

**DEFINIZIONE DELL STATO DELL'ARTE DELLA NORMATIVA NAZIONALE
SUL RUMORE, ANALISI E PROPOSTE**

Ing. Roberta Caleprico

Tutor: Ing. Vanio Ortenzi
Con la collaborazione di Maurizio Borreca

Prefazione

Le problematiche legate al rumore coinvolgono diversi aspetti della nostra vita quotidiana comprendendo sia quella vissuta nell'ambiente lavorativo che quella legata alla sfera privata. Attualmente l'opinione pubblica è stata molto sensibilizzata su questo argomento. A tal riguardo è stata anche promossa "La Settimana europea 2005", una campagna d'informazione intesa a fare dell'Europa un posto dove si lavora in modo sano e sicuro, attraverso la promozione di attività che contribuiscano alla riduzione dei rischi associati al rumore sul posto di lavoro. Sono state inoltre emanate a livello comunitario delle nuove norme specifiche. Per questi motivi si è ritenuto opportuno avviare uno studio più approfondito in tale campo. La stagista ha approfondito, dopo una breve panoramica sul rumore e sulle fonti di emissione, il tema del rumore presente sia negli uffici che nell'ambiente esterno, dando anche alcune indicazioni sulle caratteristiche di comfort acustici nell'ambiente lavorativo e sui dispositivi che possono essere adottati per il contenimento dei livelli di rumore ambientale.

Sono state sviluppate le problematiche tecnico – scientifiche e giuridiche riguardanti la normativa vigente, in particolare è stato effettuato un confronto tra il nuovo D.Lgs.195/06: "Attuazione della Direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)" ed il D. Lgs 277/91, in parte abrogato. È stato analizzato, dopo una breve panoramica sulla normativa riguardante l'inquinamento acustico ambientale, il D. Lgs. 194/05 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale".

La stagista, inoltre, per avere dei riscontri oggettivi sull'esposizione dei lavoratori al rumore, ha integrato questo studio con delle rilevazioni fonometriche mirate.

Durante questo periodo di stage è stata evidenziata poi la non esaustività del D.P.R. 303/56 riguardo gli sviluppi tecnologici e normativi successivi.

Lo studio effettuato è stato curato in maniera particolare, sia dal punto di vista normativo che dal punto di vista tecnico, grazie alla particolare preparazione di base ed alle conoscenze teoriche e pratiche possedute in tale campo dalla stagista .

In conclusione si può dire che lo studio in oggetto, specialmente mediante le sue semplificazioni a carattere normativo, sarà in grado di fornire un contributo per un miglior chiarimento delle problematiche legate al rumore in quanto, con le sue sintesi sul quadro normativo vigente e con le sue indicazioni sui ruoli, sulle funzioni e sulle azioni che dovranno essere svolte da ogni parte coinvolta renderà più facile ed efficace il loro compito.

Abstract

Lo studio riguardante “la definizione dello stato dell’arte della normativa nazionale sul rumore, analisi e proposte” è stato realizzato nell’ambito di uno stage presso l’APAT.

In questo studio sono state sviluppate le problematiche tecnico – scientifiche riguardanti il rumore, la legislazione e la normativa vigente con utili indicazioni sulla ripartizione delle competenze tra i soggetti coinvolti. Per quanto riguarda il rumore si è enfatizzato il fatto che l’esposizione quotidiana al rumore eccessivo sui luoghi di lavoro e sull’ambiente esterno è la causa primaria di malessere nella popolazione, infatti, se il livello di rumore supera una certa soglia, è causa di disagio, di disturbo fisico e psicologico dell’individuo.

In città sono numerose le fonti di rumore all’interno dei luoghi di lavoro (attività umana, impianti di condizionamento ecc.) e all’esterno (traffico ferroviario, aeroportuale, stradale ecc.) e diversi sono i metodi per contenerlo.

Si può combattere il rumore alla fonte o impedirne la sua trasmissione. È possibile, inoltre, adottare sistemi di protezione passiva e attiva per gli edifici maggiormente esposti alle immissioni di rumore.

Nel caso degli ambienti lavorativi bisogna considerare il comportamento dell’edificio nei confronti dei suoni provenienti dal mondo esterno (o da altre abitazioni, uffici) e dello stesso ambiente lavorativo nei confronti di eventuali sorgenti sonore interne ad esso. Sono stati realizzati rilievi fonometrici negli uffici open – space e nel locale contenente apparecchiature (EDP) per valutare l’esposizione del lavoratore a sorgenti di emissione del rumore. L’ultima normativa sul rumore è il D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195 “Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)”. Questo Decreto abroga in parte il D.lgs. 277/91 e definisce nuovi criteri di misura, competenze, obblighi del datore di lavoro e del medico competente, modificando anche le procedure di attuazione dello stesso.

Questa nuova normativa tutela, senza alcuna limitazione, tutti i rischi per la salute e la sicurezza dovuti all’esposizione al rumore durante tutte le attività di lavoro in cui i lavoratori sono effettivamente o potrebbero essere esposti agli agenti fisici.

Infatti prevede una valutazione dei rischi dettagliata, definisce le disposizioni per escludere o ridurre l’esposizione al rischio, sottrae di 3 dB[A] il limite massimo di esposizione e definisce i valori di picco in dB[C].

Nella valutazione del livello di esposizione giornaliero vengono considerati tutti i rumori anche quello impulsivo, l’attenuazione dei dispositivi di protezione individuale e l’incertezza di misura.

Gli sviluppi tecnologici e il moltiplicarsi delle nuove attività mettono in discussione quanto riportato al punto 6 lettera b) e c) del D.P.R. 303/56 che dispone uno spazio di 2 mq o 10 mc per ogni lavoratore al lordo degli arredi, scrivanie, stampanti, ecc.

È stato dimostrato, considerando le norme tecniche (UNI e UNI EN) sulle dimensioni ottimali delle scrivanie, del sedile di lavoro, degli armadi ecc. e le norme di sicurezza sull'evacuazione (D.M del Ministero dell'Interno 22/02/06 e D.M. 10/03/98), che 6 mq per persona più i servizi del piano (bagni, sale riunioni, corridoi, archivi, ecc.) sono le dimensioni minime ottimali per fornire ad un lavoratore un sufficiente spazio vitale.

Un consistente cambiamento della politica acustica italiana è la legge quadro sull'inquinamento acustico ambientale (**legge 447/95**) e i suoi decreti attuativi tramite provvedimenti di natura amministrativa, tecnica e gestionale sul rumore ambientale.

La Legge fissa le finalità, individua le sorgenti di rumore ed i valori limite, stabilisce le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province, dei Comuni e degli Enti gestori o proprietari delle infrastrutture di trasporto.

Il D.Lgs. 19/08/05 n.194 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" evita, previene o riduce gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il disagio.

Viene valutata la mappa acustica strategica, vengono introdotti specifici piani di azione anti-rumore ed è anche istituita una nuova "fascia oraria" in cui censire il rumore: la sera tra le 20 e le 22. Le novità introdotte dalla Direttiva 2002/49/CE riguardano inoltre l'obbligo di utilizzare descrittori acustici diversi da quelli attuali, il descrittore L_{den} e L_{night} , che definiscono sia il livello complessivo del rumore nelle tre fasce orarie, sia il livello relativo al disturbo del sonno.

In questo modo si ha una maggiore consapevolezza dei rischi di esposizione al rumore, quindi il cittadino, gli Enti gestori, lo Stato, le Regioni, le Province ed i Comuni sono stati sensibilizzati alla tutela della salute umana in modo da creare un clima acustico ottimale.

In conclusione si può dire che lo studio effettuato, sebbene non abbia la pretesa di costituire un documento tecnico, può certamente contribuire ad un chiarimento sulla normativa applicabile negli ambienti lavorativi e negli agglomerati urbani fornendo anche un'analisi comparativa della legislazione vigente, alcune proposte di miglioramento ed indicazioni sui ruoli delle varie parti coinvolte.

Abstract: Definizione dello stato dell'arte della normativa nazionale sul rumore, analisi e proposte

The study concerning “the state of art on noise national legislation, analysis and suggestions” has been performed during a stage period at APAT. In this project technical and scientific issues about noise and related in force legislation have been analysed and useful suggestions, about jurisdiction, have been proposed to the parts involved.

In this work the excessive daily noise exposure has been stressed as the main cause of physical and psychological disease.

In urban scenarios noise sources can be found both inside work's areas (human activities, air conditioning systems, etc...) and outside (air-traffic, railway and road traffic, etc...) and there are different ways to keep them down.

Noise can be stopped directly at the source or by avoiding its transmission. In addition active and passive protection systems can be adopted in order to protect buildings from noise emissions.

In work's areas building's behaviour has to be considered towards sounds coming from outside as inside. Acoustic measurements have been performed both in open-space offices and in rooms containing special equipments (EDP) in order to evaluate the worker exposure to sound's sources. The updated norm on noise in force is the Legislative Decree 10/04/06, n.195 “On the accomplishment of the 2003/10/CE Directive concerning worker's exposure to risks coming from physical agents (noise)”. This Decree repeals partially the Legislative Decree n. 277/91 and defines new measurements criteria, on jurisdictions as on labour doctor's and employer's duties modifying at the same time own procedures. It safeguards, without any restriction, all risks for health and safety caused by noise exposure during all job's activities where workers are or could be exposed to physical agents. Indeed it provides for a detailed risk evaluation, defines the measures for excluding or reducing exposure risk, embezzles 3 dB[A] to the maximum exposure limit and defines peaks values in dB[C].

In the analysis of the daily exposure level all kinds of noises are considered, including the impulsive one, the reduction of individual protection devices and measure uncertainty.

Technological development and performance of new activities refer to point 6 related to letter b) and c) of D.P.R. 303/56 where every worker must work on a 2 m² or 10 m³ space including furniture, desks, printers, etc.

On the light of technical regulations (UNI and UNI EN ones) on optimal size of desks, work chairs, closets, etc... and of safety regulations on evacuation (Minister Decree of home office 22/02/06 and Minister Decree 10/03/98), it has been shown that 6 m² per person and all floor services (toilets, assembly rooms, corridors, files, etc...) represent the minimum optimal size in order to provide a vital necessary space to the worker.

A noteworthy development on the acoustic policy in Italy is the environmental noise pollution law (law 447/95) and its legislative decrees by means of administrative, technical and managerial measures on environmental noise.

This law sets aims, specifies noise's sources and limit values, assigns jurisdictions to the State, Regions, Provinces, Municipalities and to transport infrastructures' administrators.

The Legislative Decree 19/08/05 n.194 "On the accomplishment of Directive 2002/49/CE on environmental noise determination and management" avoids, prevents or reduces damaging effects caused by the exposure to environmental noise, including discomfort.

The strategic acoustic map is evaluated, anti-noise specific plans are brought in and a new time slot for noise measurements is established (8:00 pm – 10 pm). In addition changes have been introduced, by the Directive 2002/49/CE, concerning the obligation on using new acoustic descriptors: among them L_{den} and L_{night} are able to describe noise global levels in the three daily time slots and in the sleep one respectively.

In this way a wider awareness on risks caused by the exposure to noise is achieved so the citizen, Agencies, the State, Regions, Provinces and Municipalities have been made aware to the human healthcare in order to create an optimised acoustic climate.

Finally it can be said that this study, although it doesn't contribute to any technical document, can certainly produce a clarification on the regulation applicable on working places and urban agglomerates in order to provide a comparative analysis of the legislation in force, some proposal for further improvement and indications on the roles of all parts involved.

Indice

CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE	8
CAPITOLO 2 – METODOLOGIA	9
CAPITOLO 3 – IL RUMORE	10
3.0 <i>Introduzione.....</i>	10
3.1 <i>Fonti di rumore.....</i>	11
3.2 <i>Misura del rumore.....</i>	13
3.3 <i>Effetti sulla salute.....</i>	15
CAPITOLO 4 – IL RUMORE NEGLI AMBIENTI LAVORATIVI.....	17
4.0 <i>Introduzione.....</i>	17
4.1 <i>Differenze tra la nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE ed il D.Lgs. 277/91</i>	19
4.2 <i>Differenze tra la nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE e D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195</i>	25
4.3 <i>Caratteristiche di comfort in un ambiente di lavoro</i>	28
CAPITOLO 5 – INQUINAMENTO ACUSTICO AMBIENTALE	35
5.0 <i>Introduzione ed evoluzione della normativa.....</i>	35
5.1 <i>Cenni sui gradi di protezione contro il rumore proveniente dall'ambiente esterno...</i>	55
CAPITOLO 6 – CONCLUSIONI	56
6.0 <i>Rumore negli ambienti lavorativi.....</i>	56
6.1 <i>Inquinamento acustico ambientale.....</i>	58
BIBLIOGRAFIA	59

CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE

Il benessere psicofisico dell'uomo, ostacolato dalla presenza del rumore nel nostro ambiente di vita, è l'obiettivo principale di questo studio. Nella presente relazione è stato approfondito, dopo una breve panoramica sul rumore e sulle fonti di emissione, il rumore presente sia negli uffici che nell'ambiente esterno dando anche alcune indicazioni sulle caratteristiche di comfort acustici nell'ambiente lavorativo e dispositivi che possono essere adottati per il contenimento dei livelli di rumore ambientale.

Il completamento del percorso formativo è incentrato sullo stato dell'arte della normativa italiana in entrambi gli ambienti sopra menzionati ed in particolare è stato analizzato il nuovo D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195 : “Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)” e il D.Lgs. 19/08/05 n.194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.

La tesina è organizzata in cinque capitoli. Dopo il capitolo dell'introduzione, nel secondo viene illustrata la metodologia adottata. Nel terzo vengono affrontati gli argomenti relativi al significato di rumore, su come si misura, quali sono le principali fonti di emissione e gli effetti lesivi che l'esposizione al rumore può determinare sull'uomo.

Nel quarto capitolo viene considerato il rumore negli ambienti di lavoro, presentando gli aspetti legislativi e criteri di intervento per la riduzione del rumore e per la protezione dei lavoratori.

Il quinto capitolo è incentrato sull'inquinamento acustico; anche in questo caso è stata illustrata la normativa per gli agglomerati urbani e cenni sui criteri di intervento per la riduzione di questa fonte di disturbo del nostro ambiente di vita.

I contenuti di questo elaborato derivano da un'attenta ricerca bibliografica (linee guida, convegni, libri, siti di interesse ambientale) e sono supportati da prove strumentali negli ambienti lavorativi.

Il presente lavoro è stato inoltre armonizzato con i rapporti già pubblicati in altri contesti territoriali prendendo inoltre in considerazione le principali normative nazionali e comunitarie.

CAPITOLO 2 – METODOLOGIA

Nella prima fase dello studio è stata condotta una ricerca bibliografica sul significato di rumore, sulle fonti di emissione, sulla misura e possibili effetti lesivi sulla salute dell'uomo.

Tale analisi è stata supportata anche da elementi normativi, linee guida sul rumore nell'ambiente lavorativo e nell'ambiente di vita.

Sono stati realizzati rilievi fonometrici in svariati ambienti lavorativi per valutare l'esposizione del lavoratore a sorgenti di emissione del rumore ad una altezza di circa 150 cm dal piano di calpestio di alcune postazioni di lavoro, per un tempo di 5 minuti, dopo le operazioni di calibrazione del Fonometro.

E' stato usato come strumento di misura un fonometro integratore di precisione in classe 1 HD 9020, Microfono MK 221, Calibratore HD 9101.

Prima e dopo l'effettuazione di ogni serie di misure è stata controllata la calibrazione della strumentazione mediante il calibratore HD 9101 in dotazione, verificando che lo scostamento dal livello di taratura acustica non fosse superiore a 0.3 dB.

Dopo un esame dettagliato dei nuovi Decreti Legislativi è stato effettuato un confronto tra le normative abrogate e quelle vigenti.

CAPITOLO 3 – IL RUMORE

3.0 Introduzione

Il rumore è da qualche tempo oggetto di preoccupazione in quanto viene percepito come disturbo dell'equilibrio ecologico, pericoloso fattore di insalubrità ambientale e quindi minaccia per la salute.

Ma che cos'è il rumore?

Il rumore è una perturbazione di tipo meccanico, rappresentata da variazioni di pressione che si propagano sotto forma di onde in un mezzo elastico ed è in grado di essere rilevata dall'apparato uditivo umano come stimolo sonoro. Esso presenta caratteristiche tali, sia come qualità, sia, soprattutto, come intensità, da risultare fastidioso o addirittura dannoso per la salute. Il suono si distingue dal rumore (caratterizzato dalla irregolarità, intermittenza e casualità delle oscillazioni) per la diversa conformazione in sequenza delle onde armoniche ma entrambi si trasmettono in tutti i mezzi (aria, solidi, liquidi e gas) e sono definiti specialmente da due parametri: intensità della sensazione sonora (in base alla quale si distinguono, soggettivamente, suoni forti, intensi o deboli) e frequenza (all'aumentare della frequenza un suono diviene più acuto, col diminuire diviene più basso). L'unità di misura per stabilire l'intensità di un suono o del rumore è il decibel mentre per la frequenza è l'Hertz.

Non tutti i suoni esistenti in natura possono essere percepiti dall'orecchio umano. Il campo dei suoni udibili dall'uomo è ristretto a gamme di frequenza approssimativamente da 20 Hz a 20 kHz.

Quindi possiamo definire:

1. Infrasuoni: oscillazioni di pressione con frequenze inferiori a 20 Hz, quindi non udibili dall'orecchio umano.
2. Suoni: oscillazioni di pressione con frequenze comprese tra 20 Hz e 20 kHz.
3. Ultrasuoni: oscillazioni di pressione con frequenze superiori a 20 kHz,, quindi non udibili dall'orecchio umano.

La sensibilità dell'orecchio umano dipende dalla frequenza del suono. L'orecchio è più sensibile alle frequenze tra 2000 e 5000 Hz..

3.1 Fonti di rumore

In ambito urbano l'esposizione al rumore prodotto dall'ambiente esterno (traffico veicolare, ferroviario, aereo, ecc.) e dall'ambiente domestico e/o lavorativo (attività umana, TV, impianti di condizionamento, elettrodomestici, ecc.) e' la causa dell'inquinamento acustico e quindi di esposizione al rumore il quale interferisce così con le condizioni lavorative, con la vita quotidiana e con l'ambiente provocando:

- fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane
- pericolo per la salute
- deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo e dell'ambiente esterno, tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Il **traffico stradale** costituisce la principale fonte di rumore. In particolare nelle aree urbane i livelli sonori dipendono da diversi parametri fra i quali: l'entità dei flussi veicolari (numero e tipologia dei mezzi), la velocità dei veicoli, il tipo di pavimentazione stradale, la presenza e conformazione di eventuali edifici posizionati a bordo strada.

I livelli di rumore prodotti dal **traffico ferroviario** dipendono principalmente: dall'entità dei flussi, dalla velocità dei convogli, dalla tipologia degli stessi e dall'allocazione della linea.

L'inquinamento acustico da **traffico aeroportuale** interessa le aree circostanti gli aeroporti ed è strettamente dipendente dall'entità dei flussi di atterraggio e decollo degli aeromobili e dalle traiettorie da essi percorse.

Il rumore prodotto dalle **attività artigianali ed industriali** è estremamente diversificato in quanto dipende dalla specifica tipologia di macchinario/impianto installato e/o dal tipo di lavorazione effettuata.

Le **attività di servizio e commerciali** ed in particolare quelle svolte dai pubblici esercizi, dai circoli privati e dalle discoteche, provocano molte segnalazioni di disturbo che i cittadini inoltrano alle Autorità competenti: ARPA, ASL, Comuni, Polizia Municipale, ecc. Inoltre rilevanti sono i disagi provocati dalle attività che si protraggono nelle ore notturne; talora la sorgente specifica viene individuata in impianti installati al servizio delle attività stesse ad esempio condizionatori, impianti di ventilazione/aspirazione, musica, vocio delle persone.

Per le **attività rumorose temporanee** quali cantieri, manifestazioni ricreative, spettacoli, concerti, ecc., la normativa vigente prevede il rilascio, da parte delle Amministrazioni

Comunali, di specifiche autorizzazioni, anche in deroga ai limiti di conformita' proprio in considerazione della limitata durata temporale delle stesse.

Queste autorizzazioni dovrebbero comunque essere concesse dopo aver ipotizzato dei livelli massimi di rumore temporanei ed eventuali interventi organizzativi e strutturali da apportare (maggior utilizzo di materiali fonoassorbenti, deviazione del traffico veicolare, utilizzazione di navette ecc.) nel caso in cui si temesse un loro superamento.

Le emissioni **in ambiente abitativo** sono dovute principalmente al calpestio, al voci delle persone, ai lavori di manutenzione, agli impianti condominiali come gli ascensori, alle canalizzazioni non insonorizzate delle tubature dell'acqua, agli elettrodomestici ed ai condizionatori.

Negli **ambienti lavorativi (uffici)** le fonti di rumore sono dovute principalmente agli impianti tecnologici dell'edificio quali ad esempio gli impianti di climatizzazione e di ventilazione dell'aria, gli ascensori, gli impianti e le apparecchiature contenute nei locali EDP (a proposito in seguito di alcuni rilievi¹ si è riscontrato un livello variabile da 62.6 a 76 dB[A]), quali le apparecchiature utilizzate per lo svolgimento dell'attività stessa come stampanti, fotocopiatrici, ventole di raffreddamento dei computer, suoneria del telefono, conversazioni telefoniche nonche' il voci.

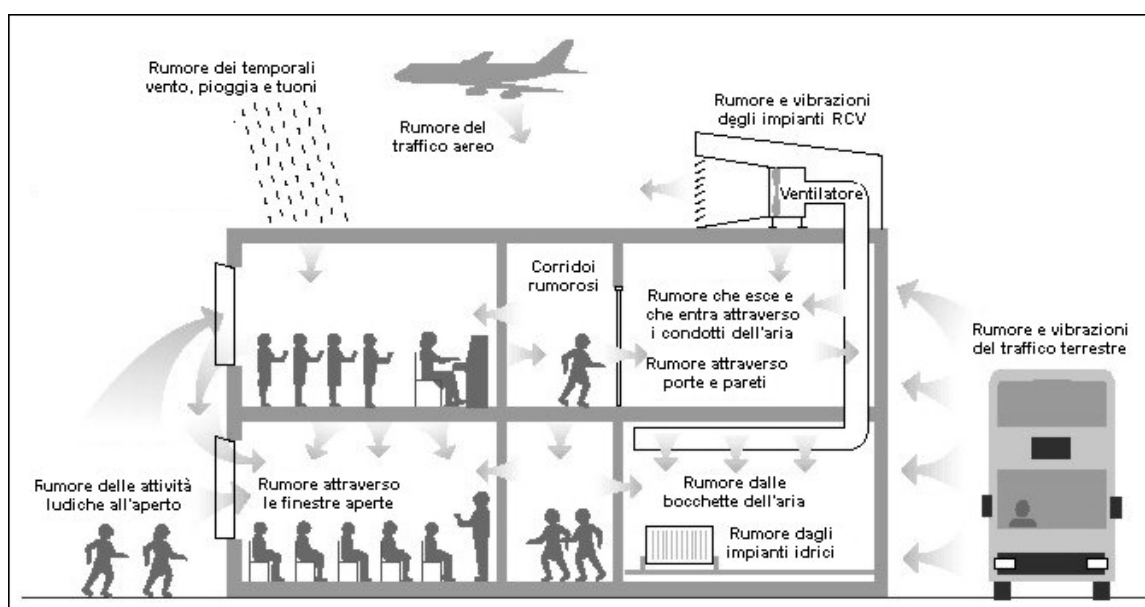


Figura 1 – Esempi di rumore.

¹ Rilievi effettuati dall'Ing. Roberta Caleprico

3.2 Misura del rumore

La pressione determinata dalla propagazione delle onde sonore viene misurata attraverso una grandezza logaritmica chiamata decibel (dB), che varia da un valore minimo pari a 0 (soglia minima di riferimento), ad uno massimo pari a 120 (soglia approssimativa di dolore).

Per la misura dell'intensità del rumore (livello sonoro) viene utilizzata, quindi, una scala logaritmica o scala di livelli espressi in decibel (dB) pari a dieci volte il logaritmo decimale del rapporto fra una data grandezza (valore di pressione misurato) e una grandezza di riferimento, omogenee fra di loro. Il valore di riferimento, pari a 20 μPa , corrisponde al valore della pressione sonora percepibile da un individuo alla frequenza di 1000 Hz, ovvero 0 dB.

Per avere un'idea dei livelli sonori che un individuo è in grado di percepire, viene riportata una figura con i livelli di pressione sonora (in dB) associati ad alcune possibili sorgenti, (fonte Brüel&Kjær., *La misura del suono*):

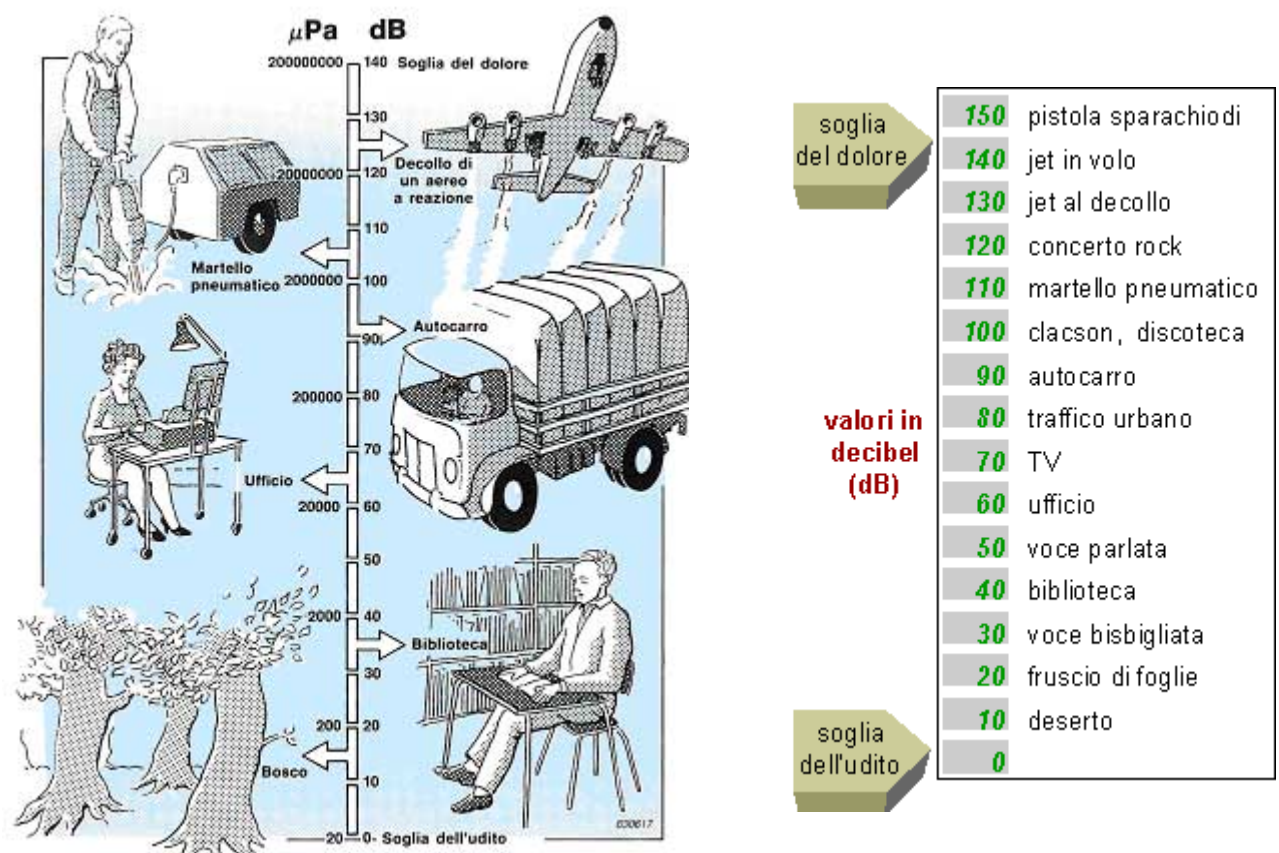


Figura 2 – Livelli di pressione sonora per alcune sorgenti.

Per la valutazione del rumore, a livello internazionale, sono comunemente utilizzate le curve di ponderazione cioè dei filtri che operano un'opportuna correzione dei livelli sonori

alle diverse frequenze. Di norma per valutare gli effetti del rumore sull'uomo viene considerata la curva di ponderazione "A" cui corrisponde un livello sonoro in dB[A] che approssima la risposta dell'orecchio e penalizza, attenuandole, le basse frequenze, mentre esalta, anche se in misura molto lieve, le frequenze fra 1000 e 5000 Hz.

Quando però il rumore ha forti componenti tonali (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 ecc.) o impulsive (pistola chiodatrice, lavori di carpenteria, demolizioni, ecc.) la curva A non dà una valutazione adeguata e viene quindi usata la curva C, la cui risposta è misurata in dB(C).

La curva di ponderazione C utilizzata per descrivere il livello di picco (L_{picco}) prodotto dalle macchine è stata introdotta in Europa nella Direttiva "Macchine" 89/392/CEE, recepita in Italia dal D.P.R. 459/96 ed è stata adottata anche dalla nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE che è stata recepita sostituendo la Direttiva 86/188/CEE da cui ha tratto origine il D.Lgs. 277/91.

Per caratterizzare un suono variabile in un determinato intervallo di tempo, è stato adottato il Livello equivalente (L_{eq}) che rappresenta il livello in dB[A] di un rumore che si ipotizza o si rende costante in quel intervallo di tempo.

Per la valutazione del clima acustico nella zona in esame (ambiente interno, ambiente esterno), viene effettuata un'indagine fonometrica mediante l'acquisizione dei livelli di emissione sonora in conformità al D.P.C.M. 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

3.3 Effetti sulla salute

La capacità del rumore di propagarsi in qualsiasi mezzo e l'impossibilità dell'uomo di bloccare la funzione uditiva sono fattori determinanti per il danno potenziale derivante dall'esposizione alle emissioni sonore.

Gli effetti lesivi che l'esposizione al rumore determina sull'uomo possono variare in relazione alle caratteristiche fisiche del fenomeno (tempi e modalità di erogazione dell'evento sonoro) e alla risposta dei soggetti esposti. Essi sono classificabili in effetti di trauma acustico, di danno, di disturbo o semplicemente di fastidio (annoyance).

Il **trauma acustico** può essere definito come la perdita di udito dovuto alle elevatissime pressioni acustiche prodotte dai fenomeni esplosivi che riescono a provocare la rottura della membrana timpanica o il danneggiamento della catena degli ossicini.

Il **danno** è una qualsiasi alterazione, non reversibile o almeno non completamente reversibile, dovuta a livelli di rumore maggiori di 80 dB somministrati per periodi prolungati.

Il **disturbo** è una qualsiasi alterazione temporanea delle condizioni psicofisiche del soggetto che determina effetti fisio-patologici ben definiti.

L'**annoyance** può essere indicato come un effetto di fastidio soggettivo che il rumore provoca sugli individui.

Se il rumore persiste per tempi lunghi, soprattutto se intenso, si rischia di andare incontro ad un progressivo esaurimento delle normali capacità di risposta allo stimolo uditivo con conseguente comparsa di fatica psichica e somatizzazione a livello di organi o apparati come ad esempio il sistema cardiocircolatorio (aumento della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca), l'apparato gastrointestinale (aumento della secrezione acida dello stomaco, aumento della motilità intestinale), il sistema respiratorio (aumento della frequenza respiratoria), il sistema endocrino (con interferenza sulla funzione ipofisaria, tiroidea e delle ghiandole surrenali).

Gli studi hanno provato che il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro), favorisce l'insorgenza della fatica mentale e l'irritabilità, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento ed interferenze sul sonno e sul riposo.

Tabella 1 – Scala di lesività del rumore.

Livello di pressione acustica [dB[A]]	Caratteristica del danno uditivo
0 - 35	Rumore che non arreca né fastidio né danno
36 - 65	Rumore fastidioso e molesto che può disturbare il sonno e il riposo
66 - 85	Rumore che disturba ed affatica (capace di provocare danno psichico e neurovegetativo e in alcuni casi uditivo)
86 -115	Rumore che produce danno psichico e neurovegetativo (determina effetti specifici a livello auricolare e può indurre malattia psicosomatica)
116 - 130	Rumore pericoloso: prevalgono gli effetti specifici su quelli psichici e neurovegetativi
131 - 150 e oltre	Rumore molto pericoloso: impossibile da sopportare senza adeguata protezione; insorgenza immediata o comunque molto rapida del danno

I limiti imposti dalle normative esistenti per la tutela della salute dei lavoratori (D.Lgs. n. 277/1991) hanno un valore probabilistico. In altri termini, cioè' quando si afferma che il datore di lavoro non è obbligato ad alcun tipo di intervento al di sotto della soglia degli 80 dB di esposizione giornaliera al rumore, non significa che sotto questo limite, col passare degli anni, non si ha danno uditivo, ma che la probabilità che questo accada è molto bassa.

CAPITOLO 4 – IL RUMORE NEGLI AMBIENTI LAVORATIVI

4.0 Introduzione

Per prevenire l'insorgenza dei fattori di rischio dovuto al rumore negli ambienti lavorativi (ipoacusia, danni extrauditivi, ecc.) sono state emanate delle normative tecniche e legislative specifiche in ogni Paese Europeo.

Il D.Lgs. 15 agosto 1991 n. 277, che è stato emanato in Italia dopo cinque anni dal termine previsto per il recepimento della Direttiva 86/188/CEE, è il primo documento di legge che riporta in modo completo le prescrizioni relative alla prevenzione dei rischi per la salute del lavoratore derivanti dall'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro.

In particolare, definisce le procedure tecniche, la strumentazione di misura e i limiti di ammissibilità per la valutazione del rischio di esposizione.

La tutela del lavoratore si attua in tre fasi:

- A) Valutazione del rischio, cioè determinazione della dose di rumore recepita dal lavoratore e relativo inquadramento in una delle quattro classi di esposizione. Il datore di lavoro deve infatti predisporre una valutazione del rumore durante il lavoro al fine di identificare i lavoratori e i luoghi di lavoro a rischio ed attuare le misure preventive e protettive richieste. La valutazione deve essere programmata ed effettuata ad opportuni intervalli temporali da personale competente, sotto la responsabilità del datore di lavoro e deve essere effettuata nuovamente ogni qualvolta vi è un mutamento nelle lavorazioni che influisce in modo sostanziale sul rumore prodotto. Il Datore di lavoro redige e tiene a disposizione dell'organo di vigilanza un rapporto dove sono indicati i criteri e le modalità delle valutazioni.
- B) Misure di protezione in base alla classe di esposizione del lavoratore.
- C) Attuazione di misure a carattere organizzativo, strutturale, tecnico, ecc. (ad esempio diminuzione del tempo di esposizione, uso di materiali fonoassorbenti, acquisto di macchine meno rumorose) per la riduzione dell'esposizione al rumore.

Nella tabella 2 sono riportati sinteticamente i livelli di rischio, i range di rumore e le disposizioni della normativa.

Tabella 2 – Livelli di rischio, range di rumore e disposizioni normativa.

Livello di rischio	Range di rumore	Disposizioni della normativa
0 (assente)	minore di 80	- non è prevista nessuna misura
1 (lieve)	80 dB[A] - 85 dB[A]	<ul style="list-style-type: none"> - Redigere e tenere a disposizione un registro con i valori dei rilievi dei livelli di esposizione - Informazione dei lavoratori sui rischi, sulle misure adottate per ridurre il rumore e misure di protezione a cui conformarsi - Controllo sanitario (se richiesto) - Tenuta della cartella sanitaria per i lavoratori sottoposti a controllo sanitario - Tenuta della cartella di rischio
2 (consistente)	85 dB[A] - 90 dB[A]	<ul style="list-style-type: none"> - Informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto dei protettori, delle attrezzature e degli utensili - Attuazione degli interventi atti a ridurre l'esposizione - Distribuzione DPI - Controllo sanitario (almeno biennale) - Tenuta della cartella sanitaria - Tenuta della cartella di rischio
3 (grave)	oltre 90 dB[A] e/o livello di picco 140 dB[lin]	<ul style="list-style-type: none"> - Informazione dei lavoratori sul superamento dei valori - Attuazione degli interventi atti a ridurre l'esposizione - Distribuzione e uso obbligatorio DPI - Controllo sanitario (almeno biennale) - Tenuta della cartella sanitaria - Tenuta della cartella di rischio - Perimetrare e segnalare le zone di lavoro a rischio - Notifica all'organo di vigilanza

4.1 Differenze tra la nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE ed il D.Lgs. 277/91

Il 10 novembre 2005 è stato approvato dal Consiglio dei Ministri lo schema del decreto legislativo di attuazione della Direttiva 2003/10/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dal rumore.

Il campo di applicazione della Direttiva viene generalizzato a tutti i settori produttivi a differenza del decreto legislativo in oggetto che prevede l'esclusione dei lavoratori della navigazione marittima ed aerea.

Novità della Direttiva:

- Tutela senza alcuna limitazione tutti i rischi per la salute e la sicurezza dovuta all'esposizione al rumore durante il lavoro dedicando una particolare attenzione ai rischi per l'udito. Il D.Lgs. 277 si riferiva, invece, alla protezione contro i rischi per l'udito e solo "laddove sia espressamente previsto contro i rischi per la salute e la sicurezza".
- Introduce una nuova definizione della "pressione acustica di picco (p_{peak})": valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata con frequenza "C". (In precedenza la 86/188/CEE e il D.Lgs.277/91 definivano il rumore di picco come "valore massimo della pressione acustica istantanea non ponderata"). Il parametro è importante nella valutazione del rumore impulsivo in quanto è un fattore di rischio aggiuntivo per la salute. Esso non viene più espresso in dB lineare ma in dB[C], in quanto il segnale viene filtrato con la curva di ponderazione C. In questo modo si ottiene una più realistica valutazione del disturbo arrecato dai macchinari rumorosi (basse frequenze) sui lavoratori.
- Definisce il livello di esposizione giornaliero (L_{ex} , 8h espresso in $L_{eq} \text{ dB[A]}$) e settimanale (a cui si può ricorrere in "circostanze debitamente giustificate") in modo simile al D.Lgs. 277/91 anche se il livello di esposizione giornaliero "si riferisce a tutti i rumori, incluso il rumore impulsivo".
- Delimita ugualmente il livello di esposizione giornaliera e settimanale al rumore ($L_{EX,8h}$) non considerando i possibili problemi di interpretazione della relazione tecnica finale anche se il livello di esposizione settimanale è la media dei livelli giornalieri. In tab.3 vengono considerate le differenze tra la Direttiva e il D.Lgs. 277/91 relative al livello di esposizione al rumore.

Tabella 3 – Differenze livello esposizione tra il D.Lgs. 277/91 e la Direttiva 2003/10/CE.

Livello di esposizione al rumore	D.Lgs. 277/91	Direttiva 2003/10/CE	Definizione secondo il D.lgs. e la Direttiva	Direttiva 2003/10/CE	Considerazioni
<u>giornaliera</u>	$L_{EP,d}$	$L_{EX,8h}$	valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di otto ore	Si riferisce a tutti i rumori sul lavoro, incluso il rumore impulsivo	sarebbe opportuno specificare la pericolosità del rumore impulsivo e la sua entità
<u>settimanale</u>	$L_{EP,w}$	$L_{EX,8h}$	valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore.		

- Restringe, rispetto ai tre livelli di azione del D.Lgs. 277/91, di 3 dB[A], (da 90 a 87 dB[A]) il limite massimo e precisa il valore di picco che tiene conto dell'attenuazione prodotta dai protettori auricolari, non considerata negli altri livelli. Quindi bisognerà fare misure in frequenza per tenere conto sia della scala di ponderazione A che dell'attenuazione dovuta all'utilizzo dei DPI. Quest'ultimo valore è indicato dai produttori sulla base delle norme vigenti pur considerando che l'attenuazione è diversa da soggetto a soggetto. In tab. 4 sono riportati sinteticamente tali valori.

Tabella 4 – Differenze tra i valori del D.Lgs. 277/91 e la direttiva 2003/10/CE.

D.lgs. 277/91		Direttiva 2003/10/CE	
Valore limite di esposizione per l'obbligo all'uso dei DPI ed il controllo sanitario	90 dB[A]	87dB[A] $p_{peak} 200Pa$	Valore limite di esposizione per l'obbligo di misure immediate
Valore di azione superiore per la formazione, l'obbligo al controllo sanitario ed alla fornitura dei DPI	85 dB[A]	85 dB[A] $p_{peak} 140Pa$	Valore di azione superiore per l'obbligo al controllo sanitario ed all'uso dei DPI
Valore di azione inferiore per l'informazione ed il controllo sanitario se richiesto	80 dB[A]	80 dB[A] $p_{peak} 112Pa$	Valore di azione inferiore per informazione e formazione, la fornitura dei DPI ed il controllo

- Informa e forma i lavoratori senza distinguere l'attività ed il livello di esposizione in quanto sono tutti soggetti se si rilevano livelli uguali o superiori a 80 dB[A].
- Definisce in maniera più chiara l'obbligo di formalizzare il programma delle misure tecniche ed organizzative quando vengono oltrepassati i valori superiori di azione.

- Prevede una valutazione dei rischi molto più dettagliata rispetto al D.lgs. 277/91 in quanto il datore di lavoro deve prendere in considerazione oltre al livello, al tipo ed alla durata dell'esposizione anche altri punti (vedere art. 4 comma 6) fig. 3.

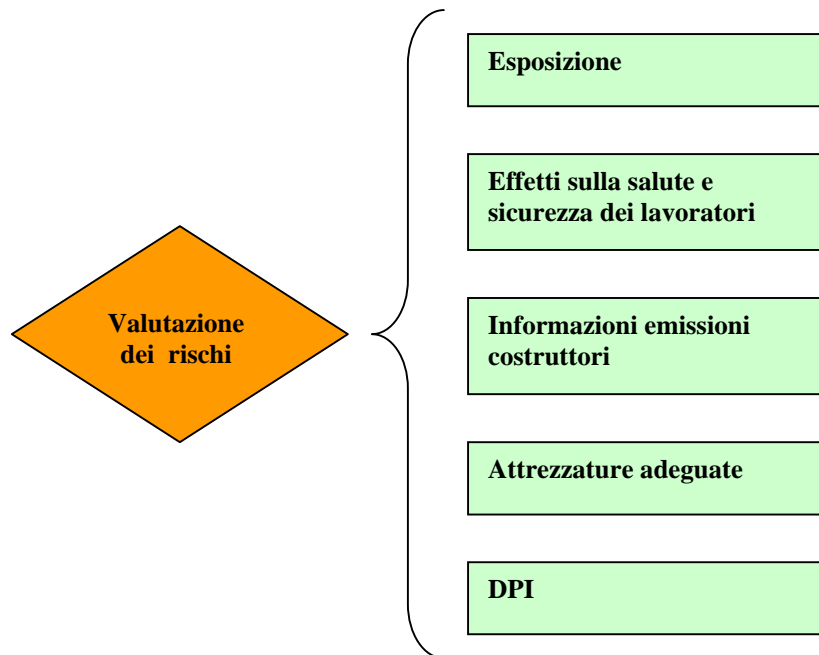


Figura 3 – Valutazione dei rischi².

Sia nel D.Lgs. 277/91 che nella Direttiva 2003/10/CE la valutazione dei rischi deve essere aggiornata regolarmente. Nella Direttiva, inoltre, viene specificato che essa deve essere effettuata anche su richiesta del medico competente non considerando, come nel D.Lgs., la possibile richiesta dell'organo di vigilanza.

² ESPOSIZIONE:

- livello, tipo, durata dell'esposizione
- l'esposizione a rumore impulsivo
- i valori limite di esposizione e i valori di esposizione che fanno scattare l'azione
- l'estensione del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale sotto la responsabilità del datore di lavoro

EFFETTI SULLA SALUTE E SICUREZZA DEI LAVORATORI:

- appartenenti a gruppi a rischio particolarmente esposti
- derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni
- effetti indiretti risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni

INFORMAZIONI EMISSIONI COSTRUTTORI:

- le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità delle direttive comunitarie in materia

ATTREZZATURE ADEGUATE:

- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore

DPI:

- disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione

- Obbliga il datore di lavoro, per valori superiori a 85 dB[A], ad eliminare i rischi alla fonte o a ridurli al minimo mediante misure tecniche, organizzative e procedurali rendendo più efficaci le disposizioni miranti ad escludere o a ridurre l'esposizione al rischio (art.5)³ fig.4 :

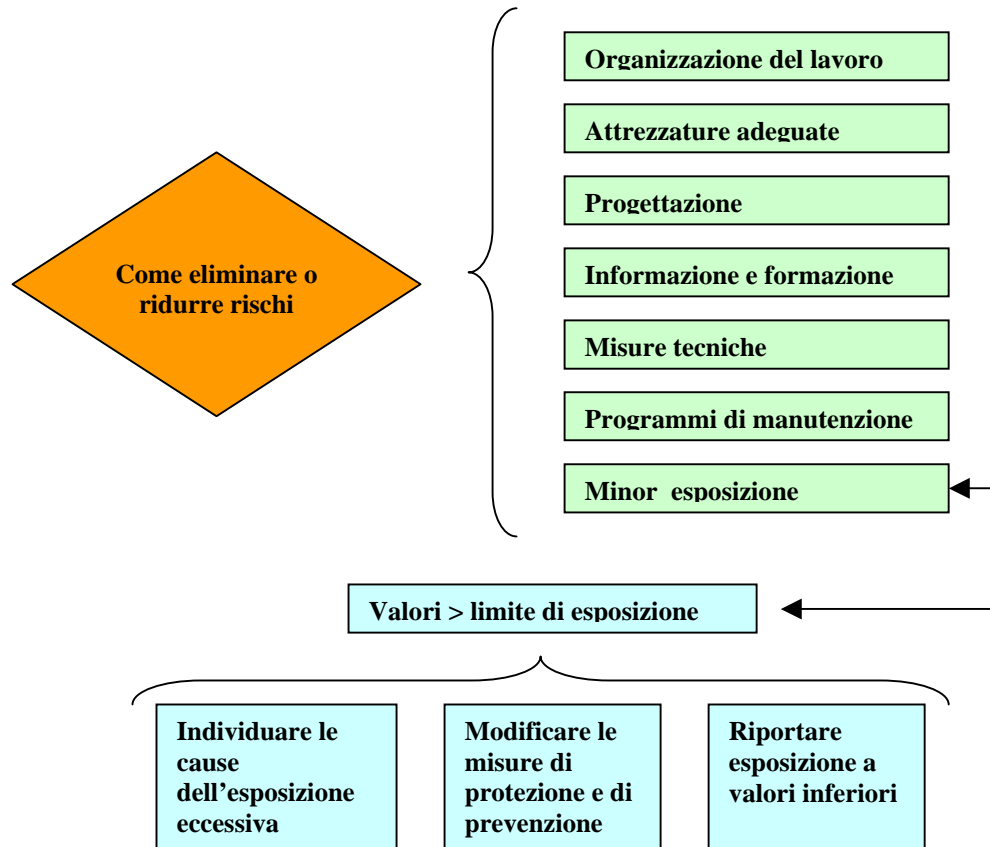


Figura 4 – Come eliminare o ridurre i rischi.

- Tiene conto dei dispositivi di protezione individuale (DPI). L'esposizione quotidiana personale dei lavoratori fino ad ora non valutava gli effetti di questi dispositivi che invece sono considerati nella Direttiva tra le misure immediate da adottare in caso di

³ Art. 5 tiene conto:

- di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore
- della scelta di attrezzature di lavoro adeguate che emettano il minor rumore possibile
- della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro
- dell'informazione e formazione dei lavoratori sull'utilizzo corretto delle attrezzature di lavoro per ridurre al minimo la loro esposizione al rumore
- delle misure tecniche per il contenimento del rumore degli aerei (mediante schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti) e misure strutturali (mediante sistemi di smorzamento o di isolamento)
- degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del posto di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro
- della riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro, cioè limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione ed orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.

superamento dei limiti di esposizione allo scopo di ridurre l'esposizione e non i livelli di rumorosità.

- Prevede il controllo sanitario obbligatorio, come nel D.Lgs. 277/91, per i lavoratori con esposizione a livelli superiori ai valori di azione (85 dB[A] o 137 dB[C]) e lo estende anche ai lavoratori con esposizione superiore ai valori inferiori d'azione (80 dB[A] o 135 dB[C]. A differenza del Decreto, la Direttiva non prevede la contemporaneità tra la richiesta del controllo sanitario del lavoratore e del Medico competente.
- Stabilisce che i luoghi di lavoro, dove i lavoratori possono essere esposti a valori maggiori dei valori superiori di esposizione, devono essere segnalati come nel D.Lgs.277/91 ma nella Direttiva cambiano i valori di esposizione di riferimento (tab.5):

Tabella 5 – Differenze tra il D.Lgs. 277/91 e la Direttiva 2003/10/CE sulla segnaletica.

	Segnaletica per valori di esposizione
D.lgs. 277/91	> 90 dB[A] e $p_{peak} > 200Pa$
Direttiva 2003/10/CE	> 85 dB[A] e $p_{peak} > 140Pa$

- Non definisce, a differenza del D.Lgs. 277/91, i criteri per la misurazione del rumore rinviando la valutazione dell'adeguatezza dei metodi e degli strumenti di misura utilizzati alle norme di buona tecnica. Infatti vengono meno i riferimenti sulla classe di precisione dei fonometri e l'obbligo di calibrazione e taratura degli stessi. Inoltre, nella valutazione del rumore, si considerano le imprecisioni delle misure mentre nel D.lgs 277/91 si prevede che di ogni misura venga indicato solo l'incertezza.

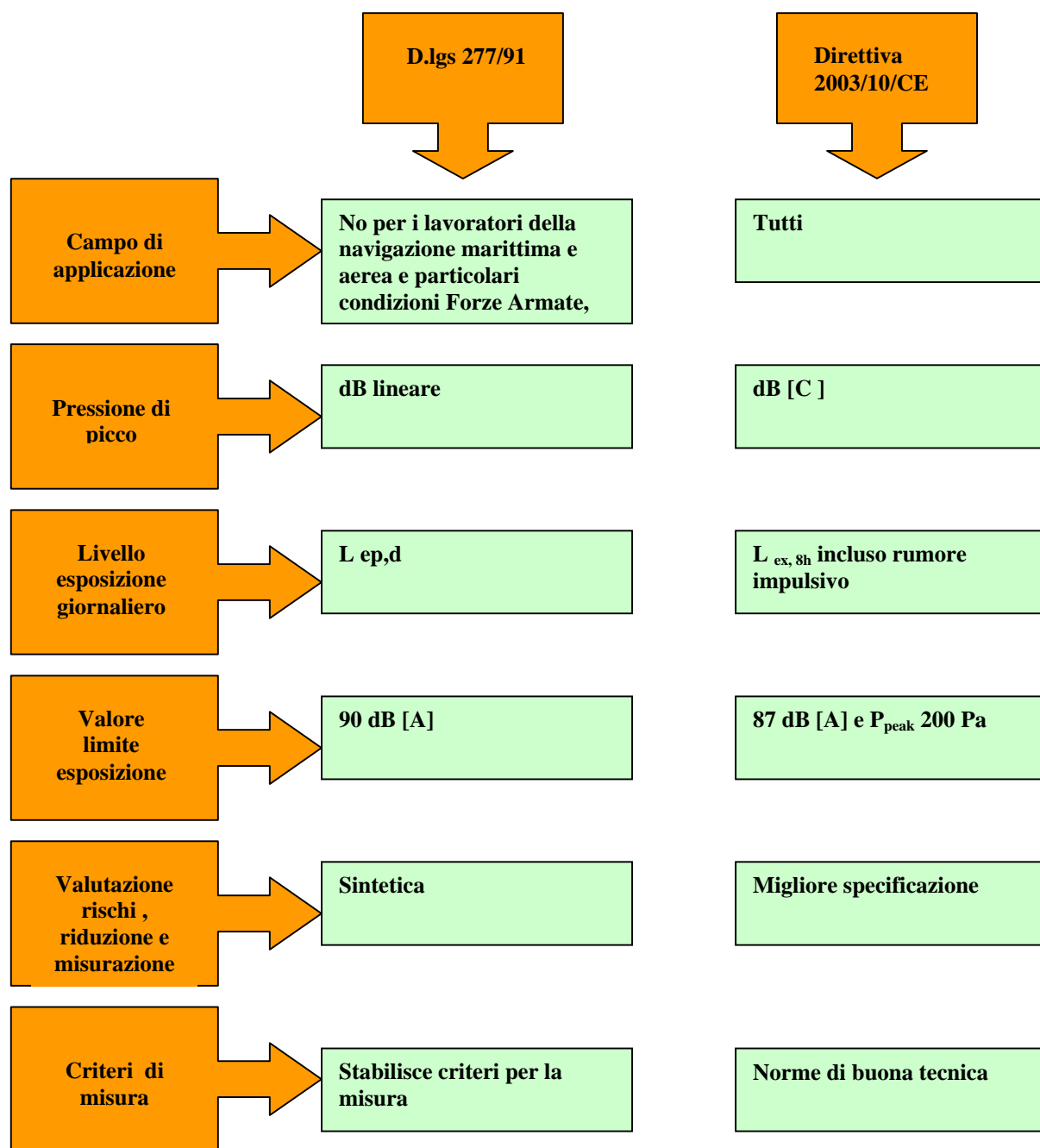


Figura 5 – Schematizzazione delle differenze tra il D.Lgs. 277/91 e la Direttiva 2003/10/CE.

4.2 Differenze tra la nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE e D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195

Nella gazzetta ufficiale *GU n. 124 del 30-5-2006* è stato pubblicato il nuovo decreto legislativo di attuazione della Direttiva 2003/10/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dal rumore, in vigore dal 14 Giugno 2006.

Il Decreto (D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195) abroga il Capo IV del D.Lgs. 277/91, principale normativa attualmente vigente nel campo della protezione dei lavoratori dal rischio rumore e abroga, limitatamente al danno uditivo, l'articolo 24 del Decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 303; la voce «rumori» nella tabella allegata allo stesso Decreto n. 303 del 1956 e' soppressa.

La sua struttura si articola in due capi dove vengono descritti

- le disposizioni generali
- gli obblighi del datore di lavoro

che integreranno il D.Lgs 626/94 sulle misure per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori durante il lavoro in tutti i settori di attività privati o pubblici (Titolo V-bis).

Il Decreto si discosta dalla finalità della direttiva e del D.lgs. 626/94 in quanto circoscrive il suo campo di applicazione ai rischi derivanti dall'esposizione del rumore. Infatti non considera che la disciplina in materia di rumore risulta applicabile non solo alle attività in cui i lavoratori sono effettivamente esposti agli agenti fisici, ma anche a quelle in cui gli stessi possono essere esposti a tali rischi, coerentemente con quanto viene previsto nella Direttiva 2003/10/CE.

Di seguito vengono riportate le differenze tecniche tra il nuovo D.Lgs. e la Direttiva 2003/10/CE:

- Nel Decreto i valori della pressione di picco e i decibel corrispondenti sono stati corretti rispetto alla direttiva che riferiva erroneamente tale valore in dB[A], infatti la “directive 2003/10/EC of the european parliament and of the council” riporta il valore della pressione di picco in dB[C]. La pressione acustica di picco viene definita come pressione acustica ponderata con frequenza “C” in modo da avere una più realistica valutazione del disturbo arrecato ai lavoratori dal rumore (di elevata intensità) alle basse frequenze. Il limite di esposizione e i valori di azione sono sinteticamente di seguito riportati (tab.6):

Tabella 6 – Differenze tra la direttiva 2003/10/CE e il D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195.

	Direttiva 2003/10/CE	D.Lgs. 10 aprile 2006, n.195
Valore limite di esposizione	87dB[A] $p_{peak} 200Pa$ (140 dB[A] riferito a 20μPa)	87dB[A] $p_{peak} 200Pa$ (140 dB[C] riferito a 20μPa)
Valore di azione superiore	85 dB[A] $p_{peak} 140Pa$ (137 dB[A] riferito a 20μPa)	85 dB[A] $p_{peak} 140Pa$ (137 dB[C] riferito a 20μPa)
Valore di azione inferiore	80 dB[A] $p_{peak} 112Pa$ (135 dB[A] riferito a 20μPa)	80 dB[A] $p_{peak} 112Pa$ (135 dB[C] riferito a 20μPa)

- Il Decreto nella definizione del valore limite di esposizione non mette subito in evidenza, come nella direttiva, l'attenuazione dei dispositivi di protezione individuale, indossati dai lavoratori, sulla determinazione dell'effettiva esposizione del lavoratore.
- Nel Decreto non viene più considerato, al superamento dei livelli minimi d'azione, l'obbligo del Datore di lavoro di fare tutto il possibile affinché i lavoratori indossino i DPI ma solamente al raggiungimento e superamento dei livelli superiori di azione (85 db[A] o 137 dB[C])
- Nei criteri a cui devono essere adeguati i metodi e le strumentazioni utilizzate, non sono menzionate, come nella direttiva, le caratteristiche dell'apparecchio di misura.
- La Direttiva, come il precedente D.lgs. 277/91, prescrive che la valutazione dei rischi venga programmata ed effettuata ad opportuni intervalli senza specificare una cadenza precisa, mentre la nuova normativa prevede che la valutazione e le misurazioni vengano programmate ed effettuate almeno ogni quattro anni.
- Le deroghe all'uso dei DPI e al rispetto del valore limite di esposizione non vanno più richieste al Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale (D.Lgs. 277/91) ma all'organo di vigilanza territoriale competente che provvederà a darne comunicazione (sottoscrivendo le ragioni e le circostanze per avere acconsentito alla deroga) al Ministero stesso.

Il nuovo decreto legislativo sulla protezione da agenti fisici si discosta dal D.Lgs. 626/94 in quanto non viene prevista la realizzazione, l'aggiornamento ed invio copia alla ASL e all'ISPESL del registro di esposizione dei lavoratori, considerato sia nella protezione da agenti cancerogeni e mutageni, da agenti chimici che da agenti biologici. Inoltre la realizzazione del registro è stata prevista anche nel D.Lgs. 277/91.

Il presente Decreto, anche se non la prevede, esplicita l'obbligo a formalizzare il programma delle misure tecniche ed organizzative al superamento dei valori superiori di azione.

In questo contesto si perderà l'azione di controllo dell'ASL (seppur minima) che ha permesso in questi anni di programmare gli interventi sulle situazioni a maggior rischio.

Il decreto di recepimento prevede l'entrata in vigore del titolo V bis dopo sei mesi dalla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e differenzia, a seconda del settore, l'obbligo di rispetto dei valori limite di esposizione:

- Settore della navigazione aerea e marittima: entro il 15 Febbraio 2011
- Settore della musica ed attività ricreativa: entro il 15 Febbraio 2008 e l'emanazione entro due anni dalla data di entrata in vigore di linee guida da parte della Conferenza Stato – Regioni.

4.3 Caratteristiche di comfort in un ambiente di lavoro

Per confort acustico si intende quella condizione psicofisica di benessere nella quale si trova un individuo immerso in un campo sonoro, in relazione all'attività che sta svolgendo. L'elemento da valutare è quindi molto soggettivo, legato ad esigenze personali o a particolari sensibilità individuali, delle quali sarà necessario tener conto all'atto della progettazione di un edificio o, caso assai più frequente, nel corso di interventi di miglioria acustica.

Nelle postazioni di lavoro, per non avere nei lavoratori fenomeni di fastidio (annoyance) e di disagio, bisogna garantire un livello di esposizione sonora tale da non avere un disturbo di concentrazione per lo svolgimento dell'attività e garantire inoltre l'intellegibilità delle parole definita come percentuale di parole o frasi correttamente comprese da un ascoltatore rispetto alla totalità delle parole o frasi pronunciate da un parlatore.

Garantire l'assenza di disturbo significa, quindi, ridurre qualsiasi rumore di fondo che mascheri il suono prodotto dal parlatore (rumore prodotto da apparecchiature interne all'edificio o rumori provenienti dall'esterno) e contenere quella sensazione uditiva sgradevole e fastidiosa prodotta da uno stato generale d'insoddisfazione verso l'ambiente acustico.

Esistono norme pratiche di buona tecnica che danno indicazioni su come predisporre le postazioni di lavoro, controllare l'acustica dell'ambiente e collocare le apparecchiature rumorose nel modo più idoneo, specialmente negli uffici cosiddetti "*open plan*".

Ad esempio, fotocopiatrici e stampanti, macchine per fascicolare e punzonare possono essere allocate in ambienti separati, non solo per il rumore ma anche per controllare gli altri inquinanti che esse possono rilasciare nell'aria.

Il sistema maggiormente impiegato per la correzione acustica di un ambiente è la realizzazione di un controsoffitto fonoassorbente realizzato con materiale in grado di assorbire il rumore. Si può dire che tale soluzione abbia ormai sostituito qualsiasi altro tipo di intervento (tendaggi, rivestimento delle pareti, ecc.) poiché, nella maggior parte dei casi, permette di ottenere un adeguato confort acustico senza implicare l'uso di altre soluzioni mitigatrici.

Per la costruzione dei controsoffitti sono impiegati, generalmente, pannelli in alluminio, in PVC, in gesso, in lana di vetro con superficie a vista trattata o in fibre minerali.

La lana di vetro usata come fonoassorbente deve essere sigillata per evitare la dispersione delle fibre che, sfaldandosi, potrebbero essere inalate dal lavoratore. Questi materiali si prestano bene a trattamenti acustici di uffici, sale e locali pubblici.

Per isolare un pavimento dai rumori di calpestio si può utilizzare un “pavimento galleggiante”, costituito da un materiale elastico ma ammortizzato, su cui realizzare un massetto (in questo modo si ottengono abbattimenti di oltre 20 dB) oppure un sistema resiliente a secco costituito da pannelli rigidi e feltrino preaccoppiati di basso spessore, su cui incollare il nuovo rivestimento (abbattimento del rumore 17-20 dB).

Il rumore prodotto dalle vibrazioni delle tubazioni, condotte ed impianti per la movimentazione dei fluidi può essere attutito fasciando semplicemente gli elementi con lana di roccia rivestiti con lamine di acciaio o similari.

Quindi, per controllare e ridurre le sorgenti di rumore nei luoghi di lavoro, bisogna:

- Usare materiali fonoassorbenti.
- Usare materiali specifici.
- Diminuire la concentrazione delle macchine.
- Allontanare per quanto possibile il lavoratore dalla macchina stessa.
- Intervenire sulle macchine (sostituendole, isolandole, ...).

In funzione della destinazione d'uso dell'unità immobiliare (uffici singoli, open space, ecc.) bisogna considerare alcuni parametri⁴:

- Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) cioè la proprietà di una struttura d'impedire l'immissione del suono in un ambiente ricevente.
- Potere fonoisolante (R'_w) apparente di pareti divisorie fra ambienti.
- Tempo di riverberazione. Esso serve a definire la qualità acustica di un locale ed indica il tempo, in secondi, che impiega il suono a diminuire di 60 dB dopo la sospensione della fonte sonora e varia in modo proporzionale al volume. È necessario considerare che ad un incremento del volume dell'ambiente corrisponde un aumento del tempo di riverberazione (eco).
- Livello di rumore da calpestio ($L'_{n,w}$).
- Rumore impianti $L_{A_{smax}}$ (livello massimo di rumore per gli impianti a funzionamento discontinuo, ad esempio scarichi) e L_{Aeq} (livello massimo di rumore per gli impianti a funzionamento continuo ad esempio caldaie e condizionatori).
- Rumore di fondo. Esso è il livello sonoro presente in un ambiente in assenza del rumore generato dalla sorgente che si vuole misurare.

- ⁴ ISPESL, *Manuale di buona pratica: metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*, 2005

- Livello di esposizione.

Affinché il rumore di fondo nell'ambiente di lavoro non interferisca con l'attività svolta bisogna considerare i seguenti parametri:

Tabella 7 – Alcuni parametri di riferimento a seconda della destinazione d'uso.

Destinazione d'uso	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,n T,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
abitazioni, alberghi	50	40	63	35	35
uffici, palestre, negozi	50	42	55	35	35

- **Livello equivalente ambientale:** non deve essere superiore a 45dB[A] in uffici singoli per compiti che richiedono concentrazione, non deve essere superiore a 55dB[A] e a 65 dB[A] per uffici open-space (UNI EN ISO 11690 – 1 : 1998)⁵.
- **Rumore di fondo,** rilevato nell'ambiente in assenza delle persone e dell'attività tipica del locale ma con impianti tecnici dell'edificio in funzione, non deve essere superiore a 40 dB[A] per uffici singoli e a 45 dB[A] per uffici open-space (UNI EN ISO 11690 – 1 : 1998).
- **Livello corretto del rumore di impianto:** indica il livello continuo equivalente di pressione sonora prodotto dal solo impianto di riscaldamento, condizionamento ecc. (corretto per tenere conto delle eventuali componenti impulsive e tonali e delle caratteristiche fonoassorbenti). Non deve essere superiore a 35 – 40 dB[A] per uffici singoli ed inferiore a 45 dB[A] per gli open – space (UNI 8199:1998).
- **Tempo di riverberazione,** compreso tra 0.5 ed 1s nella gamma di frequenza da 250Hz a 4 kHz, dipende dal tipo di volumetria del locale (UNI EN ISO 9241 – 6 : 2001).

La norma (UNI EN ISO 11690 – 1 : 1998) dovrebbe specificare meglio come sono strutturati gli uffici singoli, il tipo di attività ecc. in quanto i decibel (secondo la norma per un ufficio singolo pari a 45 dB[A]) riscontrati in una conversazione tra due persone sono pari a 50 dB[A] senza considerare lo squillo del telefono, il computer acceso e/o la stampante in funzione.

⁵ Negli ambienti lavorativi dove si effettuano conversazioni telefoniche (call-center) il valore limite di esposizione di otto ore lavorative può essere di 65 dB[A].

Inoltre è difficile ottenere un valore del livello equivalente ambientale di 45 dB[A] in uffici singoli quando il rumore di fondo non deve superare i 40 dB[A], (il lavoratore dovrebbe stare in ufficio senza muoversi e senza parlare).

Di seguito vengono riportati le rilevazioni effettuati su alcuni uffici dislocati nel territorio nazionale⁶:

Open space	Uffici con 2-3 persone
60.8 dB[A]	54.9 dB[A]
63.6 dB[A]	58.4 dB[A]
66 dB[A]	56.3 dB[A]
64.9 dB[A]	58.6 dB[A]

I costi elevati di locazione o vendita degli uffici, la difficoltà da parte delle Società di trovare uffici rispondenti alla normativa vigente e localizzati in luoghi che soddisfino i lavoratori (presenza di mezzi pubblici), la necessità di avere per ogni lavoratore spazi di gran lunga maggiori di quelli previsti al punto 6 lettera b) e c) del D.P.R. 303/56 (due metri quadrati o dieci metri cubi per lavoratore quando la sola scrivania con la sedia occupa circa 2 mq), portano le aziende a creare gli open space.

Il lavoratore Italiano accetta con tante riserve questo tipo di collocazione, riserve che aumentano scendendo lungo la Penisola.

Vale la pena evidenziare che è proprio il rumore del vocio, del telefono, delle abitudini personali dei lavoratori come il ticchettio della penna o della matita sulla ad aumentare lo stress e a creare conflitti tra i lavoratori stessi.

La sistemazione dei locali deve essere concepita in modo globale integrando nella valutazione diversi elementi come:

- *L'ambiente luminoso* (illuminazione naturale, illuminazione artificiale, orientamento dei posti in rapporto alle finestre secondo i vincoli specifici di ciascun posto e secondo l'attività).
- *L'aerazione* (tenendo conto in particolare del numero dei ricambi d'aria e della velocità dell'aria stessa che può portare disagio al lavoratore).
- *L'ambiente acustico* (insonorizzazione delle pareti e dei pavimenti, separazione dei reparti e degli open space con pannelli fonoassorbenti, isolamento delle fonti).

⁶ Rilevazioni effettuate dall'Ing. Roberta Caleprico.

- *Le condizioni microclimatiche* idonee ad ottenere il benessere termico dei lavoratori (umidità, velocità e temperatura dell'aria insieme alla temperatura media radiante). Esse possono influenzare gli scambi termici tra uomo ed ambiente (sensazione di benessere) e possono favorire la produzione o il rilascio di contaminanti nell'aria dei locali chiusi di lavoro (confinati) provocando una condizione di stress per i lavoratori.).
- *L'organizzazione del lavoro.*
- *La formazione e l'informazione dei lavoratori* con l'obiettivo di modificare i comportamenti e gli atteggiamenti dei lavoratori.
- *L'emergenza* per l'evacuazione dei lavoratori.

In questo modo è possibile creare tutte quelle condizioni di benessere globale per il lavoratore che non vengono considerate direttamente nel D.P.R. 303/56, decreto importante per quegli anni ma da integrare in quanto non considera gli adeguamenti al progresso tecnico come previsto dal D.lgs. 626/94.

Nel D.P.R., infatti, è stato valutato uno spazio di 2 mq o 10 mc per addetto al lordo degli arredi, scrivanie, stampanti, ecc.

Le scrivanie devono essere conteggiate nei limiti dello spazio-persona e devono inoltre essere conteggiati gli spazi tra le scrivanie cioè una distanza che, in caso di evacuazione per incendi, dia la possibilità al lavoratore di allontanarsi celermente dal luogo di lavoro (generalmente 80 cm).

In questo contesto, considerando le norme tecniche (UNI e UNI EN) che specificano le dimensioni ottimali delle scrivanie⁷, del sedile di lavoro, degli armadi ecc. e le norme di sicurezza sull'evacuazione, è possibile affermare che sarebbe opportuno dare ad ogni lavoratore uno spazio di circa 6 mq.

In un locale di 20 mq. è quindi ipotizzabile la presenza, al massimo, di tre lavoratori.

Un numero troppo elevato di persone in un locale (2mq per persona) provoca un innalzamento della temperatura ambiente, della temperatura media radiante ed un aumento dell'anidride carbonica.

Il lavoratore, in queste condizioni esasperate, è orientato a richiamare aria dall'esterno (aprendo le finestre per lungo tempo) senza considerare le ripercussioni di questa azione (come le correnti d'aria, la mancata climatizzazione degli ambienti in estate ed in inverno,

⁷ Tavolo di lavoro: Larghezza variabile dai 90 a 160 cm e profondità dai 70 a 90 cm

l'innalzamento del rumore all'interno del locale) che possono creare sintomi di malessere generale denominati "Sick Building Syndrome" (Sindrome da Edificio Malato).

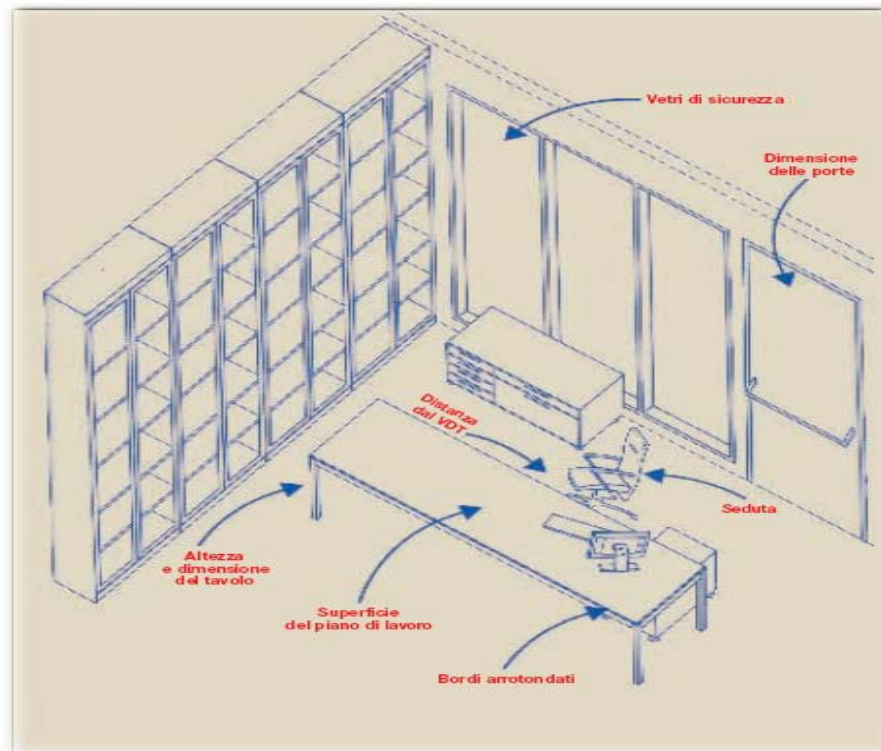


Figura 6 – Ambiente lavorativo.

Il Datore di lavoro deve garantire al lavoratore tutte le possibili condizioni di benessere (D.lgs. 626/94 art.33) infatti, le escursioni ammesse per i principali parametri microclimatici che influiscono sul benessere termico, sono in genere le seguenti:

- Ventilazione da 0,05 a 0,2 m/sec
- Umidità relativa dal 30% al 70%
- Temperatura da 18°C a 24°C.

In contraddizione con il citato D.P.R. subentra inoltre la normativa antincendio in particolar modo il nuovo D.M. del Ministero dell'Interno del 22/02/06 sull' "approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici" e il D.M. 10/03/98 "criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro". Il nuovo D.M. è applicabile agli edifici e/o locali destinati ad ufficio di nuova costruzione e a quelli esistenti in cui si insediano uffici di nuova realizzazione o già adibiti ad uffici qualora siano oggetto di modifiche sostanziali.

Nel nuovo D.M. sopra menzionato viene precisato, in base alla utilizzazione delle aree, il **massimo affollamento ipotizzabile** per l'evacuazione in caso di emergenza in uno stabile e/o locale adibito ad ufficio con più di 25 persone:

- *Aree destinate ad attività lavorative:* 10 mq per persona (0.1 persone/mq) e comunque pari al numero degli addetti effettivamente presenti incrementato del 20%.
- *Aree dove è previsto l'accesso al pubblico:* 2.5 mq per persona (0.4 persone/mq).

In base al D.M 10/03/98 nei luoghi a rischio di incendio medio o basso bisogna considerare inoltre l'affollamento delle persone presenti nel piano e la larghezza complessiva delle uscite di piano tramite una formulazione che mette in relazione l'affollamento e la larghezza sufficiente al transito di una persona (0.80 cm: modulo unitario di passaggio). Ipotizzando un affollamento per piano di 50 persone si ottiene una larghezza dell'uscita di 0.80 cm.

In questo contesto è possibile affermare che 6mq per persona più i servizi del piano (bagni, sale riunioni, corridoi, archivi, ecc.) sono le dimensioni minime ottimali per fornire ad un lavoratore uno spazio vitale sufficiente.

A seguito di queste precisazioni appare evidente e necessario che l'azienda analizzi gli spazi operativi, l'organizzazione del lavoro, l'ergonomia, l'emergenza evacuazione e che verifichi periodicamente i miglioramenti apportati sul benessere di un lavoratore tramite indagini informative, rilievi fonometrici, rilievi microclimatici e, se è necessario, rilievi sulla qualità dell'aria (presenza di CO₂, CO etc.)

Durante le rilevazioni fonometriche negli ambienti lavorativi è importante che il tecnico competente in acustica prenda in considerazione un errore frequente di rilevazione, dovuto al fatto che, si troverà spesso ad operare in condizioni non corrispondenti alla realtà lavorativa in quanto i lavoratori, se a conoscenza del tipo di rilievo, tenderanno ad amplificare il rumore (parleranno a voce più sostenuta tra di loro o al telefono).

CAPITOLO 5 – INQUINAMENTO ACUSTICO AMBIENTALE

5.0 Introduzione ed evoluzione della normativa

La legislazione italiana in materia di inquinamento acustico ambientale fino al 1995 mancava di un inquadramento generale del problema con la definizione di criteri, competenze, scadenze, controlli e sanzioni.

In relazione alla grave situazione di inquinamento acustico presente nel territorio nazionale è stato emanato nel 1991 (**D.P.C.M. del 1° marzo 1991**) il primo atto normativo che fissa i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Solo in seguito, con la legge quadro sull'inquinamento acustico (**legge 447/95**), si è assistito ad un consistente cambiamento della politica acustica con provvedimenti di natura amministrativa, tecnica e gestionale sul rumore ambientale.

La legge fissa le finalità e definisce l'inquinamento acustico in maniera più ampia e articolata rispetto al D.P.C.M. del 1° marzo 1991, individua le sorgenti di rumore ed i valori limite.

In particolare stabilisce le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province, dei Comuni e degli Enti gestori o proprietari delle infrastrutture di trasporto in materia di inquinamento acustico.

Tale norma fornisce le indicazioni per la predisposizione dei piani di risanamento acustico (P.R.A.) e per le valutazioni di impatto acustico, imponendo alle imprese, che immettono inquinamento acustico nell'ambiente esterno, di avviare una politica di graduale controllo e riduzione del rumore allo scopo di non recare disturbo all'ambiente circostante.

Tale legge ha impostato le strategie di contenimento del rumore sui seguenti quattro argomenti principali

- *Prevenzione*: i Comuni possono richiedere, in sede di costruzione, modifica o ampliamento di un'infrastruttura, una valutazione di impatto acustico.
- *Protezione o contenimento alla sorgente*: limitare, prima della commercializzazione, il livello di emissione delle diverse tipologie di vettori (collaudo, omologazione e certificazione).

- *Gestione*: definire i limiti che le varie infrastrutture devono rispettare, prevedendo, inoltre, che i piani gestionali delle infrastrutture e la pianificazione degli usi del territorio tengano conto del problema rumore ambientale.
- *Risanamento*: stabilire le modalità di predisposizione e le responsabilità di attuazione dei piani di risanamento, da realizzarsi quando il rumore di un'infrastruttura supera i limiti previsti.

Tale legge rimanda a specifici regolamenti di attuazione il completamento della disciplina tecnica di settore.

L'emanazione dei decreti e dei regolamenti di attuazione citati è stata demandata, in via principale, a livello statale, al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ed al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, mentre l'attività di pianificazione, controllo e vigilanza, per l'applicazione dei citati decreti, è stata posta a carico delle Regioni, Province e Comuni.

Oltre ai decreti attuativi devono essere emanati dei regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora, relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo ed aereo, dagli autodromi, piste motoristiche, imbarcazioni di qualsiasi natura e nuove localizzazioni aeroportuali.

Nella figura 7 sono evidenziati in maniera sintetica i compiti affidati all'Amministrazione Centrale dello Stato con l'indicazione dei diversi livelli di intervento (legislativo e gestionale).

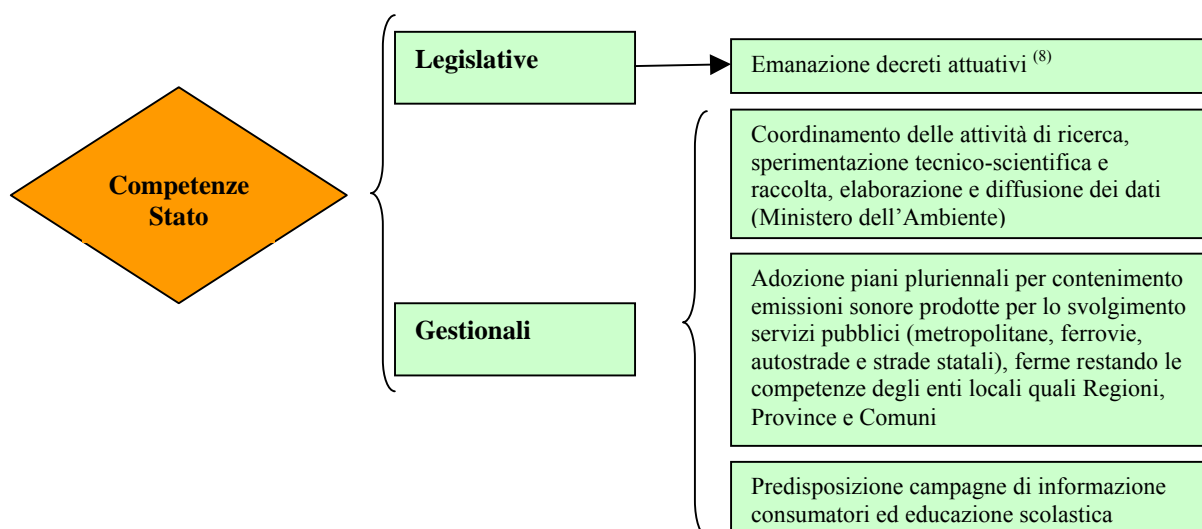


Figura 7 – Competenze Stato⁸ (art. 7)

Alle Regioni la Legge assegna, invece, un ruolo di indirizzo e coordinamento delle attività in materia di inquinamento acustico e, in particolare, assegna loro il compito di definire, tramite legge, i criteri con cui i Comuni effettueranno la classificazione acustica del proprio territorio.

Nella figura 8 vengono evidenziate le attività comunemente svolte dalle Regioni per disciplinare le azioni svolte dalle Province, Comuni ed Enti competenti nonché le proprie competenze di natura tecnica-amministrativa.

⁸ EMANAZIONE DECRETI ATTUATIVI:

- fissazione dei limiti di emissione e di immissione, dei valori di attenzione e di qualità
- tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico tenendo conto delle caratteristiche peculiari del rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto
- 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; definizione del ruolo e della qualificazione dei soggetti preposti alle azioni precedentemente descritte
- procedure di verifica periodica dei valori limite di emissione per aeromobili, natanti, e veicoli circolanti su strada
- determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore
- determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici ed i requisiti passivi di edifici e componenti
- determinazione dei requisiti acustici dei sistemi di allarme anche antifurto con segnale acustico e dei sistemi di refrigerazione
- disciplina della installazione, della manutenzione e dell'uso dei sistemi di allarme anche antifurto ed anti-intrusione
- determinazione dei requisiti acustici dei sistemi di refrigerazione
- criteri di progettazione, di esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti
- determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante o di pubblico
- determinazione dei criteri di misura del rumore e contenimento dell'inquinamento acustico emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura
- determinazione dei criteri di misurazione del rumore e contenimento dell'inquinamento acustico emesso dagli aeromobili.

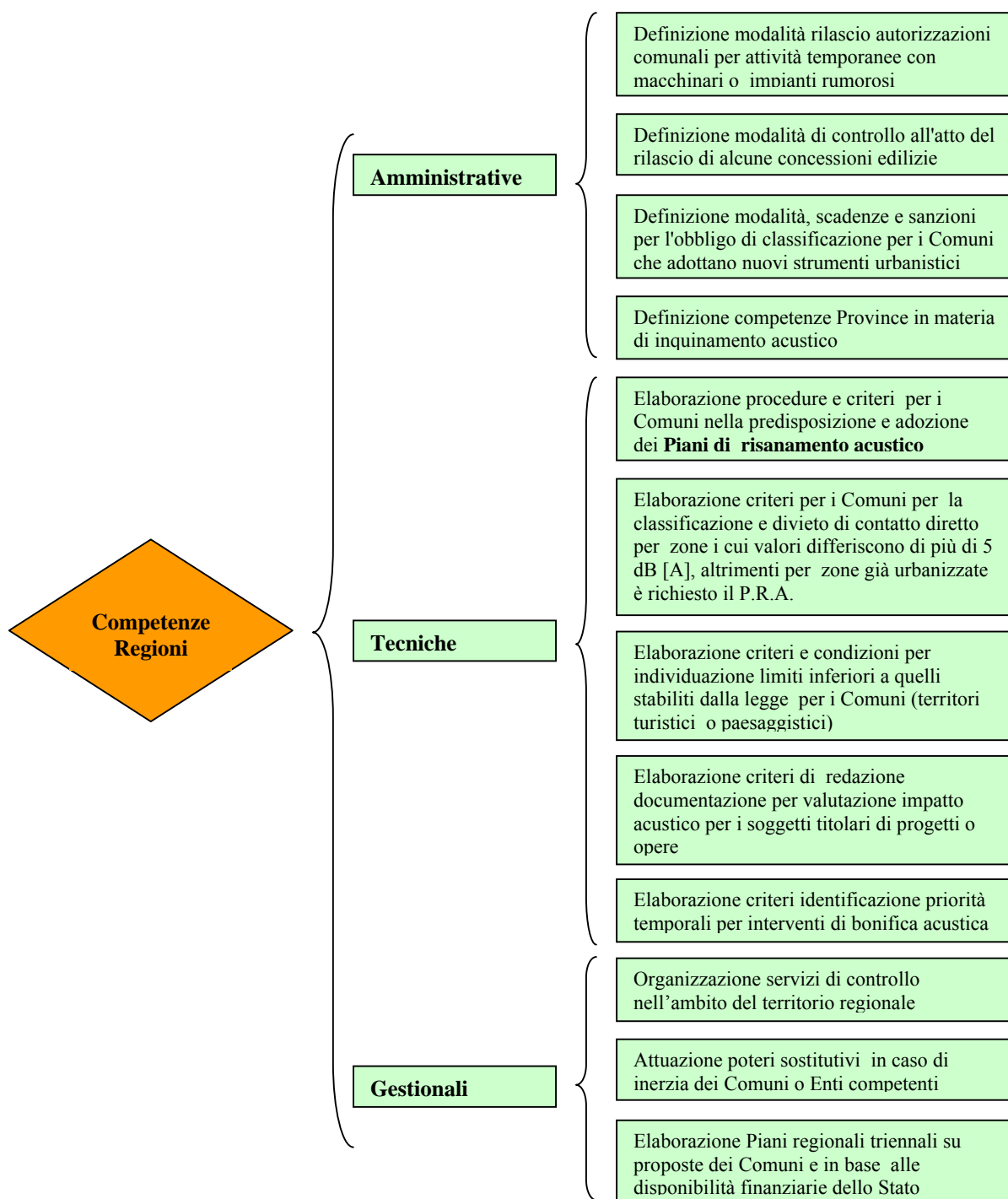


Figura 8 – Competenze Regioni (art. 8)

In particolare alla Provincia sono state affidate le funzioni di controllo e vigilanza qualora le problematiche di inquinamento acustico riguardino ambiti territoriali ricadenti sul territorio di più Comuni compresi nella circoscrizione provinciale.

I siti collocati all'interno del territorio di un unico Comune, invece, sono di competenza della stessa municipalità.

Nella figura 9 vengono riportate le competenze principali delle Province suddivise tra quelle già previste dalla legge quadro e quelle che saranno loro demandate dalle rispettive Regioni.

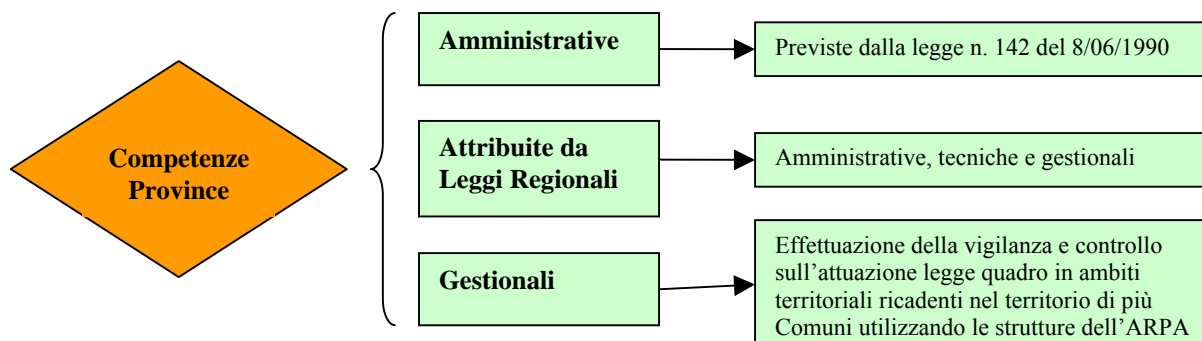


Figura 9 – Competenze Province (art. 9)

Il Comune, mediante questa legge (447/95), assume un ruolo molto importante nella tutela dall'inquinamento acustico.

Infatti, oltre a costituire l'ente locale più vicino al cittadino, ha l'obbligo fondamentale di effettuare la classificazione del territorio, la cosiddetta "zonizzazione acustica" e adottare Piani di Risanamento Acustico facendo riferimento alle linee guida elaborate dall'ANPA nel 1998 (ora APAT) qualora la Regione non abbia elaborato i criteri guida.

Le competenze dei Comuni devono essere armonizzate con leggi statali e regionali.

La zonizzazione rappresenta il punto di partenza per il controllo del rumore e si basa sulla suddivisione del territorio in zone omogenee dal punto di vista acustico, cioè aree che abbiano analoghe caratteristiche urbanistiche di fruibilità e funzionalità secondo il D.P.C.M. 14 novembre 1997 ("determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore").

In questo Decreto vengono riportati, oltre ai limiti acustici, le caratteristiche generali delle diverse classi omogenee in cui deve essere suddiviso il territorio (tab. 8).

Tabella 8 – Classi di destinazione d'uso del territorio.

N°	Classi di destinazione d'uso del territorio	Definizioni:
I	Aree particolarmente protette	aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, parchi pubblici, ecc.
II	Aree prevalentemente residenziali	aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
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 ecc.
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.

Nel Decreto vengono definiti i valori limite delle sorgenti sonore elencate nella Legge quadro in base ai tempi di riferimento diurno e notturno per le sei classi acustiche precedentemente definite:

- **limiti di emissione** sono i valori massimi di rumore che possono essere emessi da una sorgente sonora, misurati in prossimità della sorgente stessa.
- **limiti di immissione** rappresentano i valori massimi di rumore che possono essere immessi nell'ambiente abitativo o esterno, misurati in prossimità dei recettori.

Questi ultimi si distinguono, a loro volta in **assoluti** (determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale) e **differenziali** (determinati con riferimento alla differenza tra livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo).

Devono essere determinati, inoltre, **valori di attenzione** (quelli che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente) e **valori di qualità** (gli obiettivi di tutela da conseguire nel breve, medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodologie di risanamento disponibili). Per quanto riguarda i valori limite di immissione da tutte le sorgenti, il Decreto prevede che questi devono essere tali da rispettare il livello massimo di rumore ambientale previsto per la zona in cui il rumore viene valutato.

In questo modo vengono fissati i limiti e le restrizioni d'uso su tutto quello che è presente o che sarà costruito nel territorio, in modo da garantire condizioni acustiche ideali e conciliare la tutela della salute della popolazione con l'esercizio delle attività (produttive, commerciali, terziarie, ecc.).

Nella figura 10 vengono riportate sinteticamente le competenze dei Comuni.

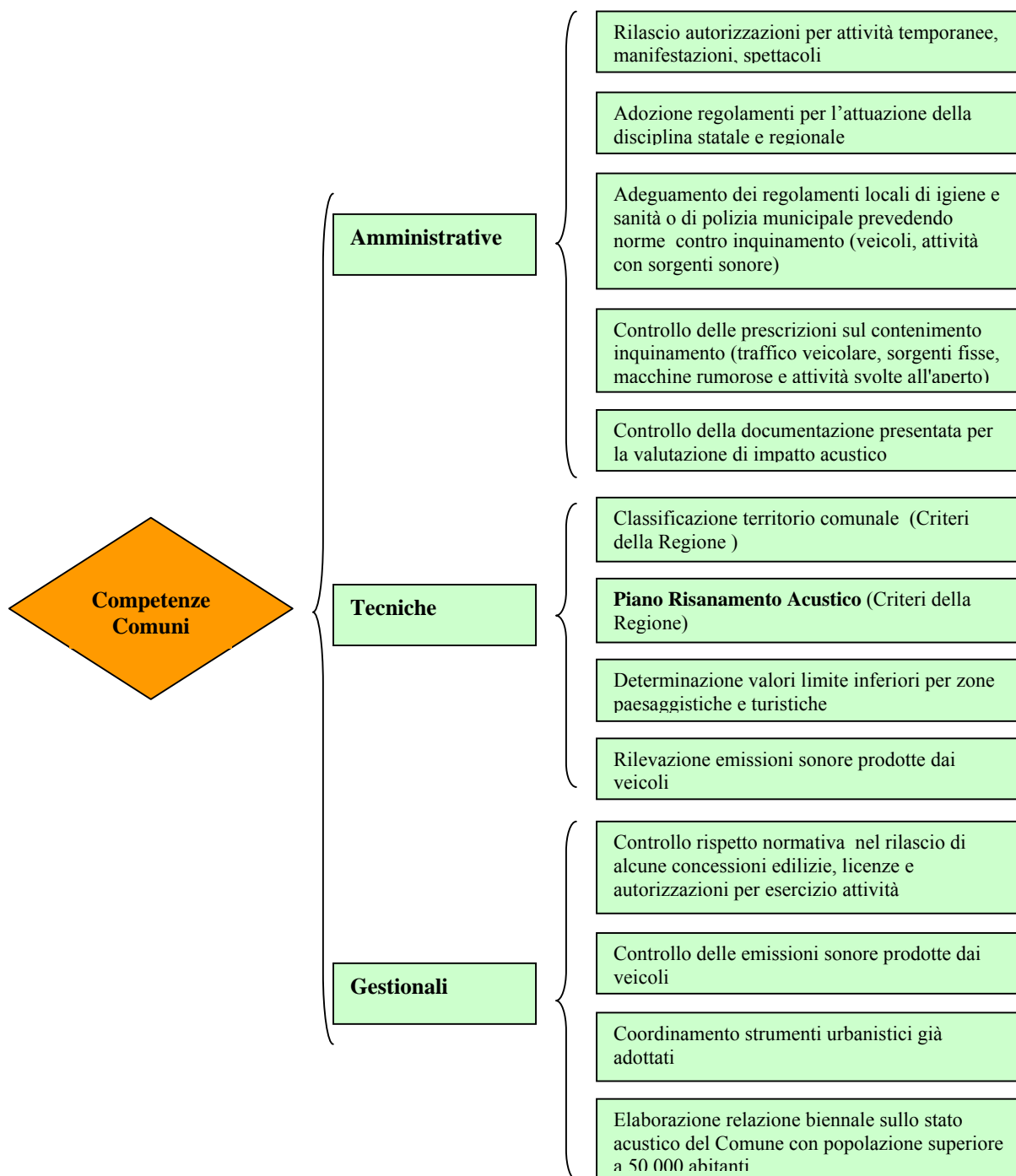


Figura 10 – Competenze Comuni (art. 10)

La legge quindi obbliga i Comuni ad effettuare la zonizzazione acustica affidando però alle Regioni il compito di elaborare dei criteri guida e, in caso di inerzia, anche di esercitare poteri sostitutivi.

Il criterio di base per la individuazione e la classificazione delle differenti zone acustiche del territorio è legato alla effettiva fruizione del territorio stesso, pur tenendo conto delle destinazioni previste dal Piano Regolatore e dalle eventuali sue variazioni in itinere.

Da un punto di vista strettamente metodologico, è consigliabile iniziare con la definizione delle zone particolarmente protette (classe I) e di quelle a più elevato livello di rumore (classi V e VI), in quanto più facilmente identificabili in base alle particolari caratteristiche di fruizione del territorio o a specifiche indicazioni del Piano Regolatore, per poi proseguire con l'assegnazione delle classi intermedie. Nella fig. 11 viene rappresentato un esempio di diagramma di flusso che indica la linea seguita per la stesura della configurazione preliminare della zonizzazione acustica del Comune di Livorno.

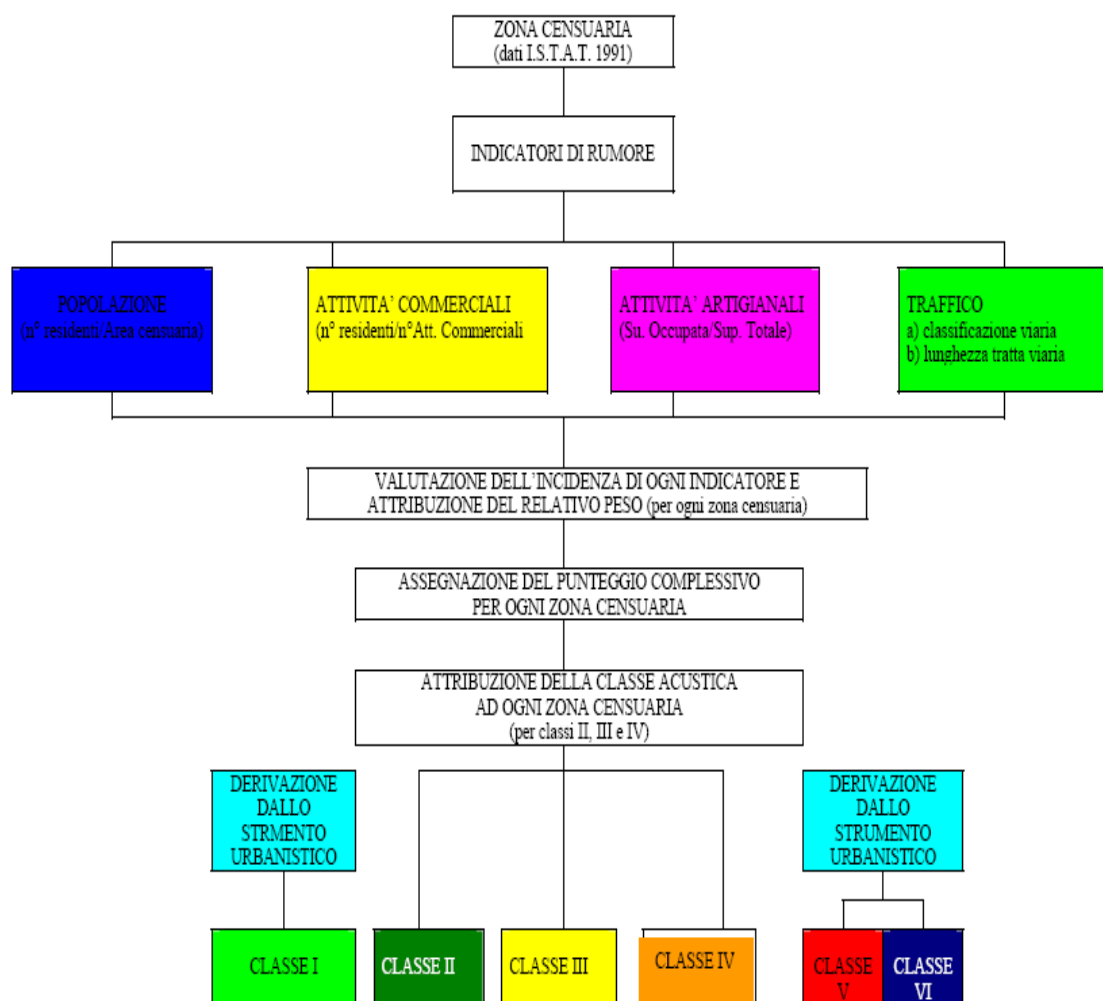


Figura 11 – Diagramma di flusso indicante la linea seguita per la stesura della configurazione preliminare della zonizzazione.

Nella fig.12 sono stati schematizzati gli step che deve effettuare il Comune per la zonizzazione:

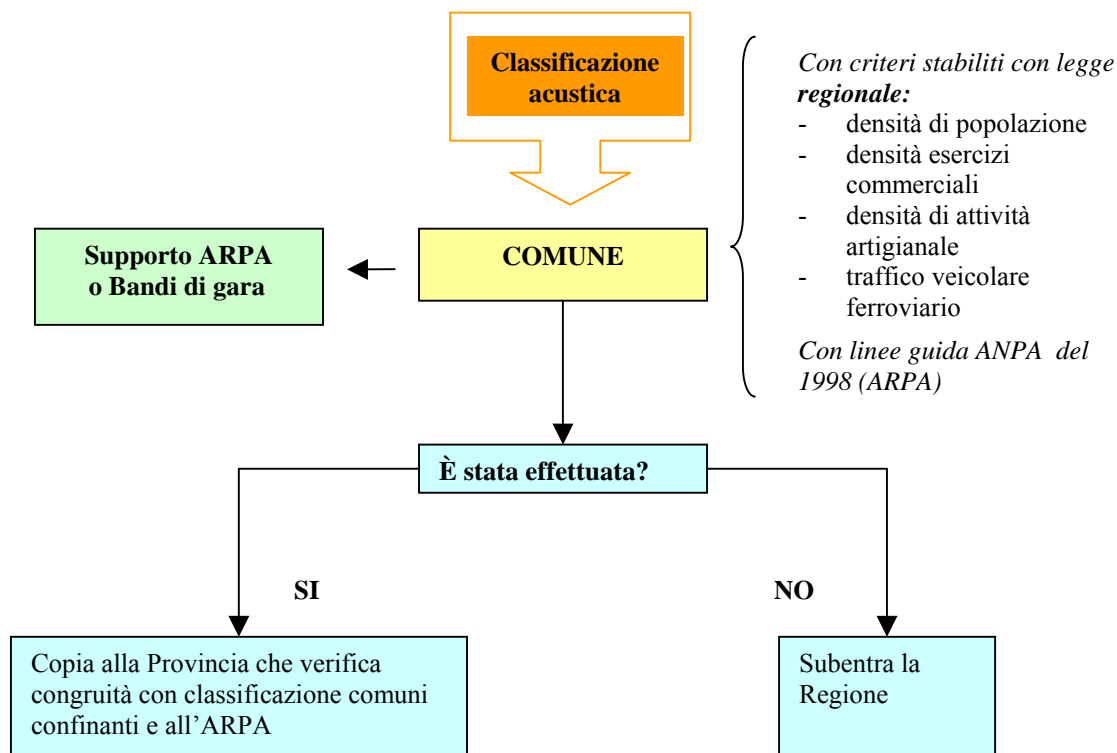


Figura 12 – Classificazione acustica

L'elaborato finale, contenente la zonizzazione acustica, è rappresentato da una cartografia di scala opportuna e da una relazione tecnica descrittiva. Poiché la normativa nazionale non indica la scala per la rappresentazione della zonizzazione, ne' specifica le modalità per la rappresentazione grafica delle sei zone, si può fare riferimento ai criteri indicati dalle diverse Regioni che hanno emanato normative in merito e alla norma UNI 9884 (Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale).

Per quanto riguarda la scala, tutte le Regioni convengono che è opportuno rappresentare la zonizzazione acustica in scala 1:10.000 per tutto il territorio comunale, scendendo più in dettaglio (scala 1:5.000 o anche 1:2.000) solo per le parti più densamente urbanizzate o per i piccoli Comuni.

In particolare, sarà compito delle rispettive ARPA verificare l'applicazione omogenea dei criteri regionali e segnalare eventuali incompatibilità tra le proposte dei vari Comuni, in relazione alle zone adiacenti ai confini comunali. Nella procedura, se necessario, potranno essere coinvolti anche i rappresentanti dei competenti Assessorati Provinciali.

La zonizzazione acustica rappresenta il punto di partenza per il controllo del rumore che deve essere affiancata dalla determinazione dei livelli acustici realmente presenti sul territorio.

Dalla sovrapposizione della zonizzazione acustica con i livelli acustici realmente presenti sul territorio, sarà possibile caratterizzare gli scostamenti rispetto ai limiti, per avviare il Piano di Risanamento Acustico (P.R.A.), in modo da ridurre i livelli di rumore presenti nel territorio e raggiungere così i valori di qualità.

La scelta sul territorio dei punti di misura è un'operazione che si effettua in fase di progettazione del P.R.A. e si procede individuando le principali sorgenti di rumore, in prossimità delle quali effettuare i rilievi e le aree interessate da queste emissioni sonore. Vengono elaborati dei modelli previsionali del rumore, attraverso l'ausilio di un software di simulazione, per effettuare un confronto tra scenari alternativi (ubicazione di sorgenti, distribuzione del traffico, ecc.), per prevedere l'effetto di nuove opere sull'ambiente circostante (pubblici esercizi, attività produttive, strade etc.), per valutare l'efficacia degli interventi di risanamento acustico in fase progettuale, per la determinazione del contributo di una sorgente in uno scenario caratterizzato dalla presenza di più sorgenti non disattivabili. Nell'implementazione dei modelli bisogna considerare diversi fattori come la direzionalità del vento (rosa dei venti), l'orografia del terreno, le dimensioni, posizione ed altezza degli edifici, la disposizione delle finestre, la tipologia dell'edificio (garage, officina, abitazione, industria, ecc.), la tipologia della facciata, la tipologia e la forma delle strade, ecc. Proprio la modalità di rilievo del campione rende difficile un controllo da parte delle ARPA in quanto alcuni dati di input potrebbero risultare differenti da tecnico a tecnico, senza dimenticare l'errore percentuale sulla misurazione dovuto al programma di simulazione.

In questa fase è necessaria quindi, la conoscenza diretta dell'area da risanare, dal punto di vista morfologico e della distribuzione delle attività antropiche. Infatti il P.R.A. deve essere coordinato con il Piano Urbano del Traffico e con tutti gli altri piani previsti in materia ambientale e deve recepire il contenuto dei Piani per il contenimento delle emissioni sonore prodotte durante lo svolgimento di servizi pubblici essenziali (trasporto, raccolta dei rifiuti, pulizia delle strade, ecc.), siano essi di competenza dello Stato, delle Regioni e delle Province o di Società esterne. I Comuni possono richiedere un supporto tecnico alle ARPA (quest'ultima, molto spesso, assume funzioni di controllo) o a tecnici competenti in acustica.

Nei Comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti, la Giunta comunale e' tenuta a presentare al Consiglio comunale una relazione biennale sullo stato acustico dell'ambiente urbano. Il Consiglio comunale approva la relazione e la trasmette alla Regione e alla Provincia per le iniziative di rispettiva competenza. Le figg. 13 e 14 schematizzano gli elementi che caratterizzano il piano di risanamento acustico il P.R.A.:

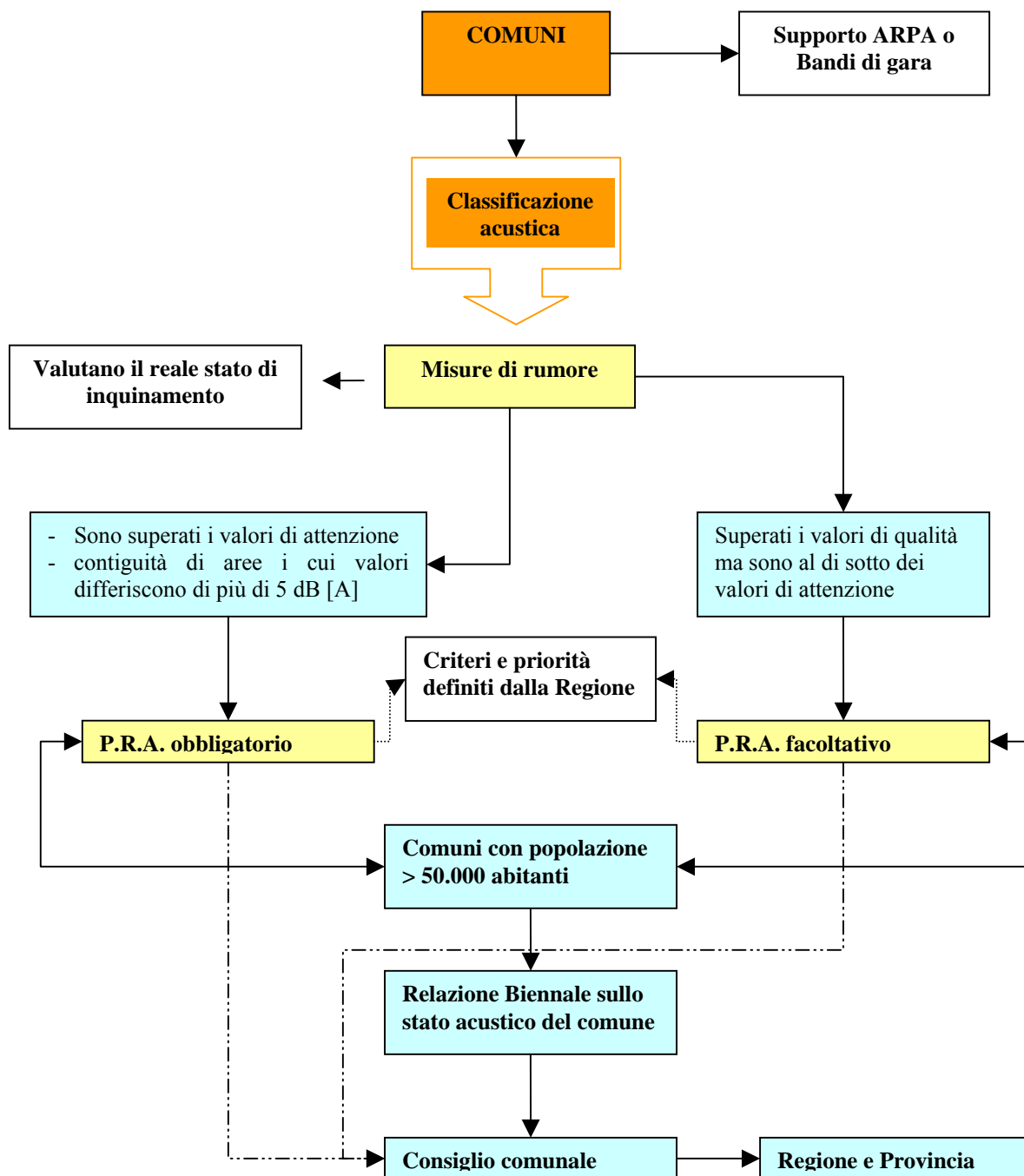


Figura 13 – Classificazione acustica

Per la redazione di una graduatoria di tutti gli interventi di bonifica necessari o possibili sul territorio preso in esame, si può fare riferimento a punteggi o algoritmi di calcolo definiti dalle leggi regionali o da criteri di buona tecnica.

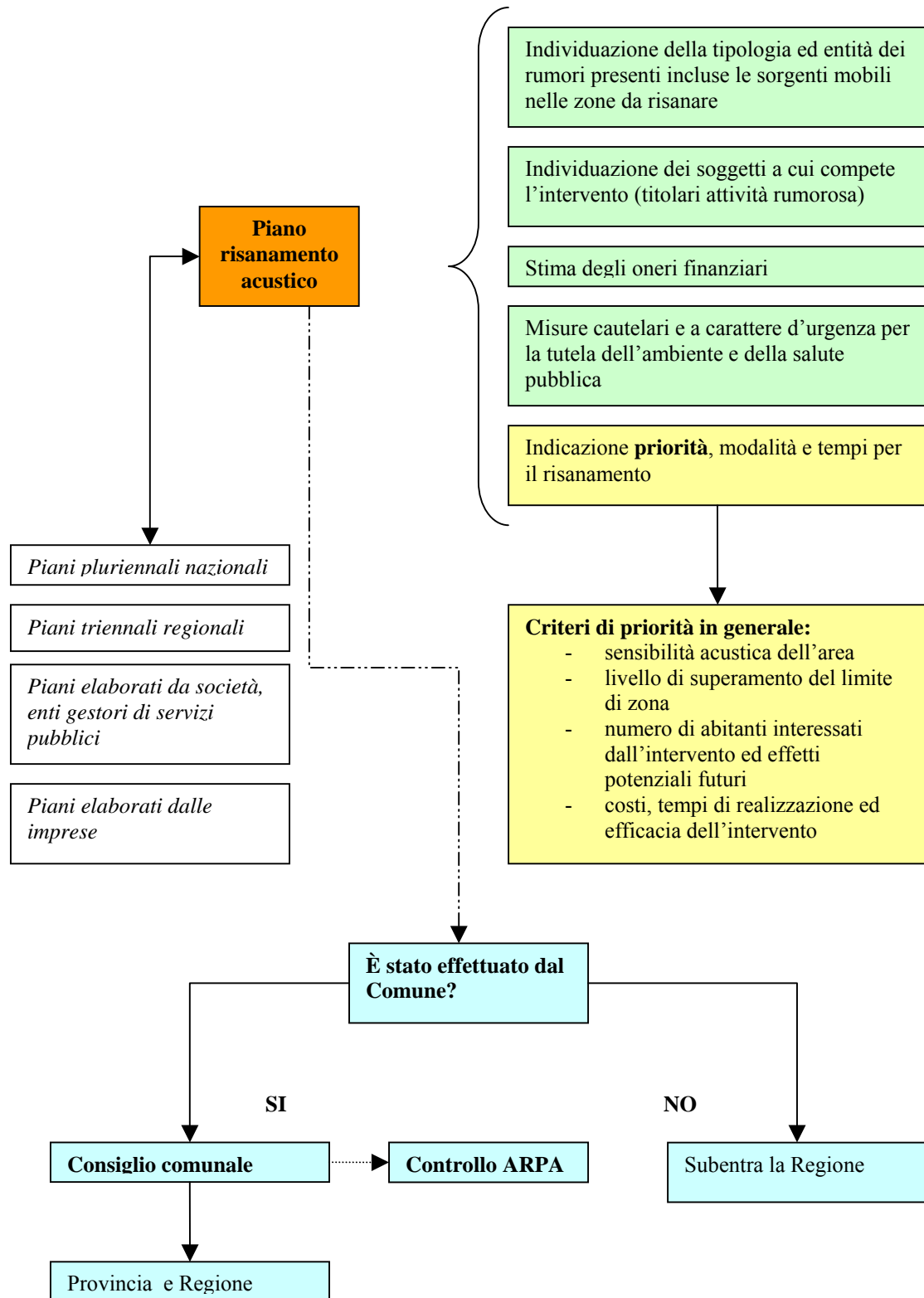


Figura 14 – Piano di risanamento acustico.

In alcuni casi può risultare utile anche il ricorso a criteri meno oggettivi quali:

- privilegiare aree in cui si è manifestata un'elevata sensibilità al problema dell'inquinamento acustico, tenendo conto ad esempio del numero di esposti o di segnalazioni agli Enti competenti, dell'esistenza di comitati od organizzazioni di cittadini, ecc.;
- privilegiare aree degradate da un punto di vista sociale, ambientale o urbanistico;
- privilegiare aree già inquinate da altre forme di agenti nocivi per la salute: polveri, sostanze chimiche, ecc.;
- privilegiare le indicazioni di risanamento ambientale per soddisfare le esigenze di destinazione d'uso del territorio, indicate dal Piano Regolatore in riferimento ad aree di espansione non ancora urbanizzate, ma previste da quest'ultimo.

La definizione di un programma di bonifica acustica del territorio implica anche l'integrazione delle attività dell'Amministrazione locale con quelle di altri soggetti cui competono obblighi di risanamento: Enti gestori o proprietari di ferrovie, strade e autostrade, industria.

Dall'analisi della normativa vigente, emerge che il risanamento ambientale dall'inquinamento acustico è caratterizzato dalla integrazione di azioni e di soggetti diversi (Amministrazioni, Enti gestori o proprietari di infrastrutture di trasporto, ecc.). In questo contesto si possono distinguere provvedimenti di varia natura: amministrativi (proposte ed indirizzi in sede di pianificazione territoriale), normativi e regolamentari (varianti al Piano Regolatore Generale, regolamenti comunali), gestionali (organizzazione, coordinamento, redazione di Piani) interventi concreti di tipo tecnico (installazione di barriere, interventi sugli edifici, ecc.).

Nella legge quadro viene esaminata anche la valutazione di impatto acustico che tutela la popolazione esposta ad attività rumorose e che impone di adottare preventivamente gli accorgimenti tecnici eventualmente necessari per ridurre le emissioni sonore entro i limiti di legge. La soluzione scelta dalla norma, nella maggior parte dei casi, consente di ridurre significativamente i costi richiesti per la mitigazione nella fase di post-intervento.

Su richiesta dei Comuni, nell'ambito delle procedure stabilite per i progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale (V.I.A.), i competenti soggetti titolari dei progetti o delle opere predispongono una documentazione di impatto acustico sia per la realizzazione,

modifica o potenziamento di determinate opere, sia per il rilascio di concessioni edilizie, sia per le domande di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive.

A seguito dell'introduzione della legge quadro sono stati inoltre approvati diversi decreti attuativi, alcuni dei quali di carattere tecnico ed altri diretti a disciplinare specifiche fonti di rumore.

Ad esempio, la definizione delle grandezze da misurare per caratterizzare l'inquinamento acustico è riportata nell'allegato A del Decreto del Ministero dell'ambiente del 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Nel presente decreto vengono individuate le specifiche tecniche che devono soddisfare i sistemi di misura e definite le modalità tecniche e operative da seguire nel rilevamento e nella misurazione del rumore (allegato B e C).

Con il D.M. 29 novembre 2000 sono stati fissati i criteri e le modalità di risanamento nel caso di superamento dei limiti fissati dal D.P.C.M. 14 novembre 1997. In tal caso, la norma prevede, per le società e gli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, l'obbligo di predisporre un piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore, fissando la relativa tempistica da rispettare.

Oggi il riferimento normativo primario per l'adozione e lo sviluppo di misure comunitarie di contenimento del rumore generato da sorgenti (veicoli circolanti su strada e su rotaia e relative infrastrutture, aeromobili, attrezzature utilizzate all'aperto ed attrezzature industriali, macchinari mobili, ecc.) è la Direttiva 2002/49/CE.

Quest'ultima, infatti, non mira alla regolamentazione di tutti gli aspetti del rumore ambientale (come invece intendeva fare la Legge quadro), ma unicamente a quegli aspetti che riguardano le maggiori fonti di rumore come gli agglomerati urbani e le principali infrastrutture di trasporto.

Questa Direttiva si pone l'obiettivo di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, attraverso la determinazione dei limiti, l'informazione al pubblico sugli effetti nocivi per la salute ed infine l'adozione di Piani d'azione.

Nello specifico, la Direttiva riguarda il "rumore ambientale al quale è esposto l'essere umano, in particolare nelle zone edificate, nei parchi pubblici o in altre zone silenziose degli agglomerati, nelle zone silenziose in aperta campagna, nei pressi delle scuole, degli ospedali e di altri edifici e zone particolarmente sensibili al rumore".

In Italia, il recepimento della Direttiva è avvenuto con il D.Lgs. 19/08/05 n.194 che affronta il problema dell'inquinamento acustico attraverso:

- l' indicazione dei principali soggetti responsabili della gestione del rumore ambientale e le competenze (tab. 9).

Tabella 9– Soggetti responsabili della gestione del rumore e rispettive competenze.

Tipologie di rumore	Ente competente per trasmissione dati al Ministero dell'Ambiente e da questo alla UE	Ente incaricato della mappatura e della redazione Piani d'azione
<i>Rumore in ambito urbano</i>	Regione o Provincia Autonoma	Ente individuato dalla Regione o dalla Provincia (ARPA)
<i>Rumore da traffico stradale</i>	Regione o Provincia Autonoma	Ente gestore del servizio pubblico o delle infrastrutture che ricadono nell'ambito di applicabilità
<i>Rumore da traffico ferroviario</i>	Regione o Provincia Autonoma	“
<i>Rumore da traffico aeroportuale</i>	Regione o Provincia Autonoma	“

- l' individuazione di descrittori acustici che quantificano in tutto il territorio europeo l'esposizione al rumore della popolazione. Nello specifico, si tratta di descrittori acustici principali Lden e Lnight, di descrittori acustici supplementari come Lday e Levening, nonché indicatori diversi per la delimitazione delle zone acustiche (Tab. 10).

Tabella 10 – Descrittori acustici.

Descrittori acustici		Definizione
Lden (day-evening-night noise indicator)	descrittore acustico per il fastidio globale	Il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare
Lnight (night-time noise indicator)	descrittore acustico relativo ai disturbi del sonno	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
Lday (day-noise indicator)	descrittore acustico per il fastidio durante il periodo diurno	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
Levening (evening-noise indicator)	descrittore acustico per il fastidio durante il periodo serale	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

- la redazione della mappatura acustica, ossia la rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente (singola sorgente), in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero delle persone esposte in una determinata area o il numero delle abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona
- la realizzazione delle mappature acustiche strategiche, cioè le misure di monitoraggio e/o il calcolo previsionale (implementato mediante software), finalizzate alla determinazione globale dell'esposizione del rumore (fig 15). Bisogna considerare che il Decreto definisce l'agglomerato come "un' area urbana, individuata dalla Regione o Provincia autonoma competente, costituita da uno o più centri abitati, ai sensi del D.Lgs. 30/04/92 n.285, contigui fra loro e la cui popolazione è superiore ai 100.000 abitanti ", escludendo in questo modo l'obbligo di elaborazione della mappatura acustica strategica per tutte le aree territoriali non urbanizzate.

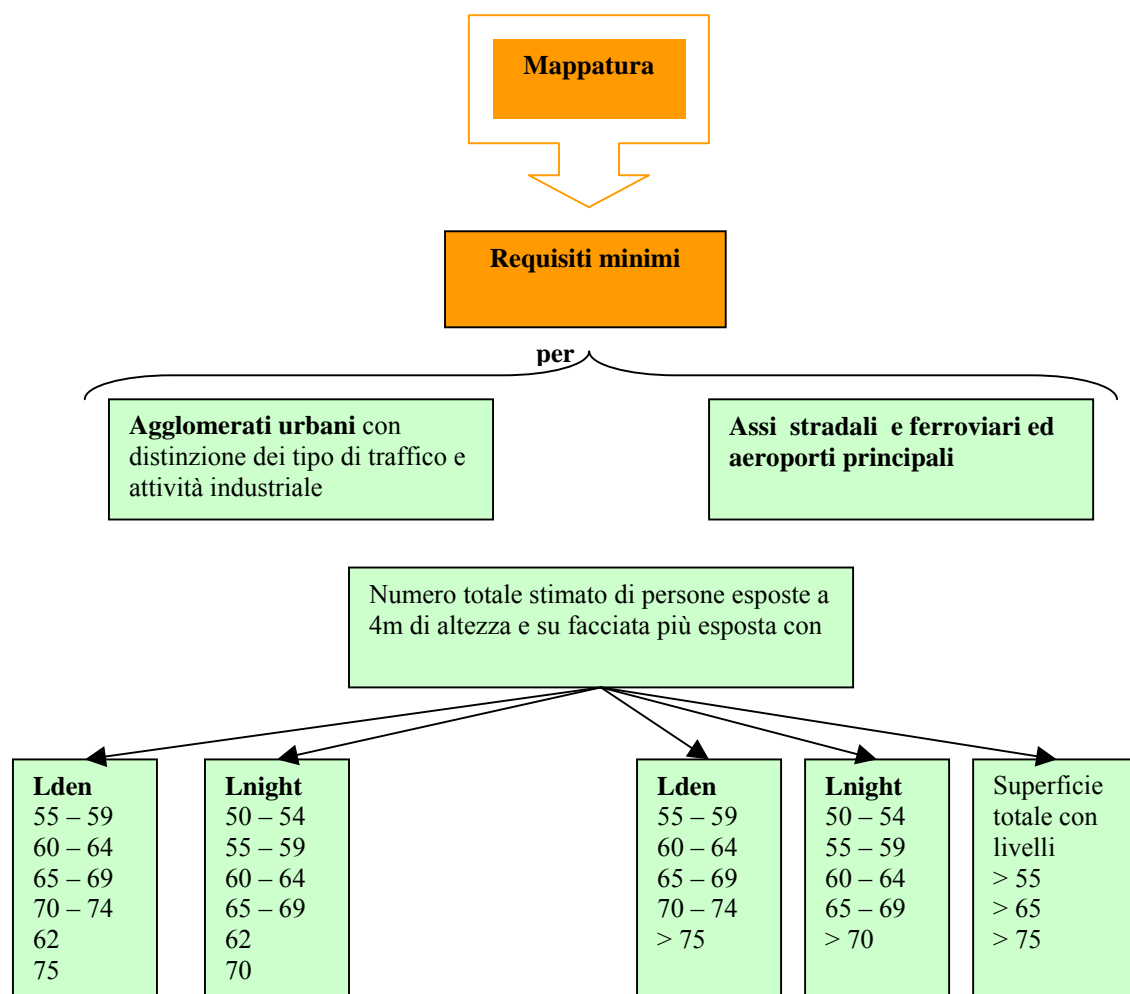


Figura 15 – Requisiti minimi mappatura acustica strategica.

- la definizione delle caratteristiche che devono avere i Piani d'azione cioè i Piani di risanamento miranti a ridurre l'esposizione della popolazione (fig. 16). Questi Piani recepiscono ed aggiornano gli analoghi piani previsti dalla legge quadro e le disposizioni della normativa nazionale (le criticità, i possibili interventi e le priorità).

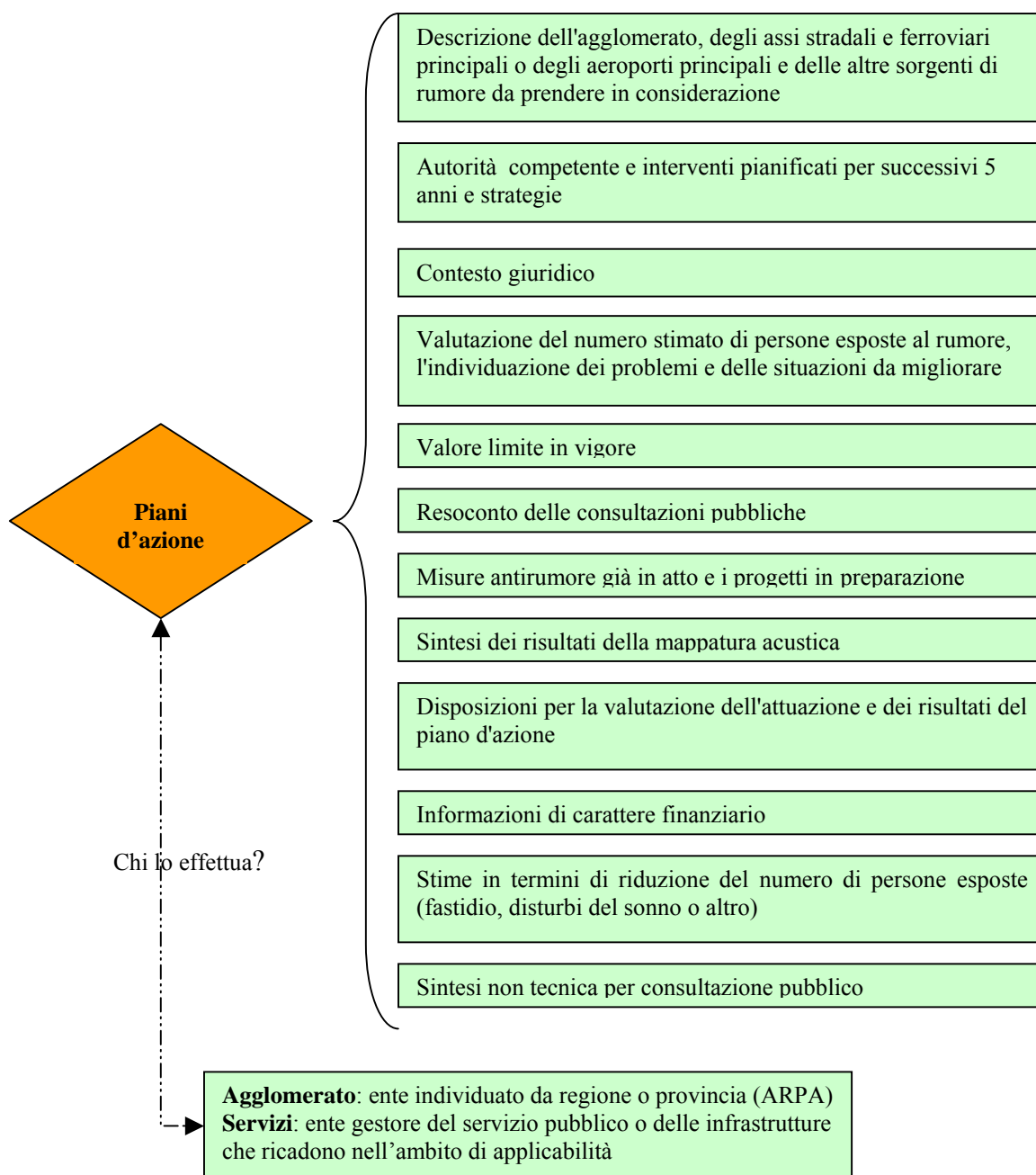


Figura 16 – Piani d'azione.

- l'individuazione delle tempistiche per la redazione della mappatura acustica strategica e dei Piani d'azione da trasmettere alla Regione o alla Provincia autonoma, come sintetizzato di seguito.

Tabella 11– Tempistiche redazione mappatura acustica strategica e Piani d’azione.

	Specifiche	Mappatura acustica strategica	Piani d’azione
<i>Agglomerati urbani</i>	più di 250.000 abitanti	30/06/2007	18/07/2008
	più di 100.000 abitanti	30/06/2012	18/07/2013
<i>Assi stradali principali</i>	più di 6.000.000 veicoli/anno	30/06/2007	18/07/2008
	più di 3.000.000 veicoli/anno	30/06/2012	18/07/2013
<i>Assi ferroviari</i>	più di 60.000 transiti/anno	30/06/2007	18/07/2008
	più di 30.000 transiti/anno	30/06/2012	18/07/2013
<i>Aeroporti principali</i>	più di 50.000 movimenti/anno	30/06/2007	18/07/2008
<i>Infrastrutture di trasporto ricadenti all’interno di agglomerati urbani</i>	più di 250.000 abitanti	31/12/2006	18/01/2008
	più di 100.000 abitanti	31/12/2011	18/01/2013

- l’individuazione delle tempistiche nella trasmissione, alla Commissione europea, dei dati delle mappe acustiche strategiche e dei Piani d'azione (art.7 e allegato 6)
- l’adozione di misure di prevenzione, quali la divulgazione dei dati, di derivazione e/o estrapolazione di mappe acustiche e di piani d'azione, aventi lo scopo di informazione della popolazione in merito al rumore ambientale e agli effetti conseguenti sulle persone esposte.

L’ elemento di novità che emerge dalla normativa in esame e’ legato alla modalita’ con cui viene effettuata la misurazione, in quanto non viene più considerato il suono riflesso dalla facciata (fig. 15).

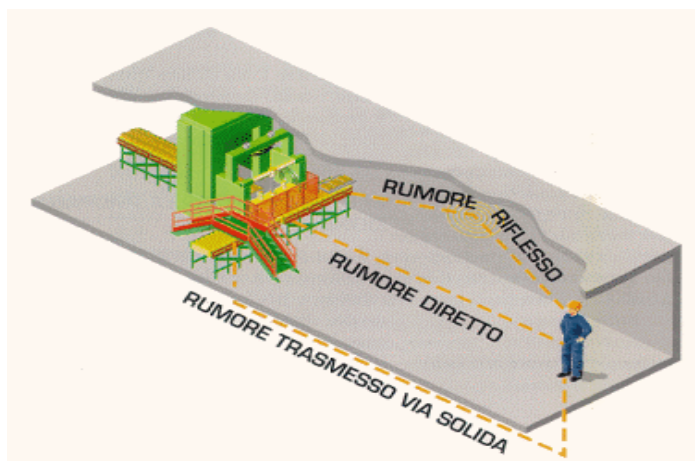


Figura 15 – Tipi di propagazione del rumore.

Il Decreto evidenzia, inoltre, come devono essere effettuate le misurazioni a seconda dei compiti da svolgere (fig.16).

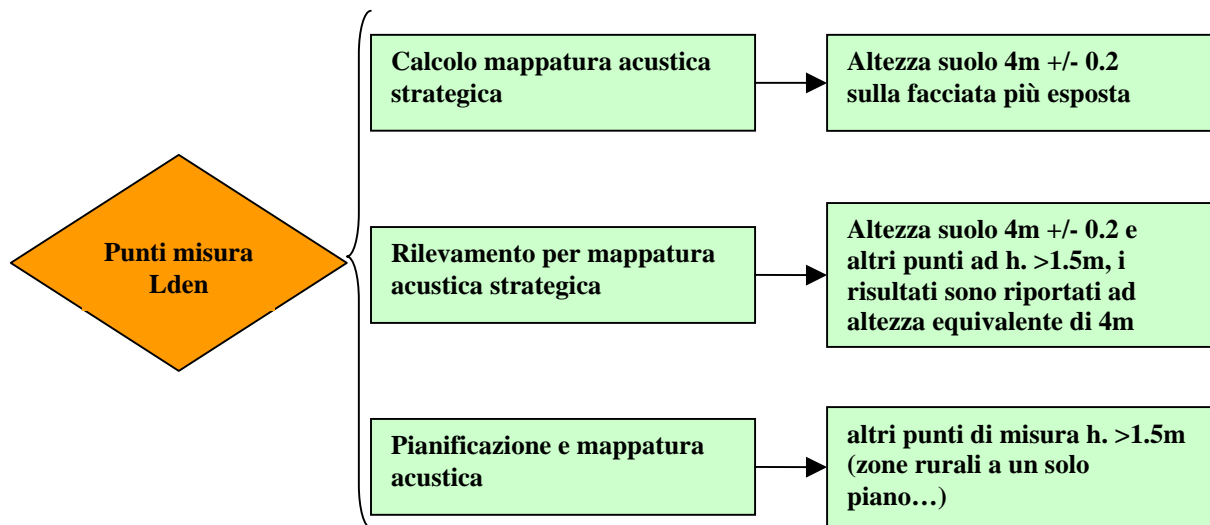


Figura 16 – Punti di misura Lden.

Per la conversione dei valori dei descrittori acustici nazionali esistenti negli indicatori Lden e Lnight (fig.17) bisognerà aspettare un apposito D.P.C.M che doveva essere approvato entro 120 giorni dalla data di entrata in vigore del D. Lgs. 19/08/05 n.194.

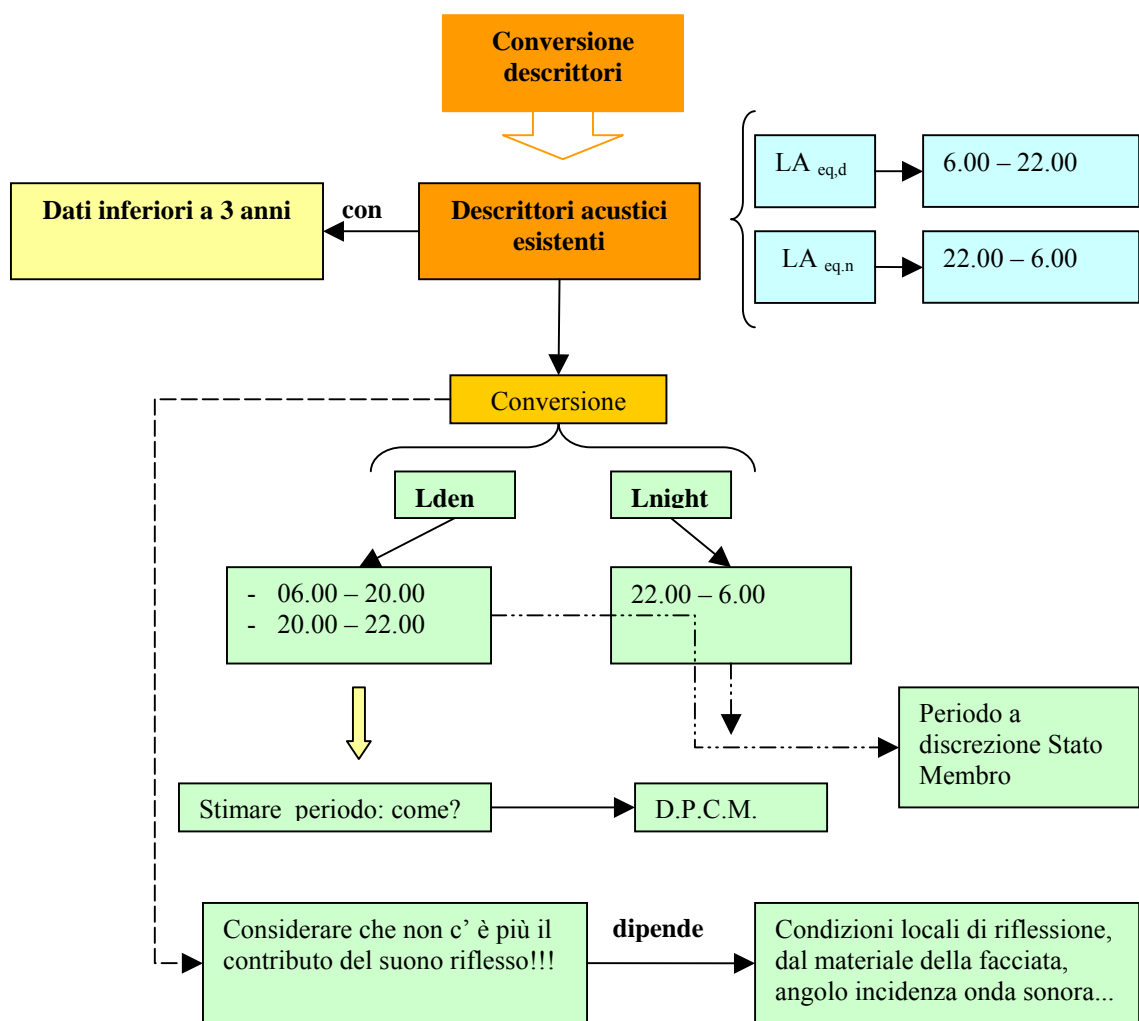


Figura 17 – Conversione dei descrittori.

Questo Decreto mantiene l'impianto normativo globale della legge 447/95, rinviando a successivi decreti sia il completamento della disciplina di natura tecnica (a cui l'UNI sta lavorando) sia il coordinamento con le norme vigenti in materia.

5.1 Cenni sui gradi di protezione contro il rumore proveniente dall'ambiente esterno

In generale, le possibili tecniche che possono essere adottate per il contenimento dei livelli di rumore ambientale sono (fig.20) :

I) Combattere il rumore alla fonte (1) riducendo le emissioni alla fonte o migliorando le condizioni di mobilità all'interno di una certa porzione di territorio. In pratica, occorre ricercare o adottare processi produttivi e tecnologici più silenziosi, macchine meno rumorose oppure abbassare il livello sonoro di alcune sorgenti. Se la rumorosità delle sorgenti è in qualche modo causata da insufficiente manutenzione o errato uso e/o conduzione dell'operatore, queste cause vanno immediatamente eliminate o corrette.

II) Impedire la trasmissione sonora (2) allontanando il più possibile le aree residenziali dalle aree di maggiore emissione acustica.

III) Proteggere le persone interessate (3a e 3b) adottando, per gli edifici maggiormente esposti alle immissioni di rumore, dei sistemi di protezione passiva (barriere antirumore che possono determinare riduzioni significative di 10 – 12 db[A], pianificazione urbanistica) e attiva (interventi sulla circolazione, asfalti fonoassorbenti che grazie alla loro porosità riducono l'energia acustica riflessa dal piano stradale e soprattutto riducono il rumore generato dall'aria che viene compressa tra i pneumatici e le piccole cavità dell'asfalto, ecc.). La politica aziendale perseguita di recente dalle case produttrici di veicoli, di elettrodomestici, ecc., consente di ottimizzare, attraverso lo sviluppo tecnologico, l'abbattimento del rumore, associando i risultati raggiunti al comfort dei prodotti messi in commercio, dotati di una minore rumorosità.

Tendenzialmente si preferisce adottare un provvedimento di tipo attivo.



Figura 20 – Contenimento livelli di rumore.

CAPITOLO 6 – CONCLUSIONI

6.0 Rumore negli ambienti lavorativi

L'esposizione ad alti livelli di rumore può essere nociva per la salute dell'individuo e pericolosa nelle situazioni in cui occorre prestare attenzione a potenziali pericoli.

Il rumore, comunque, anche quando non è a livelli sonori particolarmente elevati, è un elemento che può causare inefficienza sul lavoro e calo del rendimento. In particolare i rumori intermittenti oppure a bassa frequenza hanno effetti di disturbo sulla concentrazione degli individui (apparecchiature d'ufficio, lavori di manutenzione, ecc.). Invece i rumori prolungati e ad alta frequenza, come quelli provocati dalle condotte dei sistemi di condizionamento o dai ventilatori, causano stanchezza fisica riducendo le prestazioni personali. Per gestire e controllare il rumore bisogna considerare il comportamento dell'edificio nei confronti dei suoni provenienti dal mondo esterno (o da altre abitazioni, uffici) e dell'ambiente lavorativo nei confronti di eventuali sorgenti sonore interne ad esso. Normalmente negli uffici ordinari non si raggiungono livelli sonori che comportano esposizioni a cui corrispondono rischi consistenti per l'udito. Indubbiamente sono escluse eventuali situazioni critiche in cui carenze di isolamento acustico dell'involucro possono comportare immissioni di rumore esterno di livello elevato.

Per prevenire l'insorgenza negli ambienti lavorativi dei fattori di rischio dovuto al rumore (ipoacusia, danni extrauditivi, ecc.) è stato ultimamente elaborato un Decreto (D. Lgs. 10 aprile 2006, n. 195) di attuazione della Direttiva europea 2003/10/CE che abroga in parte il D.Lgs. 277/91. Questa nuova normativa tutela, senza alcuna limitazione, tutti i rischi per la salute e la sicurezza dovuti all'esposizione al rumore durante il lavoro considerando tutti i tipi di attività in cui i lavoratori sono effettivamente o potrebbero essere esposti agli agenti fisici. Infatti prevede una valutazione dei rischi, con cadenza quadriennale, molto più dettagliata rispetto al decreto abrogato ed esemplifica in modo migliore le disposizioni miranti ad escludere o a ridurre l'esposizione al rischio, formalizzando inoltre un programma di misure tecniche ed organizzative al superamento dei valori superiori di azione, tutelando così il lavoratore. Restringe di 3 dB[A] il limite massimo di esposizione e puntualizza il rispettivo valore di picco in dB[C]. Elemento di novità è la valutazione del livello di esposizione giornaliero, dove vengono considerati tutti i rumori compreso quello impulsivo, l'attenuazione dovuta all'utilizzo dei DPI e l'incertezza di misura. Infine

modifica le competenze, gli obblighi del datore di lavoro e del medico competente e le procedure di attuazione del decreto.

Gli sviluppi tecnologici e il moltiplicarsi delle nuove attività mettono in discussione quanto riportato al punto 6 lettera b) e c) del D.P.R. 303/56 che dispone uno spazio di 2 mq o 10 mc per ogni lavoratore al lordo degli arredi, scrivanie, stampanti, ecc.

È stato dimostrato, considerando le norme tecniche (UNI e UNI EN) sulle dimensioni ottimali delle scrivanie, del sedile di lavoro, degli armadi ecc. e le norme di sicurezza sull'evacuazione (D.M del Ministero dell'Interno 22/02/06 e D.M. 10/03/98), che 6 mq per persona più i servizi del piano (bagni, sale riunioni, corridoi, archivi, ecc.) sono le dimensioni minime ottimali per fornire ad un lavoratore un sufficiente spazio vitale.

6.1 Inquinamento acustico ambientale

In tema di rumore, la Legge quadro, affida il ruolo centrale di indirizzo al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. In proposito, competenze specifiche sono attribuite anche ai Ministeri della Sanità, dei Lavori Pubblici, dei Trasporti e della Navigazione, dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato. Regioni, Province e Comuni ricoprono anch'esse un ruolo importante.

La Legge quadro ed i suoi numerosi decreti attuativi, stanno contribuendo a dare una concreta risposta alle problematiche dell'inquinamento acustico, quale elemento di degrado della qualità della vita. Infatti, il rumore interferisce con il nostro ambiente di vita provocando: fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane; pericolo per la salute; deterioramento dei beni materiali e dei monumenti.

Salvaguardando l'assetto normativo già esistente, bisogna dare un particolare rilievo attuativo al nuovo Decreto Legislativo 19/08/05 n. 194 che recepisce la Direttiva comunitaria (2002/49/CE) e che introduce importanti novità nel settore dell'inquinamento acustico per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il disagio.

In quest'ultimo, infatti, viene valutata la mappa acustica strategica, vengono introdotti specifici Piani di azione anti-rumore ed è anche istituita una nuova "fascia oraria" in cui censire il rumore: la sera tra le 20 e le 22. Le novità introdotte dalla Direttiva riguardano inoltre l'obbligo di utilizzare descrittori acustici armonizzati diversi da quelli previsti oggi, il descrittore L_{den} e L_{night} , che definiscono sia il livello complessivo del rumore nelle tre fasce orarie, sia il livello relativo al disturbo del sonno.

In definitiva, stiamo andando incontro ad una consapevolezza dei rischi di esposizione al rumore ed il cittadino, le attività, lo Stato, le Regioni, le Province ed i Comuni sono sensibilizzati alla tutela della salute umana in modo da creare un clima acustico ottimale. In questo modo si riconosce l'importanza non solo degli interventi di tipo attivo sulle sorgenti o di tipo passivo lungo le vie di propagazione o sui recettori, ma soprattutto degli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale che dovranno essere armonizzati con le disposizioni per la protezione dell'inquinamento acustico.

Bibliografia

- D.Bertoni, Franchini A., Lambert J., Magnoni M., Tartoni P.L., Vallet M., *Gli effetti del rumore dei sistemi di trasporto sulla popolazione*, Pitagora ed., 1994
- Shaw E., Noise environments outdoors and the effects of community noise exposure, *Noise Control Engineering* 44 (3), May-Jun, 1996
- Elia G. e Geppetti G., *Progettazione acustica di edifici civili e industriali*, La Nuova Italia Scientifica, 1994
- Gigante R., 1996, *Rumore ed isolamento acustico, Manuale di progettazione con guida all'applicazione della Legge quadro sull'inquinamento acustico*, Dario Flaccovio Editore, 1996
- Spagnolo R., *Manuale di acustica applicata*, Utet Libreria, 2001
- Martorana C. e Becherini S., *Assorbimento e isolamento acustico negli edifici*, Maggioli Editore, 2004
- *Le Ipoacusie da rumore in ambito INAIL Aspetti medico-legali* Edizione INAIL 2003
- Perettia A., Pedriellie F., Baiamonte M., Maulid F., Farinae A., *Esposizione a rumore di lavoratori che impiegano dispositivi di ricezione*
- I. Barducci *Acustica applicata*, E.S.A., Milano 1988
- Brambilla G., Franchini A., Bertoni D. e Callegari A., Effetti della Direttiva 2002/49/CE sulla metrologia e sui limiti del rumore ambientale, in Atti del Seminario AIA "La Direttiva 2002/49/CE: determinazione e gestione del rumore ambientale e suo impatto sulla legislazione italiana" Pisa, 18/11/2004
- ISPESL, *Linee Guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro*, 2005
- ISPESL, *Manuale di buona pratica: metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro*, 2005
- Dossier Ambiente, *Il rumore*, n.54, 2001
- Libro Verde della Commissione Europea, *Politiche future in materia di inquinamento acustico*, 1996
- AA.VV. , *dBA'90 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica*, Ed. Regione Emilia-Romagna & Az.USL di Modena, Bologna - Modena 1990
- AA.VV., *La prevenzione dei danni da rumore*, Collana Contributi n 2, Regione Emilia-Romagna Editore, Reggio Emilia - Imola 1983

- AA.VV. , *Rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro. Manuale di prevenzione*, Ed. IEN- Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris & Regione Piemonte Assessorato alla Sanità, Torino 1986
- Cosa M., *Rumore e vibrazione* vol.III – Maggioli, 1990
- *Convegno, Sicurezza e comfort nelle abitazioni con strutture di legno*, Verona, 16 Giugno 2001
- *Ambiente e lavoro*, mensile tecnico giuridico di In-Formazione e Documentazione, n.8 Ottobre 2005, n.1 Gennaio 2006, n.5 Maggio 2006
- *Ambiente e sicurezza*, quindicennale di documentazione giuridica, pratica professionale e tecnica, n.6 Marzo 2003, n. 21 Novembre 2005
- *L'ambiente in forma* mensile di informazione del Ministero dell'Ambiente anno IV n.18, 2001
- Comune di Roma sovrintendenza BB.CC. Unità organizzativa intersettoriale Servizio Prevenzione e Protezione Quaderno n° 2, *La sicurezza nei locali con destinazione d'uso ufficio*
- ANPA, *Rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore*, 3/2000
- ANPA, *Linee guida per la redazione di piani comunali di risanamento acustico*, 1998
- Rapporto sullo stato dell'ambiente del Lazio 2004
- Direttiva 2003/10/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 6 febbraio 2003, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)
- Legge 26 ottobre 1995, n.447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" e decreti applicativi
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"

- D.M. del Ministero dell'Interno 22 Febbraio 2006 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”
- D. Lgs. 15 agosto 1991, n.277, “Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212”
- D. Lgs. 10 aprile 2006, n.195, “Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)”
- D.M. 10 Marzo 1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 “Norme generali per l'igiene del lavoro”
- http://www.criptonite.org/sez_didattica/index_didattica.php
- <http://www.anit.it>
- <http://www.edilportale.com>, *quaderni di informazione isolamento acustico*
- [http:// agency.osha.eu.int](http://agency.osha.eu.int)
- <http://www.upaservizi.it/webcreo/contenuti/files/Inquinamento%20acustico.doc>
- <http://www.ispesl.it/informazione/loclav.htm>
- http://81.208.25.93/RSA/capitolo_5/main_indicatore_05.htm
- http://www.abacoservizi.com/piani_risanamento.htm
- <http://www.appa-agf.net/filemanager/download/159/Anpalinee.pdf>
- <http://www-dinma.univ.trieste.it/nirftc/misc/didattica/acustica/Dispensa%20acustica2.pdf>
- http://www.comune.sangiulianoterme.pi.it/govt/PCCA_RELAZIONEeALLEGATI.pdf
- <http://www.comune.asti.it/uffici/area-2/politiche-ambientali/agenda-21/rapporto-ambiente/12-rumore.pdf>
- <http://www.alisrl.it/index.htm>
- <http://www.inquinamentoacustico.it>
- <http://www.laserlab.it>
- <http://www.euroacustici.org>
- <http://www.bruel-kjaer.it>, *La misura del suono*
- <http://digiland.libero.it>
- <http://usr-lazio.artov.rm.cnr.it/concluse/scienza2001/modulo-acustica/lezioni/suono-rumore/SuonoRumore.htm>
- <http://www.municipio.re.it>

- <http://www.who.int/phe/en/>
- <http://www.associazioneairs.it>
- <http://www.UNI.com>
- <http://www.infobuild.it>
- <http://www.celenit.com>
- <http://www.gimle.fsm.it>
-