

# **STUDIO E MODELLAZIONE PER LA BONIFICA ACUSTICA AMBIENTALE IN UN'AZIENDA A SORGENTI NUMEROSE**

Patrizio Lubrini (1), Gianfranco Melocchi (1), Giovanni Sonzogni (1)

1) EST srl, Grassobbio (BG)

## **1. Introduzione**

Lo studio riguarda la valutazione di fattibilità di interventi per la riduzione del rumore ambientale presso un insediamento chimico di superficie ampia (circa 50.000 mq) e con presenza di un numero elevato (diverse decine) di sorgenti sonore.

Fasi dello studio:

- A) Rilevamenti acustici ambientali al confine
- B) Mappatura acustica interna
- C) Identificazione e caratterizzazione sorgenti
- D) Modellazione impatto acustico ante-bonifica
- E) Ipotesi di bonifica
- F) Modellazione impatto acustico post-bonifica

## **2. Rilevamenti acustici ambientali al confine**

Il ciclo produttivo dell'Azienda prevede le fasi tipiche della lavorazione chimica discontinua (a batch) e tipicamente:

- stoccaggio e trasferimento delle materie prime;
- reazione chimica in fase liquida;
- separazione e purificazione dei prodotti;
- eventuali essiccamento e formulazione finale.

Le sorgenti sonore aziendali sono numerose (molte decine), e prevalentemente costituite da apparecchiature quali ventilatori, pompe, compressori, agitatori, sfiati di vapore ecc., localizzate in modo disperso all'interno dell'insediamento.

Al fine di fornire una caratterizzazione del clima acustico nell'area di interesse, si è innanzitutto svolta una serie di misurazioni in campo dei livelli di rumorosità ambientale. I rilievi hanno interessato n. 6 postazioni di misura situate al perimetro dell'insediamento e hanno evidenziato un superamento dei limiti previsti dal DPCM 14/11/97 in alcuni punti.

### **3. Mappatura acustica interna**

Per poter identificare le sorgenti sonore significative, a causa dell'elevato numero di sorgenti sonore presenti, si è svolta preliminarmente una mappatura acustica interna, tramite l'esecuzione di rilievi fonometrici nelle aree aperte più significative.

Tali rilievi sono stati condotti secondo le seguenti modalità:

- tutti i rilievi sono stati svolti a quota 1.5 m dal piano di campagna
- i rilievi sono stati svolti in 150 punti, situati su una maglia il più possibile regolare
- per ogni punto di rilievo sono state registrate le coordinate x, y ed il  $Leq(A)$ .

Successivamente si è effettuata una interpolazione gaussiana (Kriging) dei valori rilevati, tramite il software Surfer, ottenendo una rappresentazione grafica su mappa colorata (si veda figura 2), che ha consentito di evidenziare le aree contraddistinte dalla rumorosità più elevata.

### **4. Identificazione e caratterizzazione sorgenti**

Da un esame della mappatura acustica interna sono state individuate circa 70 sorgenti sonore a cui è connessa un'emissione di rumore nell'ambiente esterno ritenuta significativa.

Al fine di caratterizzare le diverse fonti di emissione sonora, sono stati condotti 120 rilievi fonometrici con analisi in frequenza in corrispondenza dei punti di emissione più significativi.

In base a questi rilievi è stato possibile stimare, per ciascuna sorgente, il livello di potenza sonora in bande d'ottava; la stima delle potenze è stata svolta con un metodo approssimato, basato sui seguenti passaggi:

- identificazione di superfici emittenti significative
- rilievo del livello sonoro medio su ciascuna superficie
- detrazione di tutti i contributi alla rumorosità misurata diversi dal contributo delle onde sonore dirette provenienti dalla sorgente in esame (sia quelli imputabili a sorgenti estranee, sia quello imputabile alle onde riflesse relative alla sorgente di interesse).
- calcolo della potenza sonora riferita a ciascuna superficie emittente.

In figura 1 è riportata l'ubicazione delle sorgenti sonore.

### **5. Modellazione impatto acustico pre-bonifica**

Per la modellazione acustica è stato impiegato il software previsionale Raynoise ver. 3.0; il programma analizza le riflessioni multiple dei raggi sonori sulle differenti superfici che definiscono la geometria del problema da analizzare, implementando le tecniche numeriche dei raggi conici o piramidali.

La modellazione con Raynoise si svolge nelle seguenti fasi successive:

- Definizione della geometria

La geometria di base della zona interessata dallo studio è stata costruita utilizzando come base i file CAD bidimensionali già disponibili, che sono stati sviluppati nella terza dimensione (altezza), grazie alle informazioni disponibili in merito alle quote dei singoli punti o edifici.

- Definizione dei parametri acustici

Per quanto concerne il mezzo di propagazione, è stata considerata aria atmosferica a 20°C e 50% di umidità relativa.

Le caratteristiche fonoassorbenti delle varie superfici interferenti presenti sono state definite sulle base dei valori tipici riportati in letteratura per ciascuno dei materiali costitutivi delle superfici stesse (es. asfalto, calcestruzzo).

Le fonti sonore sono state tipicamente rappresentate come sorgenti puntuali, aventi potenza acustica e spettro di emissione in frequenza stimati come descritto al paragrafo precedente.

- Simulazione e presentazione dei risultati

La simulazione è stata condotta definendo innanzitutto un dominio di calcolo costituito da una rete di microfoni virtuali disposti a maglie regolari sulle superfici piane di maggiore interesse (tipicamente superficie orizzontale a quota 1,5 m rispetto al piano di campagna).

Le routine di calcolo sono generalmente state applicate a ciascuna banda di frequenza in ottava compresa tra 63 e 8000 Hz.

In figura 2 è riportata la vista in pianta con la mappa colorata ottenuta con la simulazione nella condizione pre-bonifica, confrontata con la rappresentazione della mappatura acustica interna preliminare: si noti la buona concordanza tra i valori rilevati ed i valori calcolati tramite simulazione numerica.

In figura 3 è riportata la vista prospettica con la mappa colorata ottenuta con la simulazione nella condizione pre-bonifica.

## **6. Ipotesi di bonifica**

In base al confronto con i limiti di normativa, sono stati fissati gli obiettivi di risanamento, espressi come valore massimo di rumorosità imputabile al solo insediamento aziendale (valore di emissione complessivo) valutato al confine di stabilimento.

Al fine di conseguire gli obiettivi sopradescritti si sono ipotizzati interventi delle seguenti tipologie:

- Riduzione dell'emissione di rumore ambientale generata dagli impianti e attività situate all'esterno (soprattutto incapsulamento di macchine in box fonoisolanti)

- Riduzione dell'emissione di rumore ambientale generata dagli impianti di ventilazione con sfogo all'esterno (soprattutto silenziatori ad assorbimento sui condotti)

- Riduzione dei livelli di rumore all'interno dei locali produttivi, tramite interventi di insonorizzazione alla fonte dei macchinari situati all'interno (soprattutto incapsulamento di macchine in box fonoisolanti)

- Riduzione della trasmissione all'esterno del rumore tramite incremento del fonoisolamento dell'edificio (muri, tetto, porte, finestre).

Per ciascun intervento sono state descritte le modalità realizzative e la riduzione di emissione sonora attesa.

## **7. Modellazione impatto acustico post-bonifica**

Sulla base della loro realizzabilità e della diversa incidenza sulla riduzione dei livelli di rumorosità esterna, gli interventi sono stati raggruppati in due categorie secondo la priorità di attuazione: 2 = priorità maggiore, 1 = priorità minore.

Si sono quindi condotte nuove simulazioni con Raynoise al fine di valutare i livelli di rumorosità ambientale con i seguenti scenari:

- attuazione dei soli interventi con priorità 2

- attuazione degli interventi con priorità 1 e 2.

La simulazione numerica ha consentito di evidenziare che la sola attuazione degli interventi di priorità 2 consentirebbe il conseguimento parziale degli obiettivi di risanamento prefissati, mentre per il conseguimento completo di tali obiettivi risulta necessaria l'attuazione sia degli interventi di priorità 2 che degli interventi di priorità 1.

In figura 4 è riportata la vista in pianta con le mappe colorate di confronto fra la situazione pre-bonifica e le situazioni post-bonifica.

## 8. Conclusioni

Lo studio ha consentito di evidenziare gli aspetti significativi di seguito riportati:

- Nel caso di insediamenti di grandi dimensioni, con presenza diffusa di diverse decine di sorgenti sonore e dove non sono individuabili a priori una o poche sorgenti prevalenti, risulta utile svolgere preventivamente una mappatura interna dei livelli sonori, grazie alla quale localizzare le aree più critiche dal punto di vista acustico.

- La mappatura dei livelli sonori attuali con rilievo in campo consente inoltre di verificare il modello di simulazione: a tal proposito si noti, nel caso in esame, la buona corrispondenza tra i valori rilevati ed i valori calcolati tramite simulazione numerica.

- La complessità del modello, sia dal punto di vista geometrico (numero di superfici in 3D ed estensione su diverse centinaia di metri), sia dal punto di vista acustico (numero di sorgenti sonore) ha comportato tempi di calcolo impegnativi.

- L'impiego di un modello di simulazione numerico ha consentito, anche se con alcune semplificazioni, di gestire contemporaneamente la mole di dati sulle singole sorgenti sonore, rappresentando con sufficiente dettaglio gli scenari corrispondenti alle diverse opzioni di bonifica: ciò consente una migliore programmazione degli interventi da eseguirsi per la riduzione dell'impatto acustico esterno.

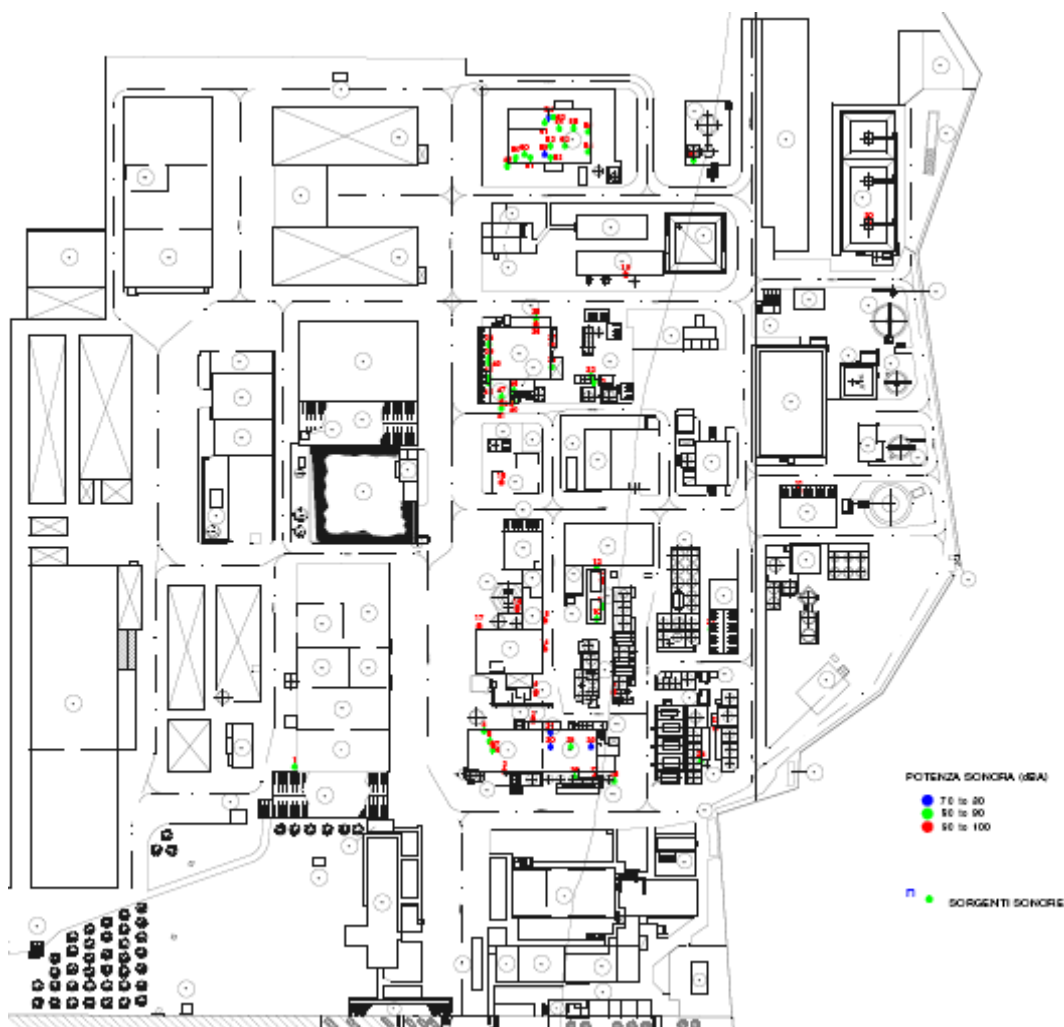


Figura 1 – Ubicazione delle sorgenti sonore

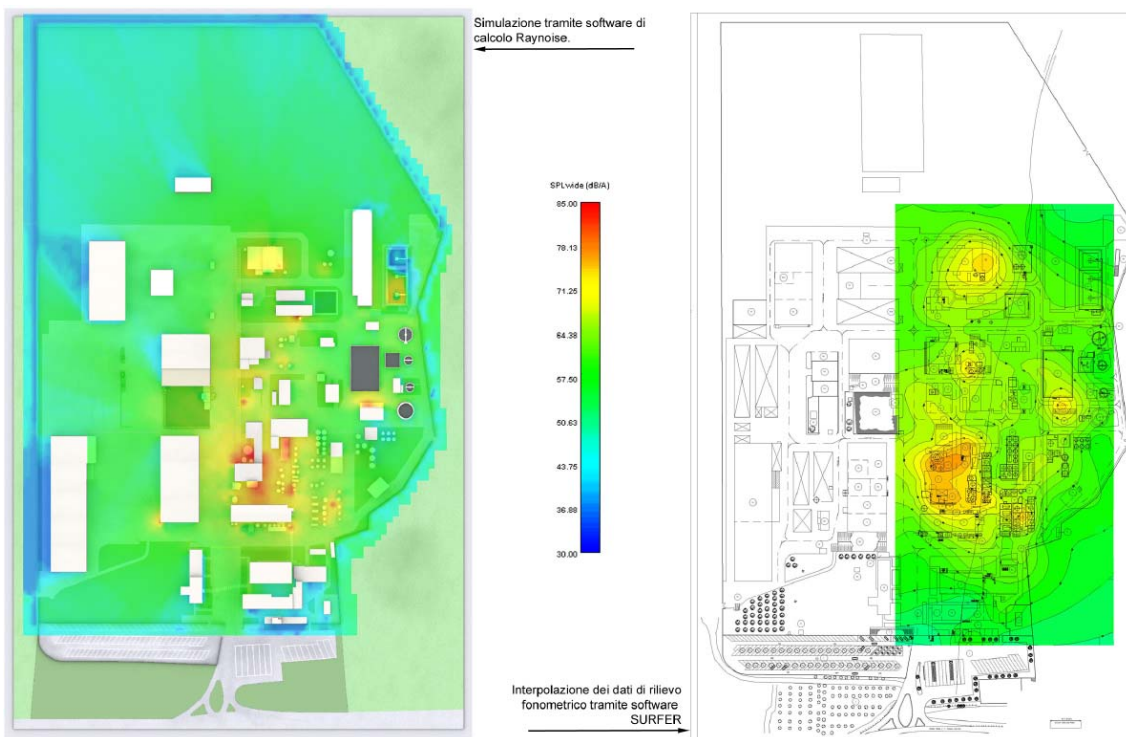


Figura 2 – Confronto tra simulazione numerica e mappatura da rilievi fonometrici

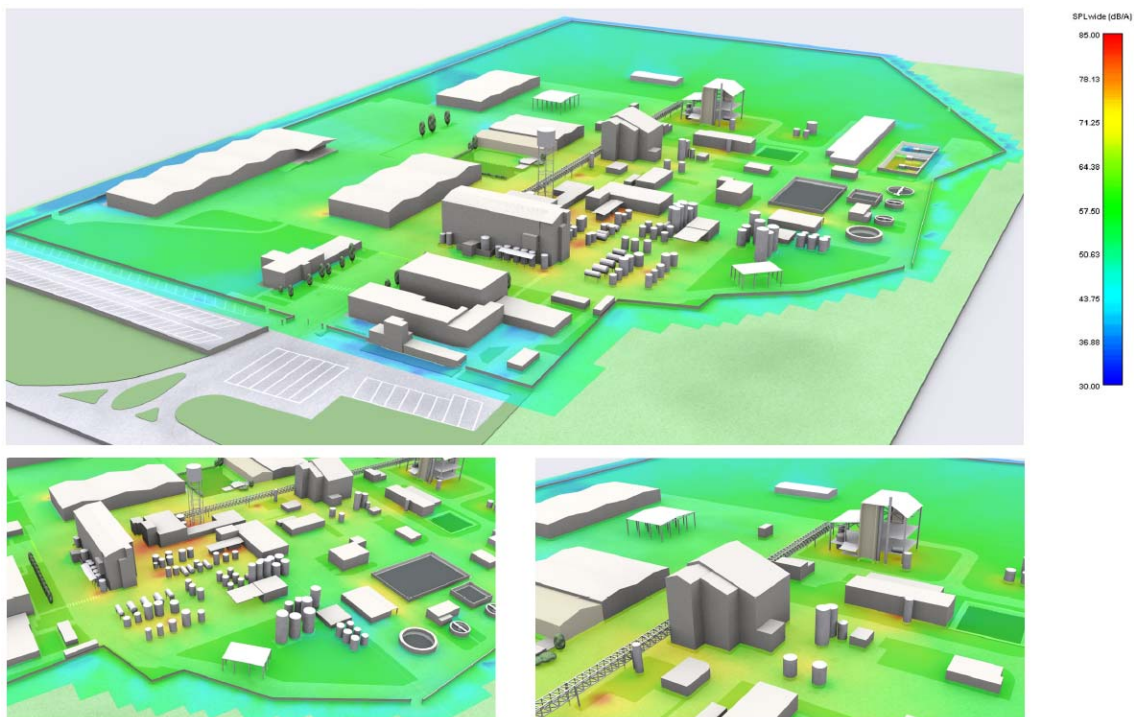


Figura 3 – Vista prospettica con simulazione pre-bonifica

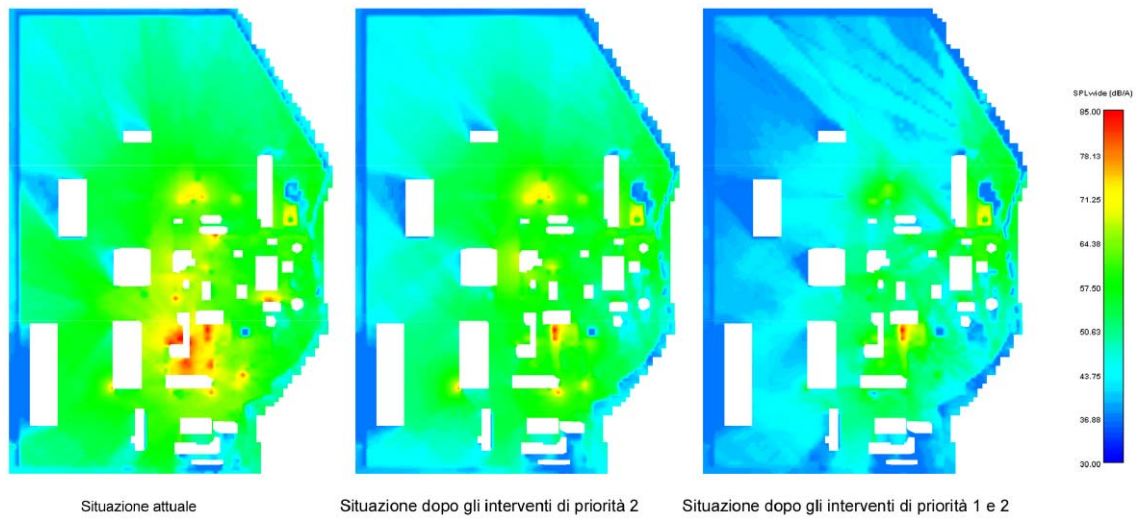


Figura 4 – Viste in pianta: confronto pre e post bonifica