Associazione Italiana di Acustica
41° Convegno Nazionale
Pisa, 17-19 giugno 2014

CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEGLI AMBIENTI ACQUATICI E RELATIVE REGOLAMENTAZIONI: ASPETTI CRITICI

Andrea Martocchia (1)

1) PhD - Consulente tecnico-scientifico sugli Agenti Fisici, Tecnico Competente in Acustica Ambientale. Libero professionista (www.agentefisico.info)

1. Introduzione

Tra le attività antropiche rumorose, sono determinanti per il clima acustico dei territori quelle legate ai **sistemi di trasporto**. I limiti assoluti individuati in base alla zonizzazione acustica comunale non sono a rigore applicabili al rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto all'interno delle rispettive **fasce di pertinenza acustica**. Tuttavia, in merito a tali fasce di pertinenza sussiste tuttora una lacuna normativa relativa alle **infrastrutture del trasporto marittimo**. Non è stato infatti ancora dato pienamente seguito a quanto previsto dalla Legge Quadro, art.11 comma 1, laddove si stabiliva che entro un anno si sarebbero dovuti emettere i *regolamenti di esecuzione* e quindi anche il regolamento relativo alla disciplina dell'inquinamento acustico prodotto dal traffico marittimo, così come è stato invece fatto per il traffico veicolare [1], ferroviario [2] ed aereo [3]. Inoltre, al rumore prodotto dai natanti, come da tutte le altre tipologie di infrastrutture di trasporto, non si applica il criterio differenziale. Perciò, come valori limite per la popolazione umana relativi alle imbarcazioni sono applicabili senza ambiguità solamente i limiti assoluti – e più precisamente quelli detti *di immissione* - individuati zona per zona a seconda della classificazione acustica del territorio.

A tale lacuna normativa si sommano le incertezze ed ambiguità legate al carattere peculiare della rumorosità di origine nautica (antropica) e più in generale alle caratteristiche acustiche (naturali) degli ambienti acquatici. Tutti questi fattori, di carattere artificiale o meno, determinano difficoltà ed incongruenze per le valutazioni del disturbo da rumore in ambienti quali laghi e fiumi, porti e lagune. Scopo della presente memoria è analizzare queste difficoltà e proporre, ove possibile, percorsi praticabili per il tecnico valutatore ed i soggetti interessati (autorità portuali, guardie costiere, compagnie di navigazione, gestori di servizi marittimi, residenti e proprietari di aree costiere) con particolare riferimento ai criteri da adottare per l'azzonamento acustico di tali aree.

2. Specificità del rumore nautico e in ambiente acquatico

Per i Tecnici competenti in acustica ambientale, la valutazione del rumore di origine navale è tra le attività meno frequenti. Nei rari documenti di valutazione disponibili in letteratura, il transito delle navi è caratterizzato attraverso il suo impatto in punti di osservazione prescelti utilizzando il descrittore acustico SEL (*Sound Exposure Level*); tali sorgenti sono comunemente modellate come lineari di determinata altezza (corrispondente al centro acustico) e coincidenti con la traiettoria (rotta) delle imbarcazioni. Le sorgenti di rumore delle imbarcazioni sono sostanzialmente:

- I motori di propulsione;
- I gruppi elettrogeni necessari per la fornitura di energia elettrica;
- Gli impianti di ventilazione/condizionamento aria per gli ambienti interni (spec. nelle navi passeggeri) e per il raffreddamento di specifici elementi;
- Eventuali trombe di segnalazione ed altoparlanti;
- Sulle navi passeggeri, le eventuali emissioni connesse alle attività sociali/ludiche (musica ecc.);
- Emissioni connesse ad eventuali altre attività specifiche, ad es. per la pesca e/o lavorazione del pescato e/o per lavorazioni particolari in ambiente acquatico e/o per applicazioni militari ecc.

Caratteristica saliente della rumorosità delle grandi imbarcazioni è la prevalenza delle basse frequenze, con picchi tipicamente a 63-80 Hz in fase di ormeggio, e addirittura 20-50 Hz in fase di transito; le basse frequenze, che sono prodotte dai motori e dai sistemi meccanici di trasmissione e movimentazione con le loro vibrazioni, prevalgono anche per i piccoli natanti in transito continuo (cfr. in [4] gli spettri riportati alle pp.33-35-37-39). Come è noto, il rumore di bassa frequenza ha maggiore facilità a propagarsi a distanza, anche nel caso di ostacoli che si frappongano sul cammino, grazie al fenomeno della *diffrazione* delle onde acustiche al di là delle barriere: esso rappresenta perciò una causa addizionale di disturbo acustico. Dati di rumorosità delle imbarcazioni in transito e all'ormeggio sono stati pubblicati raramente: uno dei pochi esempi è lo studio effettuato nella Laguna di Venezia dal gruppo coordinato dal prof. Di Bella ([4], [5] e [6]).

Nella propagazione del rumore in aria sopra una superficie acquatica va tenuto conto inoltre dei fenomeni di *rifrazione* e *riflessione*. In mare la temperatura media dell'acqua è inferiore a quella dell'aria soprastante, per cui l'aria tende ad essere raffreddata in prossimità della superficie dell'acqua e si verifica il fenomeno della rifrazione delle onde acustiche: esse sono deflesse verso il basso, cosicché è maggiore l'energia sonora che raggiunge un osservatore sulla superficie dell'acqua al confronto di quella che raggiunge un osservatore posto alla stessa distanza sulla terraferma. Tuttavia, dove il fondale è basso la condizione termica può essere invertita, soprattutto nei mesi caldi, perciò il sussistere di tale effetto non è un dato scontato. Se lo specchio d'acqua è calmo risulta anche molto efficiente la riflessione del rumore sulla superficie dell'acqua, ma ciò non vale se l'acqua è increspata o addirittura ondosa. In sintesi, in ambiente acquatico può essere opportuno, benché largamente cautelativo e inusuale nella costruzione dei più comuni modelli previsionali in ambiente terrestre, assumere che la risultante dei due effetti - rifrazione e riflessione - sia la *totale riflessione* del suono sulla superficie dell'acqua.

3. Alcune esperienze fatte in Laguna

I contributi di origine naturale, o comunque amplificati a causa di effetti naturali, che concorrono al clima acustico residuo in ambiente acquatico, sono diversi e tutti piuttosto rilevanti. Nel caso della Laguna di Venezia questo è stato verificato attraverso misurazioni da noi effettuate per *eAmbiente s.r.l.*, nell'ambito di alcuni studi del clima

acustico per diversi committenti, anche su porzioni emerse lontane da sorgenti antropiche fisse – come l'Isola di S. Angelo della Polvere, l'isolotto di Spignon e una *meda* (lanterna) di segnalazione situata presso Punta San Leonardo ai bordi del Canale dei Petroli. A seguito dei **livelli riscontrati – tutti vicini a 50 dB(A) nonostante le condizioni meteo favorevoli** - si è dimostrato *insufficiente* ogni modello dello stato di fatto basato solamente sul traffico navale prevedibile ovvero quello in entrata/uscita dalla Laguna attraverso le Bocche di Malamocco e Lido più quello legato al trasporto pubblico locale, pur ipotizzando la totale riflessione sonora sulla superficie dell'acqua.

Data la grande estensione dell'area di analisi, per queste valutazioni si è dovuta necessariamente limitare l'attenzione alle caratteristiche globali dell'impatto acustico, trascurando elementi locali sia passivi (edifici ecc.) che attivi (piccole sorgenti senza impatto a distanza). Per la costruzione dei modelli previsionali sono stati in parte utilizzati i dati di rumorosità derivanti dalle già menzionate misurazioni di Di Bella et al. effettuate su navi in transito, in parte altri valori reperiti da letteratura (spec. [7]), in parte dati di rumorosità da noi raccolti presso Punta Fusina, attraverso il riconoscimento e selezione del solo rumore di origine nautica e la distinzione dei navigli transitanti di diversa tipologia, allo scopo di poter disporre di una minima banca dati di tali sorgenti ad integrazione dei dati di letteratura disponibili.

Si è verificato che in Laguna i livelli misurati non sono semplicemente riproducibili nemmeno includendo correzioni legate al traffico stradale sulla terra emersa (nei punti in cui è applicabile) e componenti di rumore per il moto ondoso dell'acqua lungo le linee costiere esterne e più esposte al mare aperto. Bisogna considerare infatti almeno anche le seguenti componenti di rumore aggiuntive:

1. lo <u>sciabordìo dell'acqua</u> all'interno della Laguna, che produce rumore anche in presenza di brezza leggera (<5 m/s);
2. <u>eventi ondosi</u> rilevanti determinati ad esempio dal transito di grandi imbarcazioni a distanza;
3. <u>rumori di origine animale</u> (spec. uccelli);
4. propagazione efficiente di <u>rumori episodici prodotti sulla terraferma</u>, ad es. per attività ludiche o produttive.

Altre componenti ancora vanno aggiunte, che pur avendo una origine artificiale sono acusticamente tipiche del contesto acquatico o da questo esaltate, quali:

5. il traffico marittimo vario spec. da diporto e da pesca, di <u>imbarcazioni minori</u> che circolano all'interno della Laguna (anche senza passare per le Bocche);
6. eventi sonori particolari connessi al transito di imbarcazioni, quali l'utilizzo di <u>trombe per segnalazione acustica e altoparlanti</u>;
7. (non rigorosamente modellabile, benché importante) la rumorosità connessa alle fasi di <u>stazionamento delle imbarcazioni</u> spec. in fase di imbarco-sbarco;
8. il passaggio di <u>velivoli</u>.

4. Aspetti normativi. Criteri per l'azzonamento acustico

L'esperienza maturata nel caso della Laguna Veneta ha fatto emergere altri aspetti meritevoli di riflessione. Stante la lacuna normativa che caratterizza il trasporto marittimo, se oggetto di valutazione è l'impatto acustico di imbarcazioni, nulla vieterebbe di far valere il carattere breve e sporadico degli eventi rumorosi determinati dai passaggi delle grandi navi, così da giustificarne la assimilazione a "*rumore a tempo parziale*" secondo il D.M. del 16 marzo 1998 (All.A def.16), applicando di conseguenza lo sgravio di alcuni decibel nella valutazione dei livelli sonori. Procedendo secondo criteri cautela-

tivi e pessimistici non è ovviamente opportuno usare tale agevolazione; resta però evidente che la lacuna normativa di cui sopra ha potenzialmente grandi conseguenze.

La difformità nel modo di trattare il traffico marittimo è evidente anche nei diversi criteri con cui sono stati concepiti i Piani di zonizzazione acustica dei due Comuni lagunari di **Venezia** e **Mira**: mentre nel primo Comune allo specchio d'acqua è stata globalmente assegnata la classe acustica I - ma disponendo la creazione di fasce di classe IV lungo tutti i canali primari di navigazione e con relative fasce di decadimento laterali di classe III e II -, nel secondo Comune l'assenza di retino in cartografia va interpretata[1] come inclusione dell'intero spazio lagunare in classe III, con l'eccezione della sola porzione portuale/produttiva di San Leonardo che ricade in classe VI.

La verifica dei livelli fonometrici effettuata contestualmente alla costruzione del modello del clima acustico indica come più appropriata, per la zonizzazione di aree navigabili ordinarie, la seconda opzione – quella cioè di assegnare in prima istanza la classe III, «Aree di tipo misto», alle porzioni acquatiche, analogamente a come sulla terraferma si procede per le aree disabitate di campagna che sono comunque destinate ad attività agricole e diverse.[2] Va infatti tenuto presente come lo specchio d'acqua lagunare sia utilizzato anche, e in alcuni tratti intensivamente, per attività antropiche come la pesca e la navigazione. A tale assegnazione in classe III potrebbero fare eccezione solamente zone di particolare pregio naturalistico – ad esempio, nel caso specifico, la parte più meridionale della Laguna designata come «di interesse comunitario» in base alla *Direttiva Habitat*[3] – nelle quali in effetti sono d'uopo stringenti limitazioni alle attività antropiche.

È interessante verificare quali criteri siano stati adottati per le zonizzazioni acustiche degli altri Comuni della Laguna Veneta. Il Comune di **Cavallino Treporti**, come Venezia, ha incluso la porzione lagunare di sua pertinenza in classe I; così anche il Comune di **Iesolo** che presenta però porzioni di Laguna del tutto interne, non accessibili

1) Le informazioni riportate qui e nel seguito sono state all'occorrenza verificate telefonicamente consultando gli Uffici Tecnici o Ambiente dei Comuni interessati.

2) In tali aree sono attivate sorgenti sonore significative per le lavorazioni agricole e forestali. Anche la rumorosità naturale può essere non indifferente, ad es. a causa dello stormire di foglie anche in presenza di brezza molto leggera (vento < 5 m/s), frinire di grilli e cicale, rumori di animali o corsi d'acqua ecc. Esistono alcune eccezioni, come quella della regione Friuli – Venezia Giulia, dove per tali aree è possibile per maggior tutela il declassamento in classe II, "*Aree ad uso prevalentemente residenziale*", purché si verifichi in campo che i livelli sonori prodotti dalle tipiche lavorazioni agricole lo consentano: cfr. [8], Sezione 5.2 "Criteri per l'aggregazione delle classi II, III e IV", Criterio E) "Declassamento delle aree agricole".

3) Trattasi della Direttiva 92/43/CEE, recepita in Italia con il decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, che prescrive la individuazione e classificazione dei siti di importanza comunitaria (SIC) che, nella regione biogeografica di appartenenza, contribuiscono in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale in uno stato di conservazione soddisfacente. Un SIC viene adottato come Zona Speciale di Conservazione (ZSC) dal Ministero dell'Ambiente entro 6 anni dalla formulazione dell'elenco dei SIC. Un'altra Direttiva europea, la 79/409/CEE nota come *Direttiva Uccelli*, individua invece le zone di protezione speciale (ZPS) in quanto zone di protezione poste lungo le rotte di migrazione dell'avifauna, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione di idonei habitat per la conservazione e gestione delle popolazioni di uccelli selvatici migratori. Le ZPS assieme alle ZSC costituiscono la *Rete Natura 2000*. Tutti i piani o progetti che possano avere incidenze significative sui siti e che non siano non direttamente connessi e necessari alla loro gestione devono essere assoggettati alla procedura di Valutazione di incidenza ambientale (VINCA) che include la analisi degli aspetti acustici dal punto di vista del disturbo alla fauna.

alla navigazione e quindi forse meglio tutelabili. Viceversa, nel caso del Comune di **Chioggia**, le superfici d'acqua non sono state zonizzate. Si riscontrano quindi già almeno tre diverse modalità di classificazione acustica delle porzioni acquatiche nella Laguna Veneta: *(1) inclusione in classe I con creazione di fasce di classe superiore lungo i canali navigabili principali; (2) inclusione in classe III; (3) non-zonizzazione*.

Vale la pena a questo punto confrontare i criteri ivi adottati con altri casi di zonizzazione di territori includenti porzioni navigabili non marine (fiumi, laghi, insenature e porti) ed acque interne di tipologia varia (oltre alle lagune, paludi, stagni, piccoli laghi).

Il caso più frequente è la non-assegnazione di alcuna classe acustica agli specchi d'acqua interni, quali fiumi e laghi, che siano aree demaniali – non comunali né private – senza utilizzo antropico alcuno. La non-classificazione acustica deriva in questi casi dalla non-classificazione nei PRG comunali in termini di destinazione d'uso (non associazione ad alcuna U.T.) dei bacini idrici demaniali (analogamente a quanto avviene per le zone demaniali militari, che rappresentano infatti l'unico altro tipico caso di aree non zonizzate dal punto di vista acustico). Si vedano ad es. i casi dei laghi di **Calceranica** (TN), **Castiglion del Lago** (PG), **Desenzano** (BS - ma con l'eccezione di piccole aree portuali, incluse in classe IV), e molti altri.

Quando gli specchi d'acqua sono molto piccoli la prassi è invece quella di includerli nella classe acustica dell'intorno, che è tipicamente rurale, da cui la classe III (si veda però l'eccezione di cui alla Nota 2). La situazione può essere invece molto più varia nel caso dei grandi laghi. Ad esempio, per il Lago di Como si registra una difformità di criteri, analogamente a quanto riscontrato nel caso della Laguna Veneta. A **Lecco** «il territorio comunale occupato dal lago è stato classificato con questa classe acustica [III], per la presenza di imbarcazioni e porticcioli. (…) Il Comune di **Galbiate** ha azzonato il lago con la classe IV (…). Il Comune di **Malgrate** ha invece azzonato il lago con la classe II (…). Il Comune di **Valmadrera** non ha attribuito alcuna classe alla zona lacustre. La costa è stata azzonata con le classi II e III» [9].

In un certo senso simili a quello di Venezia sono i casi-studio di città come Cagliari o Ravenna, dove all'attività portuale si affianca la presenza di aree acquatiche di pregio ed ampie, comunicanti con il mare. A **Cagliari** gli specchi marini più esterni, incluso il porto cittadino, non sono stati zonizzati, ma il Porto Canale è stato interamente incluso in classe IV mentre al grande stagno è attribuita la classe I anche nella sua parte navigabile dove accedono numerose piccole imbarcazioni a motore. A **Ravenna** i canali non sono zonizzati - nemmeno i più piccoli ed interni - mentre le zone umide (*pialasse*) sono in classe I o II.

Un caso ulteriore è quello dei fiumi. L'Arno a **Firenze** non è navigabile e non è nemmeno zonizzato. Il Mincio a **Mantova** è stato fatto rientrare in classe II assieme ai suoi laghi a seguito di valutazioni approfondite che hanno sconsigliato ogni inserimento in classe I. Lo stesso a **Pavia**, dove il corso del Po pare rientrare interamente in classe II. A **Torino** Po, Dora e Stura non hanno classificazione acustica assegnata. A **Ferrara**, alla porzione di fiume Po di pertinenza comunale è stata assegnata la classe II mentre ai canali navigabili che si inoltrano nell'agglomerato urbano sono assegnate le classi acustiche più appropriate per l'intorno – in alcuni casi persino la classe VI.

5. Conclusioni

Nella descrizione del clima acustico di specchi d'acqua fortemente antropizzati, oltre a riprodurre il traffico regolare dei navigli e pur includendo le correzioni principali (traffico stradale sulla terra emersa, dove applicabile; moto ondoso lungo le linee costiere

più esposte al mare aperto), è indispensabile considerare anche componenti di rumore aggiuntive di origine naturale e di origine antropica diretta e indiretta, amplificate cioè dalla specificità acustica del contesto. Solo in questo modo il modello previsionale può restituire livelli sonori vicini a quelli riscontrabili ad esempio nel caso della Laguna Veneta: si tratta generalmente di livelli difficilmente compatibili con la classe I, che pure è stata assegnata in prima istanza alle superfici lagunari all'atto dell'azzonamento acustico del Comune di Venezia, evidentemente nell'ottica di garantire una maggiore tutela per il pregio ambientale dell'area, anche in porzioni di Laguna che non ricadono nei vincoli della *Rete Natura 2000*. È emersa peraltro una sostanziale difformità nei criteri adottati per l'azzonamento acustico delle porzioni acquatiche nei diversi Comuni lagunari.

Queste incongruenze inducono ad approfondire la tematica, andando a confrontare i criteri utilizzati per l'azzonamento di aree consimili presenti sul territorio nazionale, includenti cioè porzioni navigabili non marine (fiumi, laghi, insenature e porti) ed acque interne di tipologia varia (oltre alle lagune, paludi, stagni, piccoli laghi). Ne risulta una vasta casistica, che è chiaramente l'effetto di plurimi fattori:

1. La persistente lacuna normativa riguardo alle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto marittimo;
2. La presenza in quei contesti di attività rumorose spesso trascurate (pesca, diportistica, conseguente produzione di moto ondoso);
3. La prevalenza delle basse frequenze nelle sorgenti sonore nautiche, che ne esalta la propagazione a distanza;
4. La contraddizione tra la necessità di maggiore tutela per aree di pregio ambientale e viceversa il clima acustico oggettivamente esistente, sul quale incidono specificità naturali non trascurabili.

A nostro avviso, dal punto di vista del clima acustico reale, appare in generale più adeguato per questo tipo di aree procedere allo stesso modo con cui si procede di norma per le aree rurali-agricole, includendole cioè in classe III (*Aree di tipo misto*) fatta salva la possibilità di declassificazione in classe II qualora sia verificata l'assenza di attività antropiche significative, o anche in classe I se si tratta di zone di alto pregio ambientale e vincolate in tal senso (spec. zone SIC e ZPS) purché i livelli sonori riscontrati lo consentano.

Viceversa, la classificazione acustica va aumentata nel caso di intenso traffico di navigli, come è stato opportunamente fatto per i canali navigabili della Laguna in Comune di Venezia. Questa appare essere l'unica opzione ragionevole, almeno in attesa della introduzione della normativa che disciplini l'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture di trasporto marittimo. La non-assegnazione di una classe acustica è ammissibile nei soli casi in cui le acque interne siano bacini idrici demaniali (di proprietà né comunale né privata) per i quali non è previsto utilizzo antropico alcuno ed ai quali non è stata assegnata alcuna destinazione d'uso all'atto dei PRG.

6. Ringraziamenti e Bibliografia

Le riflessioni qui presentate sono emerse nell'espletamento di incarichi di *eAmbiente s.r.l.* (www.eambiente.it), in particolare con la collaborazione dei colleghi Ing. Michele Arnoffi, Urb. Michele Cagliani, Dott.ssa Gabriella Chiellino, Dott. Emanuele Zanotto, che l'Autore ringrazia. Per un ulteriore approfondimento delle tematiche qui trattate si rimanda anche alle fonti [10] e [11].

[1] Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142, *Disposizioni per*

il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

[2] Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459, *Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.*

[3] Decreto del Ministero per l'Ambiente 31 ottobre 1997, *Metodologia di misura del rumore aeroportuale*.

[4] Autorità Portuale di Venezia (a cura di: A. Di Bella, A. Tombolato, S. Cordeddu, E. Marchetto), *Caratterizzazione e modellizzazione acustica di navi nel porto di Venezia*, Padova, giugno 2008.

[5] Di Bella A. et al., *Caratterizzazione in situ e mappatura acustica di navi all'ormeggio nel porto di Venezia*, in Atti del 35° Convegno Nazionale dell' Associazione Italiana di Acustica, Milano 11-13 giugno 2008.

[6] Di Bella A. et al., *In Situ Characterization and Noise Mapping of Ships Moored in the Port of Venice*, in Proc. of the 8th Conference of the European Acoustics Association, held in Paris, June 29 - July 4, 2008.

[7] Curcuruto S. et al., *Rumore prodotto dalle infrastrutture portuali*, ANPA 2000 (http://www.infoacustica.it/pdf/approfondimenti/rumoreporti.pdf).

[8] Decreto della Giunta Regionale del Friuli – Venezia Giulia 5 marzo 2009, n. 463, *Criteri e linee guida per la redazione dei Piani comunali di classificazione acustica del territorio*, Bollettino Ufficiale della Regione n. 12 del 25/03/2009 (*Adozione dei criteri e linee guida per la redazione dei Piani comunali di classificazione acustica del territorio ai sensi dell'articolo 18 comma 1 lettera a) della legge regionale 16/2007*).

[9] Comune di Lecco, *Zonizzazione Acustica del territorio comunale, Relazione Tecnica*, ottobre 2005.

[10] ARPAV Servizio Territoriale (a cura di: D. Sepulcri, L. Bortolato, M. Zulianello, con la collaborazione di APV), *Indagine sull'impatto acustico connesso alle attività portuali del porto di Venezia*, 2000.

[11] Autori vari, *Linee guida relative ai criteri per la classificazione acustica dei territori comunali*, APAT, Italia, 2006.