fibra minerale o di vetro. Qualora sia necessario ottenere un elevato grado di fonoisolamento (superiore a 10÷15 dB(A)) è necessario ricorrere a pannelli doppi o multipli ed inserire del materiale con elevata massa superficiale;
- **pareti in muratura** che delimitano la zona ove è posto il macchinario, rivestendo la parte interna con del materiale fonoassorbente. Per ottenere alti valori di fonoisolamento è necessario costruire, anche in questo caso, una doppia parete con frapposto del materiale resiliente.



Naturalmente queste strutture chiuse richiedono un'attenta e particolareggiata progettazione per consentire l'accesso alla macchina, il passaggio delle condutture di servizio, la realizzazione dell'impianto antincendio, oltre che permettere il raffreddamento dell'impianto stesso.

Qualora la sorgente di rumore sia costituita dall'intero stabilimento, dovrà essere aumentato il potere fonoisolante della struttura, agendo principalmente sugli infissi e aumentando il grado di isolamento della copertura, di norma i due elementi più critici alla trasmissione verso

l'esterno del rumore.

Schermi acustici

Gli schermi acustici sono delle barriere fonoisolanti che ostacolano la propagazione dell'energia sonora prodotta dalla sorgente rumorosa, sia essa intesa come singolo macchinario sia, nei casi più frequenti, come intero stabilimento. Il loro impiego è giustificato in condizioni di campo libero, cioè all'aperto, e devono essere opportunamente dimensionati al fine di garantire un'adeguata schermatura delle abitazioni che si intendono proteggere.



Gli schermi acustici possono essere *fissi* o *mobili*, questi ultimi sono, solitamente, impiegati nei cantieri edili o in attività temporanee.

L'attenuazione di rumore ottenuta a seguito dell'installazione di uno schermo acustico è, tuttavia, inferiore rispetto a quella di un incapsulaggio e, di solito, non va oltre i 10 dB(A).

Qualora le condizioni ambientali lo permettano, è preferibile sostituire le tradizionali barriere con dei tomi inverditi, i quali offrono un minor impatto visivo e, per questo motivo, sono maggiormente tollerati da parte della popolazione, inoltre, pregio non trascurabile, hanno una durata praticamente illimitata.

Interventi al ricettore

Nel caso in cui, per ragioni tecniche o altro, i due precedenti interventi di mitigazione siano preclusi, non resta che operare un intervento direttamente al ricettore. Questa soluzione, per quanto possibile, è da evitare, in quanto la riduzione dei livelli di rumorosità è ottenibile unicamente all'interno dell'ambiente abitativo e, pertanto, limita fortemente l'uso delle pertinenze esterne, obbligando a mantenere le finestre chiuse durante il periodo di funzionamento della sorgente sonora.

Infatti, l'aumento delle prestazioni fonoisolanti della facciata dell'edificio sono ottenute sostituendo gli infissi con del tipo ad alto potere fonoisolante. Mentre, nei casi meno gravi, è possibile operare la sostituzione della sola vetrata. Si consideri che un tradizionale vetrocamera 4+12+4 ha un indice del potere fonoisolante R_w pari a 29 dB. La sostituzione con una vetrocamera 6+12+6 può determinare un valore di R_w pari a 34 dB, con un conseguente miglioramento all'interno dell'ambiente abitato di ben 5 dB.

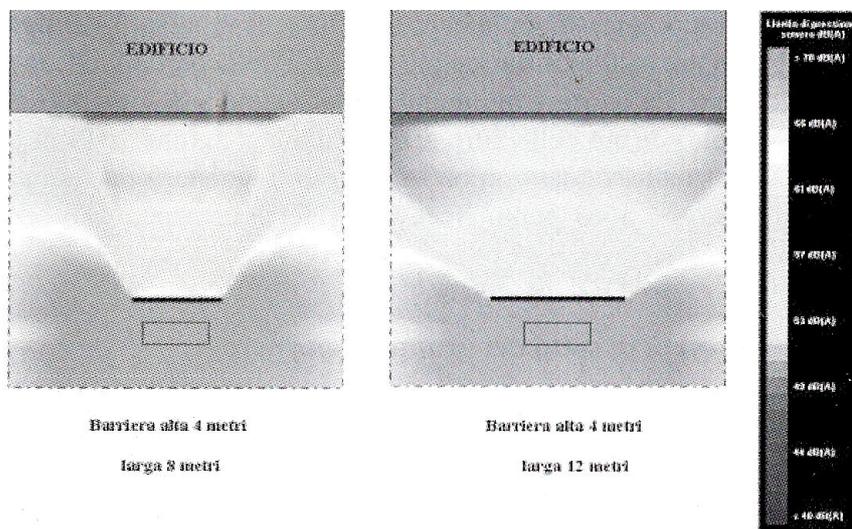
Esposizione di alcuni casi pratici

Nelle aree ove convivono edifici ad uso abitativo con attività commerciali, le sorgenti di rumore maggiormente diffuse sono rappresentate dai gruppi frigo e dai condizionatori d'aria di notevole potenza. Tali impianti producono un notevole disturbo, poiché funzionano sia di giorno sia di notte, specie nella stagione estiva. Il loro posizionamento, spesso, non tiene conto della vicinanza di ricettori disturbati ed è necessario intervenire, pertanto, con un'adeguata schermatura in fase di post-intervento.

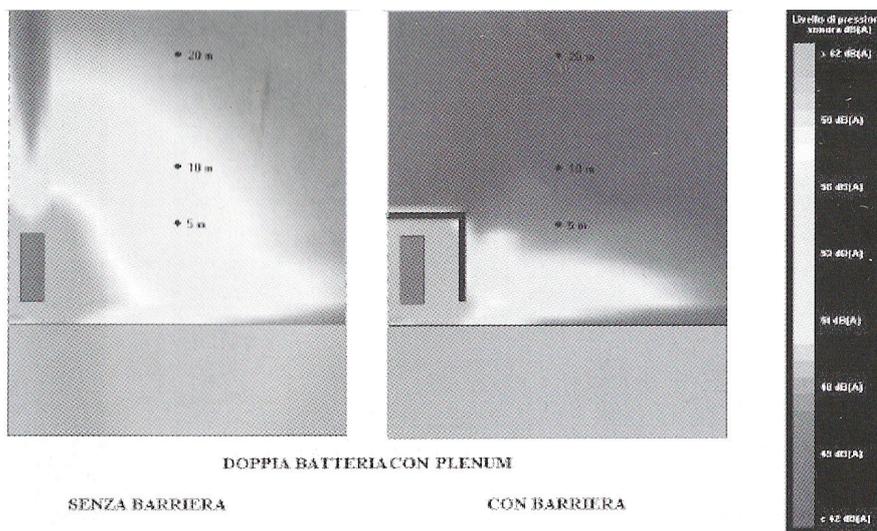
Grazie all'impiego di appositi software previsionali è possibile determinare, già nella fase di progetto, quali saranno i miglioramenti ottenibili a seguito dell'adozione delle diverse soluzioni prospettate. In questo modo, si contengono notevolmente i costi dell'intervento, essendo il risultato pressoché garantito.

Nel caso in esame è mostrato l'effetto schermante di due barriere nei confronti della facciata di un edificio. Entrambe le barriere sono poste alla stessa distanza dal gruppo frigo e hanno uguale altezza, si differenziano unicamente per la loro larghezza: una di 8 metri, l'altra di 12 metri.

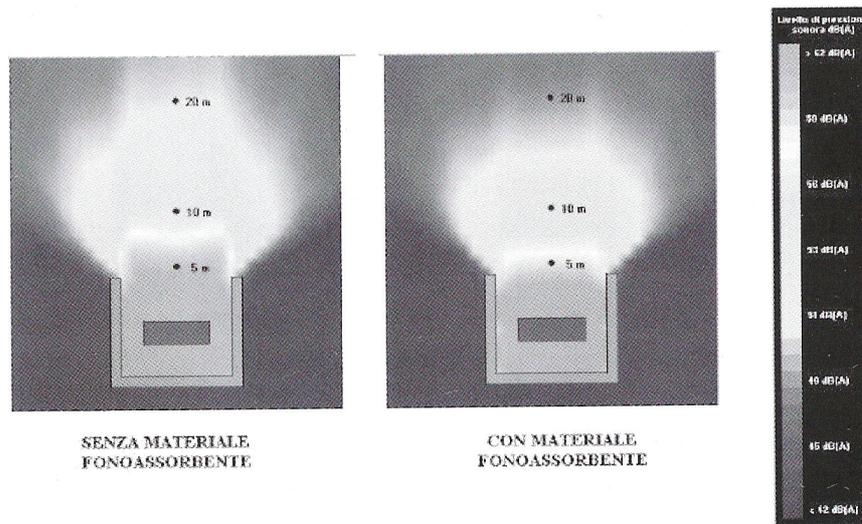
Come si può vedere, mentre la barriera larga 12 metri protegge completamente l'edificio posto alle sue spalle, quella larga 8 metri non protegge le parti esterne dell'edificio, in quanto il suo cono d'ombra è troppo limitato.



Un'altra soluzione estremamente efficace consiste nell'istallare a parete il gruppo frigo/condizionatore, realizzando un'ideale schermatura a L rovescia. Questa soluzione è particolarmente indicata nel caso in cui il ricettore da proteggere sia posto ad un quota superiore a quella ove è collocato l'impianto.



Un aspetto cui si dedica scarsa attenzione e che, invece, può risultare rilevante per un'adeguata insonorizzazione, riguarda l'impiego di materiali fonoassorbenti. Nell'esempio a seguire viene mostrato il caso di un gruppo silenziato batteria posto in prossimità di un muretto a U alto 5 metri. Nella figura di sinistra tutte le pareti sono perfettamente riflettenti, mentre nella figura di destra le tre pareti sono ricoperte di materiale fonoassorbente.



Come si può notare, il rivestimento delle pareti con del materiale fonoassorbente permette di abbattere nettamente la componente riflessa di ben 5 dB(A) a tutte le distanze, producendo una riduzione del livello di pressione sonora L_p compreso fra 1,6 e 1,8 dB(A).

Quelli sopra descritti sono solo alcuni degli esempi di come è possibile ottenere importanti riduzioni dei livelli di rumorosità senza incorrere in onerosi espedienti. Tuttavia, è bene ricordare che non esiste un'unica soluzione, valida in tutte le condizioni, ma ogni caso ha la sua soluzione ottimale, ossia quella che combina al meglio l'efficacia dell'intervento con il ridotto costo di realizzo.

Bibliografia

Bruel & Kjaer - La misura del suono;

R.Spagnolo - Manuale di acustica applicata - UTET libreria;

R.Gigante - Rumore ed isolamento acustico - Dario Flaccovio Editore;

G.Elia e G.Geppetti - Progettazione acustica di edifici civili e industriali;

Inquinamento Acustico e Tutela Penale - Di Luca Ramacci;

Cosa si intende per sanzione amministrativa e quali sono le sue principali tipologie? – Stefania Pallotta;

La notificazione dei verbali in materia ambientale: novità introdotte dal d.Leg. 30 giugno 2003, n. 196 “Codice in materia di protezione dei dati personali” – Federica Frano;

Tecnica di controllo ambientale – rifiuti, acque, aria e rumore – Maurizio Santoloci;

Indicazioni sull'applicazione delle disposizioni regolamentari concernenti il temperamento del regime sanzionatorio in materia di tutela dell'ambiente dagli inquinamenti – Assessore all'Ambiente, Sport e Pari Opportunità della PAT;

Libro verde sull'inquinamento acustico – C.E.;

Atti del convegno "Il condizionamento dell'aria nell'ambiente esterno" - AiCARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione) - Bari 1° ottobre 2004;

Sistemi antirumore - Bosco Italia S.p.A;