



SOCIETA' INTERPORTO DELLA TOSCANA CENTRALE S.p.A

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
DELL'UNIVERSITÀ DI FIRENZE**

**STUDI A SUPPORTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI
IMPATTO AMBIENTALE CONNESSA AL PROGETTO DI AMPLIAMENTO**

Attività "Atmosfera"

**VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO
RELATIVO ALL'AMPLIAMENTO DELL'INTERPORTO**

RELAZIONE

Referente dell'Attività: Prof. Ing. Lorenzo Domenichini

Coordinatore: Prof. Ing. Enio Paris

Firenze, settembre 2014

Indice

Introduzione.....	2
Metodologia di studio	3
Descrizione del modello di simulazione: il programma CADNA	9
Struttura del programma	11
Le elaborazioni e gli scenari: attività preliminari ed ipotesi di base.....	12
Creazione della cartografia	16
Applicazione del programma di calcolo	21
I valori limite	23
L'AMPLIAMENTO DELL'INTERPORTO DI PRATO	25
Descrizione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato	25
Scenari analizzati	26
Livelli di pressione sonora presso i ricettori	41
IPOTESI DI SCENARIO DEL RUMORE IN FASE DI CANTIERE	48
Conclusioni.....	53
APPENDICE A: Tabella riassuntiva dei livelli in facciata	

Introduzione

Questo studio è mirato alla valutazione della compatibilità acustica ambientale relativa alla realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto prevista nell'area del Comune di Prato, attività questa denominata nel seguito come "ampliamento dell'Interporto di Prato". Tale valutazione di impatto acustico è stata realizzata per l'adempimento ed in ottemperanza:

- della legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 del 26 ottobre 1995 e sue integrazioni e modifiche, con particolare riguardo all'art. 8;
- del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", attuativo della legge n°447/95;
- del decreto del Ministero dell'ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", attuativo della legge n°447/95;
- del decreto del Ministero dell'ambiente 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", attuativo della legge n°447/95;
- della legge regionale della Toscana 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico";
- della legge regionale della Toscana 29 novembre 2004, n. 67 "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)";
- della legge regionale della Toscana 3 novembre 1998 n. 79 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale";
- della deliberazione del Consiglio Regionale della Toscana n 77 del 22/02/2000 "Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2 della LR n. 89/98 Norme in materia di inquinamento acustico";
- della deliberazione del Consiglio Regionale della Toscana n 788 del 13/07/1999 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98";
- della norma UNI 9884 – luglio 1997 "Acustica. Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".

La realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato fa parte di un ampio programma di razionalizzazione della mobilità e della distribuzione modale del trasporto merci, così come è descritto nella relazione trasportistica di tale elaborato. L'ampliamento dell'Interporto è previsto in area del Comune di Prato, nel quadrante est della città, ma va ad interagire, in qualche modo, a livello urbanistico e di mobilità con i Comuni di Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino.

L'area di influenza dell'Interporto di Prato è situata nei pressi dei grandi assi autostradali costituiti dall'autostrada A1 (E35 Roma-Milano) ed a circa ottocento metri dall'autostrada A11 (E76 Firenze-Pisa) e dalla linea ferroviaria (Firenze-Pisa-Lucca)

L'intero comprensorio in cui incidono le attività dell'Interporto è caratterizzato prevalentemente da attività produttive ed industriali e da costruzioni a vocazione residenziale, per la maggior parte ville, ed è dotato di aree verdi.

L'Interporto di Prato ed il suo ampliamento in progetto sorgeranno in ampia zona compresa tra:

- da via Firenze, via Prato e la ferrovia Firenze-Pisa-Lucca a nord e ad est, nonché da un declivio collinare di circa 500 metri di altitudine;
- ad est è presente anche via Galileo Galilei e molto più distante, a circa tre chilometri, l'autostrada A1;
- via Leonardo da Vinci e via Fratelli Cervi e l'autostrada A11 a Sud;
- via De Gasperi, via di Confienti e viale Montegrappa (SS325) ad ovest.

Questo studio è stato condotto e sviluppato attraverso il ricorso a modellistica previsionale della propagazione del rumore, esaminando la situazione acustica dell'area in studio, sia nel periodo di riferimento diurno, sia in quello notturno, caratterizzato, per quanto concerne l'interporto, dalla rumorosità prodotta dagli impianti di continuità (frigoriferi, impianti elettrici, climatizzatori, ecc.), necessari a garantire il suo corretto funzionamento legato alla sua destinazione d'uso, nonché dalla movimentazione delle merci, dei camion e dei convogli ferroviari che trasportano merci.

Le simulazioni sono state eseguite sia per rappresentare la situazione vigente attualmente, caratterizzata dalla presenza di ricettori abitativi e di sorgenti di rumore (traffico, ferrovia ed attività umane e produttive), sia nel contesto che si verrà a creare successivamente all'entrata in esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, sia durante le fasi di cantierizzazione.

Il presente documento si compone di una prima parte generale descrittiva sia delle metodologie e degli approcci tecnici adottati, sia del modello di calcolo impiegato e sia delle varie fasi in cui è stato sviluppato il lavoro, e di una seconda parte in cui, per la realtà studiata, vengono illustrati in dettaglio le elaborazioni svolte ed i risultati ottenuti.

Nella parte finale vengono tratte le conclusioni generali e sono fornite le indicazioni ritenute opportune per indirizzare la gestione e l'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato verso una corretta compatibilità e sostenibilità ambientale, almeno per quanto riguarda l'aspetto acustico.

Metodologia di studio

La valutazione acustica eseguita è consistita nell'analisi del clima acustico che attualmente è vigente presso l'Interporto di Prato e dell'impatto acustico ambientale sugli edifici abitativi esistenti e sull'ambiente stesso (inteso in termini di rilascio di energia sonora all'interno dell'area da parte dell'Interporto di Prato, del suo ampliamento e dalle attività in esso svolte) associato ed ascrivibile all'entrata in esercizio dell'intero complesso dell'Interporto.

Le differenti analisi sono state sviluppate con l'obiettivo di determinare i livelli acustici attesi nell'intera area di influenza dell'Interporto di Prato e presso i ricettori abitativi attualmente presenti nelle diverse aree studiate, sia nella situazione corrente, sia nella fase di cantiere e sia successivamente alla realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, agli scopi di valutare il rispetto della normativa vigente e di indirizzare l'edificazione, la predisposizione logistica e la gestione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato secondo una piena compatibilità acustica ed ambientale.

La normativa riguardante l'inquinamento acustico risulta attualmente molto nutrita e complessa, sia a livello regionale e nazionale, sia a livello comunitario. Sono infatti attualmente in vigore la legge quadro sull'inquinamento acustico ed una nutrita serie di decreti attuativi relativi alla disciplina delle diverse sorgenti di rumore e dei differenti aspetti dell'acustica ambientale.

L'area in esame, caratterizzata da attività antropica legata alla sua vocazione produttiva e residenziale e da discreto traffico veicolare e ferroviario, almeno per quel che

attiene gli assi autostradali e la ferrovia Firenze-Pisa-Lucca, subirà con la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato in esame, solo marginali modificazioni strutturali ed urbanistiche, sia per la realizzazione di quattro differenti nuovi capannoni per lo scarico e carico delle merci nella parte sud dell'area dell'Interporto e sia per le alterazioni dei volumi di traffico veicolare e ferroviari conseguenti alle attività connesse con l'ampliamento dell'Interporto di Prato.

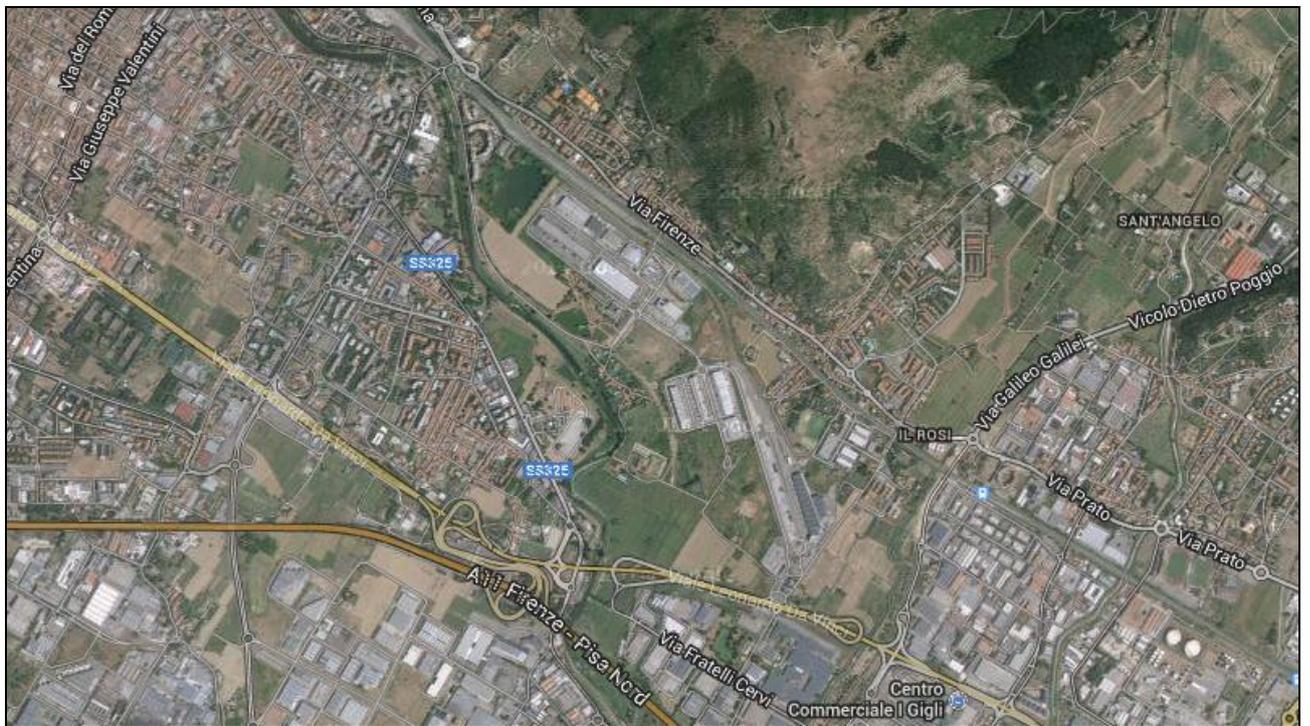
La zona oggetto di questo studio risulta essere allo stato attuale alquanto complessa dal punto di vista acustico, vista la destinazione produttiva, ma anche residenziale dell'intera area. In essa sono presenti ricettori abitativi e la rumorosità risulta attualmente sostenuta principalmente a causa del traffico veicolare e ferroviario.

L'area in cui sorgerà l'ampliamento dell'Interporto di Prato ricade essenzialmente nella fascia di influenza di sorgenti sonore quali:

- la ferrovia Firenze-Pisa-Lucca, sede di un discreto traffico composto da convogli passeggeri, ma anche merci diretto da e per l'Interporto di Prato. Nei pressi dell'Interporto sorge anche la stazione ferroviaria di Prato;
- l'autostrada A1 Roma-Milano, situata a circa tre chilometri dall'area occupata dall'Interporto, che è sede di un intenso traffico di mezzi leggeri e pesanti e che adduce gran parte del traffico da e verso la zona studiata;
- l'autostrada A11, anche essa alquanto trafficata, asse che collega principalmente l'Interporto all'intera rete autostradale;
- la rete stradale di distribuzione del traffico, sia leggero che pesante, nell'area dei quattro comuni interessati alla realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto. Tale rete è costituita da strade primarie, quali via Firenze, via Prato, via Galileo Galilei, via Leonardo da Vinci e via Fratelli Cervi, che dalle autostrade portano il traffico verso la rete secondaria e capillare. L'insieme di tali strade risulta sede di traffico costituito da autovetture e da mezzi pesanti, quali autocarri ed autobus sia delle linee urbane che di quelle extraurbane. Alcune di tali strade principali presentano flussi veicolari anche consistenti;
- il rumore antropico sia relativo ad attività produttive e lavorative svolte nell'area, sia al vivere quotidiano.

Nell'area di studio sono presenti un discreto numero di ricettori riconducibili alla definizione di "ambiente abitativo", così come fornita dalla legge quadro n°447 sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995. Non risultano invece presenti, nelle immediate adiacenze dell'area ove l'Interporto sarà ampliato, ricettori da considerare come 'potenzialmente sensibili', quali scuole, ospedali, case di riposo, ecc..

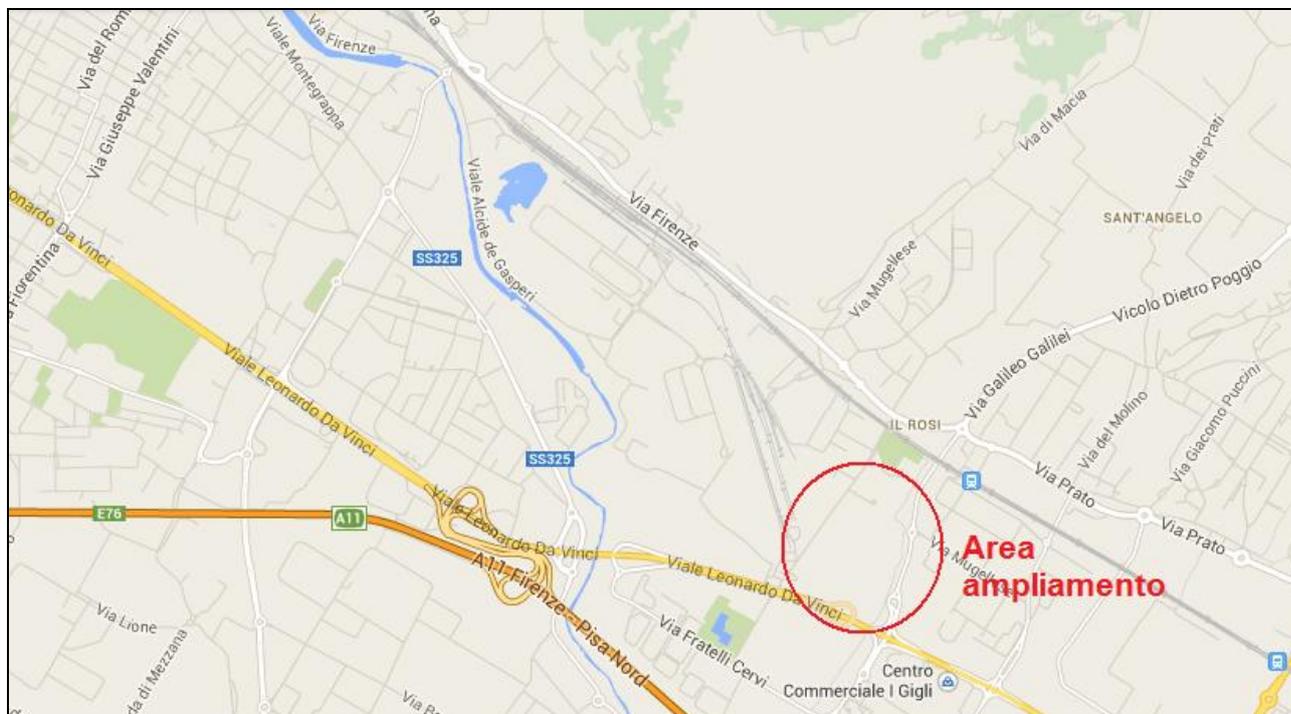
Nelle figure seguenti sono riportate una vista aerofotogrammetria generale in cui è visibile l'area dell'Interporto e la sua interazione con i Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino ed un ingrandimento della collocazione dell'Interporto e dell'area prevista per la realizzazione del suo ampliamento.



Un inquadramento più completo dell'area ove sorgerà l'ampliamento dell'Interporto di Prato che riguarda la disposizione più generale degli edifici presenti e della rete stradale e ferroviaria è invece fornito dalla seguente foto aerea.



Nello schizzo planimetrico seguente è invece indicata schematicamente la posizione della rete stradale e ferroviaria esistente nei confronti dell'ampliamento dell'Interporto di Prato.



Nell'area di studio sono inoltre presenti "sorgenti sonore fisse", come definite dalla legge quadro, quali assi stradali e ferroviari, parcheggi, edifici, capannoni ed esercizi produttivi commerciali ed artigianali.

Gli obiettivi che si intendono perseguire con questo lavoro sono in definitiva:

- la valutazione del clima acustico nelle aree previste per la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, attraverso la simulazione di tutte le potenziali sorgenti acustiche, eseguita con l'impiego di programmi di calcolo previsionale;
- la valutazione dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere che saranno svolte per la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato;
- la valutazione della compatibilità ambientale ed abitativa relativa alla entrata in esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, attraverso la valutazione dei livelli acustici attesi vista la sua collocazione all'interno di zone sensibili da un punto di vista sia acustico che urbanistico.

Il modello di calcolo impiegato è stato il programma CADNA.

Lo schema di lavoro seguito per l'area studiata è stato articolato principalmente in tre distinte fasi:

– *Caratterizzazione acustica attuale dell'area. Situazione 'ante operam'.*

Per la realizzazione di questo primo passo sono state affrontate diverse sotto-fasi che possono essere così riassunte:

- analisi e sopralluoghi per individuare la localizzazione di tutti i ricettori influenzati dalla realizzazione del nuovo ampliamento dell'Interporto di Prato;

- l'individuazione degli eventuali ricettori presumibilmente più critici o particolarmente sensibili;
- caratterizzazione spaziale dei ricettori;
- implementazione e simulazione con modello di calcolo della situazione attuale;
- elaborazione dei dati acquisiti e presentazione dei risultati:
 - analisi delle informazioni disponibili ed acquisite sui ricettori e sulle sorgenti presenti;
 - riversamento dei dati di input su calcolatore;
 - realizzazione della mappatura della situazione acustica attuale;
 - determinazione dei livelli in facciata presso i diversi edifici presenti più influenzati dalla presenza dell'Interporto e del suo ampliamento;
 - caratterizzazione acustica dell'area;
- rappresentazione grafica della simulazione dello scenario della situazione attuale dell'area.

In sintesi sono state eseguite simulazioni della propagazione del rumore in vari punti all'interno dell'area, collocati ad un metro dalle facciate degli edifici presenti, al piano terreno ed al primo piano, nei differenti periodi della giornata (periodo di riferimento diurno e periodo di riferimento notturno), tramite l'impiego di un programma di calcolo previsionale del rumore.

E' stato svolto anche il calcolo dei livelli attesi per una griglia di punti a maglia stretta (interasse di 25 metri e ad un metro e mezzo dal livello del suolo), allo scopo di ottenere per interpolazione, la mappatura acustica realizzata con curve isolivello acustico proiettate sulla cartografia di base.

– *Caratterizzazione acustica simulata dell'area durante le fasi di cantiere.*

Per la caratterizzazione acustica dell'area durante le fasi di cantierizzazione per la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato in progetto, si è fatto ancora ricorso al modello previsionale CADNA con modalità simili a quelle della fase precedente, tenendo in considerazione sia il rumore di tutte le infrastrutture già presenti (strade, attività umane, ecc.), sia quello generato nell'ambito delle diverse lavorazioni e predisposizioni del cantiere, sia quello da esso stesso indotto per tutte le funzioni associate e collaterali (presenza di attività delle manovalanze impiegate, variazioni di traffico indotto, presenza di macchinari rumorosi destinati ad operare all'aperto, ecc.).

Le attività di cantiere, come sarà illustrato successivamente, sono state suddivise in due successive sottofasi:

- la prima (fase 1) relativa alle attività di scavo, alla realizzazione delle fondazioni, alla costruzione delle strutture in cemento armato ed alla risistemazione prevista dell'assetto viario,
- la seconda (fase 2) di assemblaggio e sistemazione interna delle nuove strutture realizzate.

Chiaramente nella simulazione della sottofase conclusiva di assemblaggio e sistemazione delle strutture previste (fase 2) sono state considerate anche tutte le opere murarie relative al nuovo edificio previsto (quello più prossimo ai ricettori abitativi, così come sarà illustrato nel seguito del testo), definendone le caratteristiche acustiche, al fine di valutare anche le perturbazioni e le modificazioni alla propagazione del rumore causate dalla presenza di tale struttura. Infatti, nel caso della sottofase conclusiva di assemblaggio e sistemazione delle nuove realizzazioni previste, vista la collocazione della maggior parte delle attività lavorative di cantiere all'interno delle stesse strutture e vista la presenza di

notevoli sorgenti sonore esterne (traffico strade), risulta indispensabile ed imprescindibile la valutazione dell'attenuazione alla propagazione del rumore indotta dalle sue strutture murarie dall'interno verso l'esterno. Ciò al fine di consentire una più coerente e fedele rappresentazione della situazione acustica reale in cui si verrà a trovare l'area adiacente al cantiere per l'ampliamento dell'Interporto di Prato.

– *Caratterizzazione acustica simulata dell'area 'post operam'.*

Per la caratterizzazione acustica dell'area dopo la realizzazione e l'entrata in esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, si è fatto ancora ricorso al modello previsionale CADNA con modalità simili a quelle della fase precedente, tenendo in considerazione sia il rumore di tutte le infrastrutture presenti (strade, attività umane e dell'Interporto, ecc.), sia quello generato nell'ambito della disposizione strutturale e delle attività delle nuove realizzazioni, sia quello da esse stesse indotto per tutte le funzioni associate e collaterali (variazione del traffico indotto, presenza di nuovi impianti tecnologici, di condizionatori, di riscaldamento, capannoni, ecc.).

Chiaramente nella simulazione della situazione post operam sono stati considerati anche tutti gli aspetti acustici legati alle strutture relative alle nuove strutture che costituiranno l'ampliamento dell'Interporto di Prato, definendone in dettaglio le caratteristiche acustiche, al fine di valutare anche le perturbazioni e le modificazioni alla propagazione del rumore causate dalla presenza di tali elementi. Infatti risulta indispensabile ed imprescindibile la valutazione dell'attenuazione alla propagazione del rumore indotta dalle nuove strutture dell'ampliamento dell'Interporto al fine di consentire una più coerente e fedele rappresentazione della situazione acustica reale indotta dalle attività antropiche che saranno svolte in futuro.

Descrizione del modello di simulazione: il programma CADNA

Il programma che è stato impiegato per la valutazione della propagazione del rumore nei differenti scenari studiati è ampiamente diffuso in tutto il panorama internazionale ed è stato utilizzato e collaudato con successo in altre applicazioni ambientali anche molto complesse.

Il nome commerciale del software è CADNA.

Il software di elaborazione CADNA fa uso di modelli matematici per il calcolo delle emissioni e della propagazione sonora.

In particolare per lo studio della propagazione del suono il programma fa uso di algoritmi di tipo a tracciamento di raggi sonori (ray tracing diretto), considerando l'andamento della propagazione del rumore dalla sorgente verso il ricettore.

Per la rappresentazione delle informazioni geometriche ed acustiche è stato invece fatto ricorso al programma CAD Autocad che ha permesso di riportare graficamente sulla mappa, attraverso appositi protocolli di scambio, le informazioni ed i dati geometrici dei ricettori e delle sorgenti di rumore, nonché le caratteristiche di emissione delle sorgenti stesse ed i risultati provenienti dal modello di calcolo.

Il modello di calcolo CADNA esegue simulazioni sia su macroscale che su microscale, ovvero effettua le elaborazioni tenendo conto dei fenomeni a grande scala geometrica, oppure andando ad indagare gli eventi acustici a carattere prettamente puntuale e locale e limitati a ristrettissime zone dell'area di studio.

Tale programma ben si adatta quindi allo scopo di valutare il clima acustico e l'impatto acustico dell'area oggetto di studio, che risulta essere alquanto vasta, ed una simulazione di macroscale fornisce significativi benefici ed informazioni di massima, con il vantaggio di una notevole semplificazione nella elaborazione, mentre una rappresentazione più 'fine' e

puntuale, pur necessitando di una considerevole e consistente quantità di dati e di tempo di calcolo, fornisce informazioni dettagliate a livello di singoli elementi costituenti gli insediamenti abitativi, tenendo conto di tutte le grandezze e le variabili coinvolte nel processo.

Il programma utilizzato consente anche l'analisi e lo studio della propagazione del suono nel dominio della frequenza, permettendo quindi la rappresentazione degli spettri acustici, sia delle emissioni, sia del segnale percepito dai ricettori. Esso consente al contempo, la rappresentazione e l'elaborazione delle varie grandezze acustiche (coefficienti di assorbimento e di riflessione in funzione della frequenza di tutti i materiali coinvolti), allo scopo di rappresentare il più fedelmente possibile i vari fenomeni acustici associati alla propagazione del rumore (riflessione, assorbimento, diffrazione, ecc.).

CADNA è un programma di calcolo che permette di simulare la geometria e il comportamento acustico dell'area da studiare mediante due elementi principali:

- le sorgenti di rumore;
- le vie di propagazione.

Per quanto riguarda le sorgenti di rumore queste sono rappresentate da:

- Rumore di fondo che costituisce la base su cui vengono a sovrapporsi le altre sorgenti. Questo tipo di rumore rappresenta statisticamente la media di tutta l'energia sonora distribuita casualmente sul territorio dalle attività umane e da eventi naturali non modellizzabili e di cui è impossibile definire la localizzazione. Il rumore di fondo è stato considerato costante in tutta l'area in esame ed è stato descritto sia in termini di spettro che di intensità di emissione. Nel presente lavoro, per caratterizzare il rumore di fondo, è stata presa in considerazione (sia per la potenza di emissione che per lo spettro acustico) la situazione relativa ad una emissione di rumore a spettro rosa di intensità pari a circa 40 dBA per il periodo diurno e circa 30 dBA per il periodo notturno.
- Sorgenti puntuali, cioè tali che le dimensioni prevalenti risultino trascurabili rispetto all'estensione del territorio analizzato. Esse corrispondono alle sorgenti le cui emissioni possono essere considerate localizzate in spazi limitati, quali ad esempio edifici dove vengono svolte attività rumorose che prevalgono notevolmente sul fondo, impianti di condizionamento o di refrigerazione, cabine elettriche e trasformatori, lo stazionamento di veicoli con motore acceso, ecc.. Per ciascuna sorgente puntuale va definita la potenza di emissione o, ciò che è lo stesso, in quanto il programma provvede automaticamente ai necessari calcoli, i livelli equivalenti rilevati ad un metro di distanza dalla sorgente, nonché la composizione spettrale di emissione per bande di ottava e la direttività nello spazio delle emissioni sonore.
- Sorgenti lineari, per le quali una dimensione prevale sulle altre, rendendole di scarso rilievo per la scala di studio che si sta utilizzando. Esse sono intese come linee di emissione sulle quali, nel nostro caso, si concentra tutto il traffico stradale e ferroviario e sono rappresentate graficamente attraverso poligoni costituite da segmenti adiacenti successivi. Per ognuna delle linee di tipo veicolare occorre definire o il flusso medio, la composizione percentuale tra veicoli leggeri e pesanti e la velocità media di scorrimento del traffico veicolare o la frequenza e la composizione dei convogli ferroviari, lasciando al programma il calcolo della potenza acustica emessa, o impostare direttamente la potenza acustica lineare o il livello equivalente riportato sempre ad una distanza di riferimento, in base alle misure fonometriche effettuate.

Per tali tipi di sorgenti sono inoltre necessarie tutte le informazioni topografiche (coordinate e quote dei punti estremi dei segmenti delle poligoni);

- Sorgenti areali, per consentire la rappresentazione di sorgenti acustiche distribuite in modo statisticamente uniforme su aree, che per la loro estensione non sono schematizzabili in termini puntuali.
Tali sorgenti vengono descritte attraverso l'emissione media per unità di superficie rilevata nell'area simulata.
Questo tipo di sorgente, nell'ambito di questo studio, è stata utilizzata prevalentemente per simulare il rumore diffuso provocato dallo stallo dei veicoli nelle aree di parcheggio;
- Vie di propagazione. I vari elementi presenti sul territorio (edifici, ostacoli naturali o artificiali, barriere di terra, alture, ecc.) vengono rappresentati come ostacoli alla propagazione del rumore, che generano fenomeni di riflessione anche multipla, di assorbimento e di diffrazione, anche di ordine superiore. Tali elementi sono assimilati, per quanto riguarda gli edifici, a poliedri a facce piane e verticali, dotati di superfici orizzontali di copertura (allo scopo di simulare la perturbazione spaziale indotta nella descrizione tridimensionale del campo acustico), o a superfici verticali rigide riflettenti ed assorbenti (per schematizzare le barriere naturali ed artificiali e ricavarne i livelli di attenuazione indotti). Tutti questi elementi vanno dettagliatamente descritti nella loro geometria, nelle loro proprietà acustiche e nella loro localizzazione nei confronti delle sorgenti.
Il programma prende anche in considerazione l'assorbimento e la riflessione da parte dei materiali che costituiscono il terreno, le sedi stradali e tutte le superfici di appoggio delle varie strutture e degli edifici.

Poiché è dalla precisione di tutti questi dati in ingresso che dipende essenzialmente la validità dei risultati, occorre sempre cercare di soddisfare le seguenti necessità:

- utilizzare carte e mappe dotate di notevole precisione, con una scala sufficientemente dettagliata, in cui siano ben rappresentati ed evidenti tutti gli elementi significativi presenti sul territorio. Risulta chiaramente necessario un notevole grado di conoscenza dell'ambito territoriale esaminato, acquisito anche attraverso ricognizioni in loco mirate, per evitare rischi di gravi errori di schematizzazione che si possono ripercuotere negativamente sui risultati ottenibili;
- disporre di dati sulla circolazione stradale e ferroviaria affidabili e/o informazioni sulle sorgenti fisse lineari e puntiformi rilevate con precisione;
- avere una buona conoscenza del programma di calcolo, dei suoi contenuti e degli algoritmi di calcolo che esso utilizza.

L'intera sequenza di attività necessarie per svolgere una sessione di lavoro con CADNA va suddivisa in due momenti: la fase di introduzione delle informazioni relative alle sorgenti, al territorio e alla distribuzione spaziale degli elementi geometrici e la fase di calcolo che è composta da due sottoprocedure essenziali:

- il calcolo della potenza acustica delle sorgenti sia puntiformi, sia lineari e sia areali;
- la valutazione dell'attenuazione dell'energia acustica sul percorso di propagazione dovuta alle varie cause (divergenza geometrica, attenuazione dell'aria, del suolo, riflessioni, assorbimento, diffrazione, ecc.).

Da questi calcoli si ottiene il livello sonoro in ciascun punto di calcolo considerato.

Il programma CADNA consente di ottenere i risultati in diverse forme che vanno dalla valutazione dei livelli sonori su di una semplice griglia di punti considerati, al tracciamento sull'area studiata delle curve isofoniche dei vari parametri acustici di interesse.

Struttura del programma

Il programma di calcolo CADNA consente, come detto, la schematizzazione di sorgenti areali e lineari (sorgenti stradali, parcheggi, ecc.) e puntiformi.

Ad ogni sorgente viene assegnata una potenza sonora ottenuta o attraverso i livelli effettivamente rilevati o, per quanto riguarda le strade, i parcheggi e la ferrovia, ricorrendo anche all'utilizzo di un modello previsionale delle emissioni acustiche che fa uso di dati di input relativi al traffico veicolare e ferroviario.

Successivamente viene effettuato il calcolo della distribuzione dei livelli nei vari punti dell'area in esame.

Il calcolo avviene attraverso la somma energetica di tutti i contributi delle varie sorgenti, facendo uso di modelli di propagazione del suono (attraverso il tracciamento di raggi sonori in campo aperto), sia per quanto riguarda l'attenuazione per divergenza geometrica che per quella atmosferica.

E' inoltre previsto il calcolo, attraverso il ricorso alla teoria di Fresnel e Maekawa, dell'attenuazione legata al fenomeno della diffrazione in presenza di ostacoli (barriere, edifici, ecc.). A tal fine è necessario e possibile caratterizzare le sedi stradali e ferroviarie specificando la presenza di edifici ed ostacoli descrivendoli in termini di forma geometrica.

Nei calcoli e nella introduzione dei dati è possibile mettere inoltre in conto la presenza di ulteriori tipi di barriere costituiti da elementi artificiali quali barriere acustiche, muri di cinta anche di tipo vegetale.

Altra peculiarità del programma è la possibilità di ottenere i valori del livello acustico stimato per una serie di punti di riferimento o in facciata di ricettori, a varie altezze dal suolo corrispondenti ai differenti piani di cui sono costituiti gli edifici e redigere una tabella di immediata interpretazione e confronto con i livelli limite di immissione assoluti. Tale tabella consente inoltre di effettuare una verifica della rumorosità in punti ritenuti rilevanti ai fini dell'inquinamento acustico attraverso il confronto con i valori limite normativi di riferimento.

CADNA permette inoltre di ottenere mappature del livello lineare e pesato in curva di ponderazione 'A' di tutta l'area in questione.

La rappresentazione grafica dei risultati può essere effettuata, sia attraverso curve isolivello, sia attraverso la diversa colorazione delle aree e sia con delle semplici griglie di valori puntuali di rumore.

E' anche possibile ricavare l'andamento dello spettro acustico atteso in ciascun punto dell'area considerata, nonché l'andamento dei livelli lineari e ponderati sulle facciate degli edifici al variare della quota e della posizione dei punti presi in considerazione.

Le elaborazioni e gli scenari: attività preliminari ed ipotesi di base

In generale la valutazione di impatto acustico in un'area sottoposta a modificazioni della sua struttura urbanistica e delle emissioni delle sorgenti di rumore che la caratterizzano, può essere efficacemente condotta attraverso il confronto simulato di differenti scenari, derivanti da altrettante ipotesi.

Anche l'approccio adottato in questa attività segue tale strategia, ponendo a confronto scenari con e senza la presenza del nuovo l'ampliamento dell'Interporto di Prato e di tutte le attività e di tutte le sorgenti di rumore ad esso connesse ed anche delle fasi realizzative di cantiere.

Lo studio degli scenari analizzati ha condotto alla realizzazione delle mappature dell'impatto acustico delle aree in esame, rappresentate con differenti tematismi. In sovrapposizione alla planimetria del territorio, sono state infatti prodotte carte tematiche su cui sono stati riportati i valori dei livelli acustici calcolati, attraverso la rappresentazione del campo acustico mediante curve isolivello di rumore.

Inoltre, allo scopo di pervenire ad un necessario e significativo confronto tra i livelli acustici attuali e futuri con i limiti normativi in materia di inquinamento acustico, sono stati calcolati anche i livelli sonori previsti in facciata (a varie altezze dal suolo) dei principali edifici prospicienti le aree di intervento ed influenzati dalle attività e dalle modifiche strutturali previste per la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato.

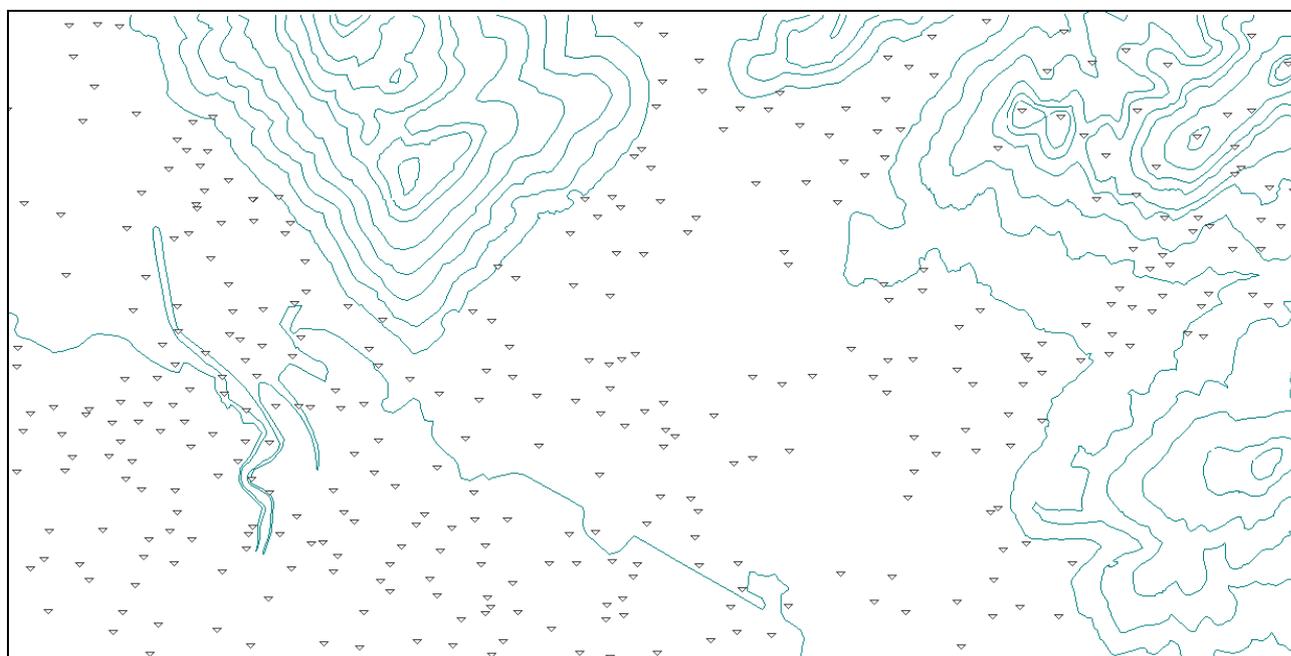
Allo scopo di ottenere la mappatura acustica dei differenti scenari ipotizzati ed i livelli equivalenti di rumore in facciata, sono state svolte le seguenti attività:

- realizzazione, acquisizione ed interiorizzazione all'interno del modello di calcolo della mappa tridimensionale della zona oggetto di studio;
- inserimento delle sorgenti di rumore nel modello di calcolo per generare i differenti scenari;
- esecuzione delle elaborazioni numeriche;
- generazione delle mappe e delle tavole tematiche e delle tabelle riassuntive.

Dopo aver importato nel programma di calcolo la mappa dell'area di studio, dopo aver effettuato le necessarie procedure per la sua georeferenziazione e controllata la correttezza di tale operazione verificando l'esatta posizione di alcune componenti note del territorio, ci si è preoccupati di inserire sulla cartografia tutti gli elementi orografici presenti (altimetria dell'area e presenza di barriere acustiche naturali), tutte le strutture tridimensionali (edifici, barriere artificiali, ecc.), nonché i dati relativi al traffico veicolare e ferroviario ed alle altre sorgenti di rumore.

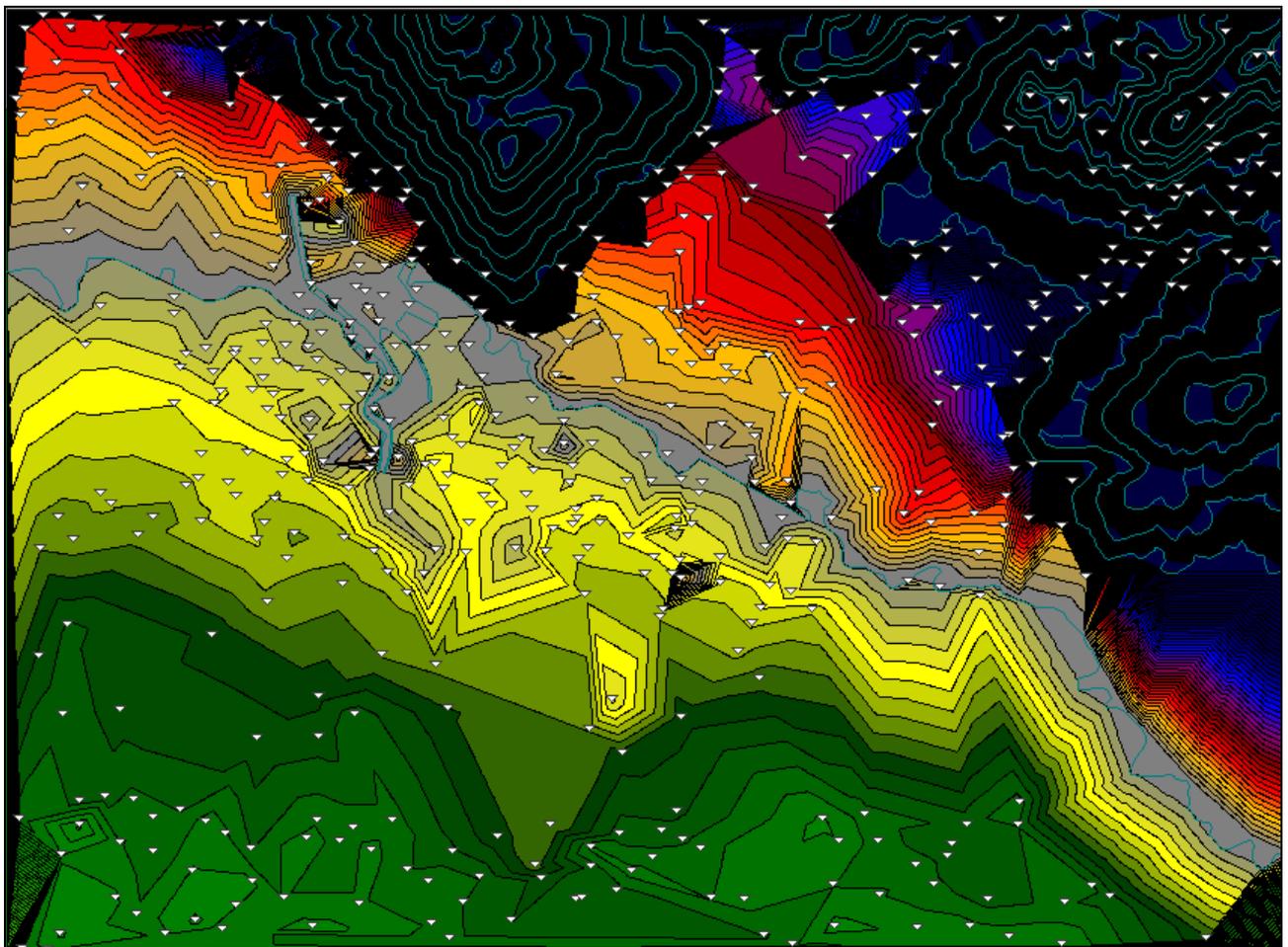
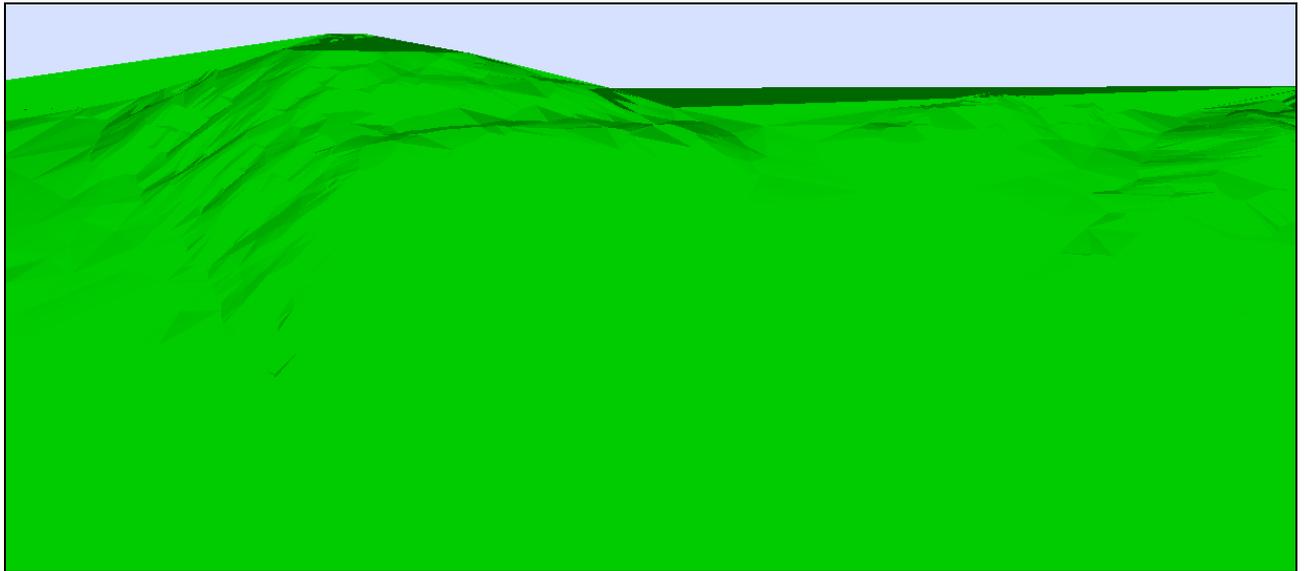
Oltre alla referenziazione cartografica dell'area si è provveduto a fornire al modello di calcolo l'andamento altimetrico del territorio allo scopo di simulare più fedelmente possibile i fenomeni di interazione del suono con il terreno.

Tale andamento altimetrico è stato desunto dall'acquisizione di curve di livello e punti quotati.



I triangoli nella figura rappresentano i punti quotati e le linee invece le curve di livello.

Di seguito si riportano alcune figure esemplificative dell'attività cartografica svolta per la realizzazione del modello tridimensionale dell'area attraverso triangolazioni.



I livelli energetici di emissione relativi alle varie sorgenti presenti sono stati introdotti secondo differenti approcci e tecniche.

Per il traffico ferroviario si è fatto ricorso alle indicazioni rilevabili dagli orari ufficiali, prendendo in considerazione, in maniera cautelativa, il traffico delle ore di punta come presente durante tutta la giornata.

I livelli di emissione medi dei flussi veicolari sono stati dedotti secondo differenti approcci: per il grafo relativo alla circolazione principale è stato valutato il livello di

emissione acustica di ciascuna strada attraverso procedure di calcolo del programma CADNA che determinano le emissioni sonore attraverso la conoscenza dei flussi veicolari, della composizione modale del traffico (percentuale del traffico pesante rispetto a quello leggero), delle velocità media di percorrenza, della classificazione funzionale della strada, della tipologia del manto stradale e del regime di marcia dei veicoli. Tali dati sono stati dedotti dallo studio trasportistico effettuato.

Per le altre strade costituenti invece la rete stradale secondaria e locale, è stato invece utilizzato uno studio statistico avente lo scopo di caratterizzare e classificare le differenti tipologie di strade in termini di traffico ed emissioni acustiche, a seconda della differente categorie di strade.

Tale approccio statistico, che ha avuto l'obiettivo di creare la banca dati di livelli di emissione delle diverse tipologie di strade utilizzata da CADNA ed ha consentito di caratterizzare in termini di intensità e di direttività le emissioni delle diverse tipologie di veicoli, è stato sviluppato su dati rilevati in differenti realtà urbane italiane ed ha condotto alla attribuzione di un traffico medio giornaliero, diurno (6.00-22.00) e notturno (22.00-6.00) per le strade locali a basso e medio traffico e per quelle di quartiere riportate nelle seguenti tabelle.

Tipologia veicoli	Traffico medio	
	Diurno	Notturmo
Autovetture	800	20
Mezzi commerciali a due assi	10	0
Motocicli	300	5
Mezzi pesanti	0	0
Tir	0	0

Traffico medio diurno e notturno per strade locali a basso traffico

Tipologia veicoli	Traffico medio	
	Diurno	Notturmo
Autovetture	1600	160
Mezzi commerciali a due assi	320	20
Motocicli	320	40
Mezzi pesanti	0	0
Tir	0	0

Traffico medio diurno e notturno per strade locali a medio traffico

Tali dati sono stati presi a riferimento ed utilizzati anche nello studio effettuato, al fine di caratterizzare acusticamente anche le strade per le quali non è stata effettuata l'assegnazione del traffico nello studio trasportistico.

Con queste informazioni sono stati ottenuti i dati di emissione acustica ascrivibili a tutte le strade ed agli assi ferroviari considerati nelle simulazioni.

Per le numerose attività industriali e produttive presenti è stata inserita, per ciascun edificio produttivo, una sorgente areale con un valore di emissione uguale per tutti gli edifici e pari ad 70 dBe. Tale sorgente è stata dotata di uno spettro di emissione di rumore bianco, ossia con identico contenuto energetico per ciascuna banda di frequenza utilizzata.

Per quanto riguarda l'inserimento delle informazioni relative alle sorgenti di rumore proprie dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, si è ritenuto opportuno, allo scopo di ottenere una migliore aderenza alla realtà della situazione acustica simulata, di considerare l'intero comparto come composto da tante sorgenti areali relative a ciascuna villa ad altrettanti componenti, servizi, attività rumorose ed organi essenziali al funzionamento dell'Interporto di Prato stesso, ciascuna delle quali in grado di contribuire significativamente al rumore totale generato. Ciascuna delle sorgenti simulate è stata successivamente collocata spazialmente in maniera puntuale rispetto alla struttura di ciascun edificio, in particolare sono state inserite sorgenti areali rispettivamente per la movimentazione delle merci, per le aree di stallo dei camion, per le manovre di mezzi sia veicolari che ferroviari e le sorgenti interne, in maniera tale da consentire una corretta valutazione delle attenuazioni acustiche indotte dalla presenza delle opere murarie degli edifici stessi.

Si è quindi considerata e simulata una serie di sorgenti alquanto distribuite sull'area di studio per rappresentare le aree di parcheggio, nonché la rumorosità propria delle attività e dei componenti di impianto ospitati nelle varie sezioni del nuovo complesso in realizzazione.

Le grandezze acustiche introdotte nell'input del programma ed utilizzate nelle diverse analisi sviluppate per descrivere le varie emissioni acustiche presenti attualmente nell'area, rappresentate da sorgenti lineari (rumore stradale e ferroviario), areali (aree di parcheggio, attività particolari, ecc.) e puntuali (edifici, ecc.), sono state sia quelle relative quelle proposte dalla banca dati del programma di calcolo, sia quelle della composizione spettrale di emissione del rumore stradale e ferroviario per bande di ottava* proposte di default sempre dal programma.

Per i dati relativi alla descrizione del territorio in termini di presenza di ostacoli naturali la cui esistenza può incidere sulle vie di propagazione del rumore, come detto, è stata realizzata una modellizzazione tridimensionale del territorio, degli edifici e degli ostacoli nel programma di propagazione del rumore. Il programma di calcolo quindi, nella determinazione dell'attenuazione del rumore con la distanza, ha tenuto conto anche della divergenza geometrica, dell'assorbimento atmosferico e di quello del terreno e della presenza del dislivello tra le sorgenti ed i ricettori.

Creazione della cartografia

Il primo passo compiuto per l'utilizzo del modello di calcolo è stato la realizzazione di una cartografia vettorializzata e georeferenziata, compatibile con le necessità "acustiche" del modello di calcolo previsionale del rumore.

* La conoscenza degli spettri acustici delle sorgenti è necessaria per simulare il corretto assorbimento selettivo dell'atmosfera nei confronti della frequenza di emissione, le diffrazioni, le riflessioni, gli assorbimenti ed in generale tutte le interazioni del suono con ostacoli.

In tale elaborazione la prima fase è stata quella di reperire la posizione in pianta ed i profili altimetrici dell'area dove dovrebbero essere realizzati gli interventi in progetto e di quanto li circonda (strade, ferrovia, terreno, edifici, ostacoli, ecc.).

La cartografia è stata utilizzata per acquisire anche informazioni sul grafo stradale utilizzato nello studio trasportistico e tutto il resto delle strade presenti, sulla collocazione geometrica degli edifici e sulla presenza di elementi strutturali di interesse per la propagazione del suono nelle prossimità delle aree dove sarà realizzato l'ampliamento dell'Interporto di Prato.

L'azione più efficiente e più semplice da effettuare per fornire alla cartografia di base impiegata anche l'andamento della orografia del terreno, è stata quella della digitalizzazione degli elementi di interesse in sovrapposizione alla mappa.

Su tale mappa sono state tracciate le polilinee in tre dimensioni delle strade, della ferrovia Firenze-Pisa-Lucca, del terreno, degli edifici e così via.

Dopo aver ultimato la digitalizzazione degli elementi base, si è proceduto all'attribuzione dei parametri acustici per l'elaborazione e la localizzazione dei ricettori più influenzati dall'ampliamento dell'interporto.

A questo punto una apposita funzione del programma di calcolo CADNA ha provveduto ad allestire la cartografia di base composta da infrastrutture dei trasporti ed edifici.

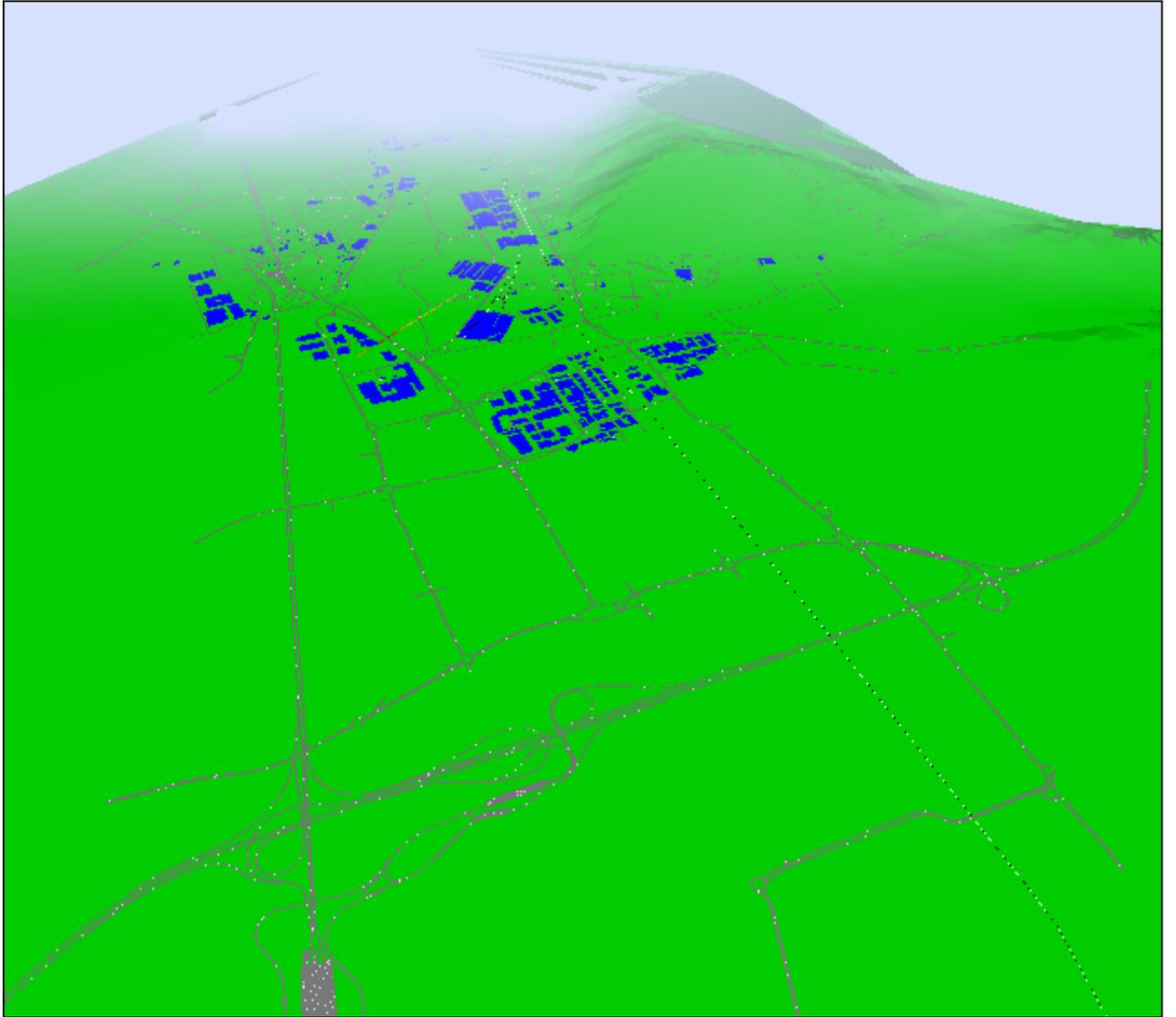
Il passo successivo è stato quello dell'attribuzione dei singoli ricettori virtuali considerati (punti di ascolto) ai primi due piani degli edifici ad uso residenziale, con il criterio della facciata più esposta rispetto all'ampliamento in progetto. Infatti, allo scopo di valutare in maniera più precisa e conservativa possibile l'influenza acustica della presenza dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, ciascun ricettore è stato collocato sulla facciata più prossima all'area dove sorgerà il complesso residenziale stesso, che risulta essere sicuramente quella maggiormente influenzata dalla presenza delle strutture in realizzazione.

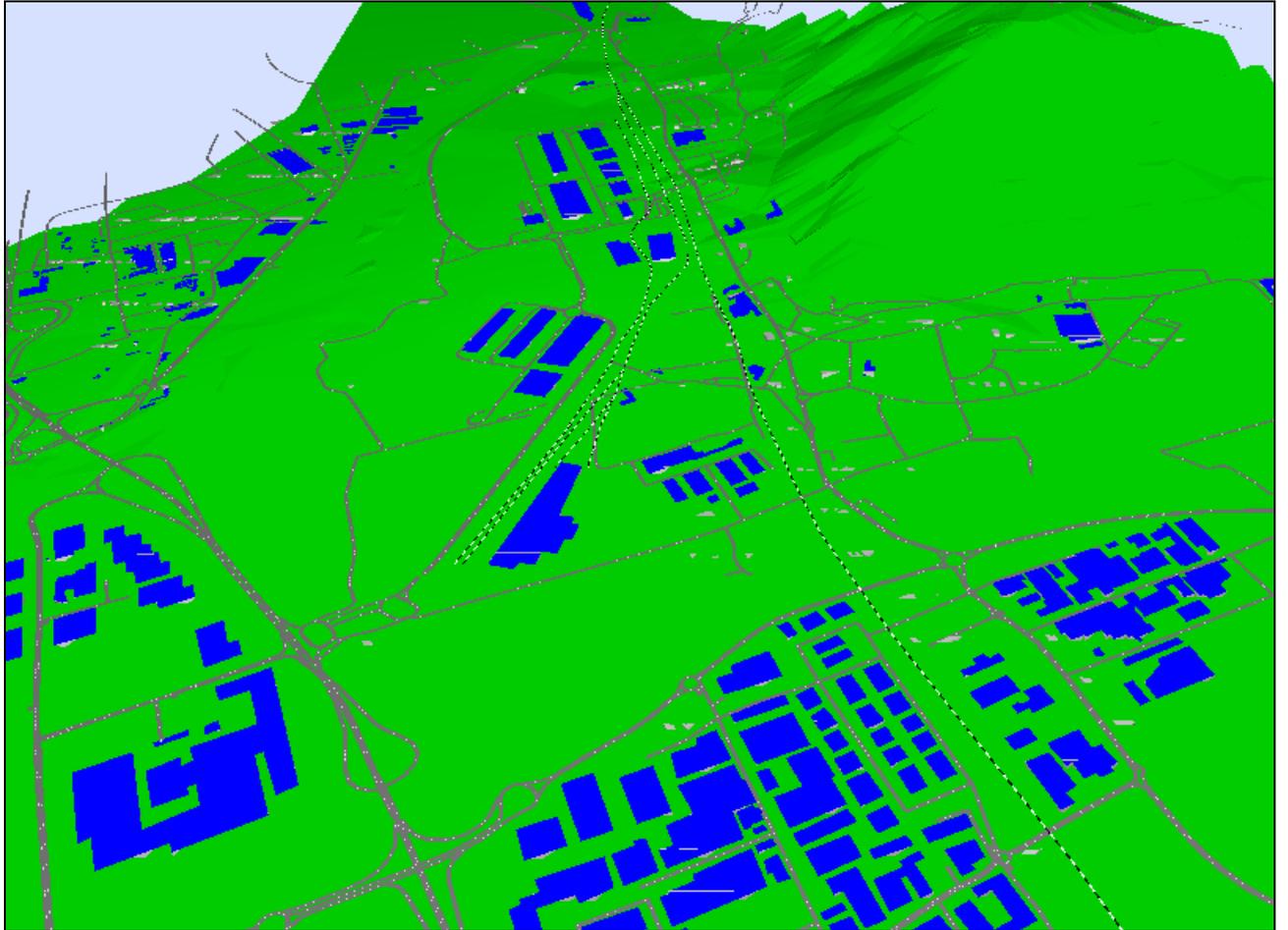
I ricettori sono stati posti sulle facciate ad un metro dalle medesime, come prescritto dalla normativa (D.M. 16 marzo 1998), uno per il piano terra ad un metro e mezzo dal piano di calpestio ed il successivi ad ulteriori tre metri per il piano superiore.

Il disegno tridimensionale così realizzato è stato quindi preparato per l'inserimento dei parametri relativi alle sorgenti di rumore.

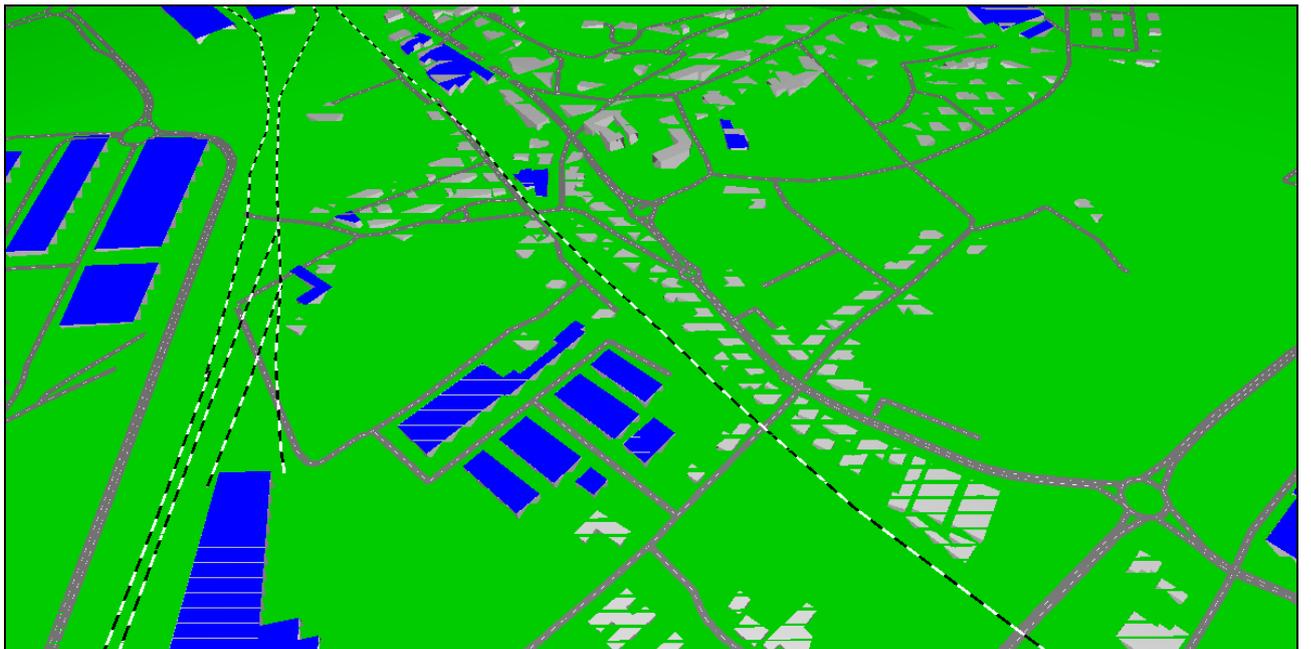
Conclusa la realizzazione della cartografia vettoriale del territorio è stato possibile impiegare il modello di previsione acustica che, come detto, tiene conto di riflessioni e di parametri acustici quali fonoisolamento e fonoassorbimento delle superfici e delle diffrazioni multiple secondo gli algoritmi di Maekawa.

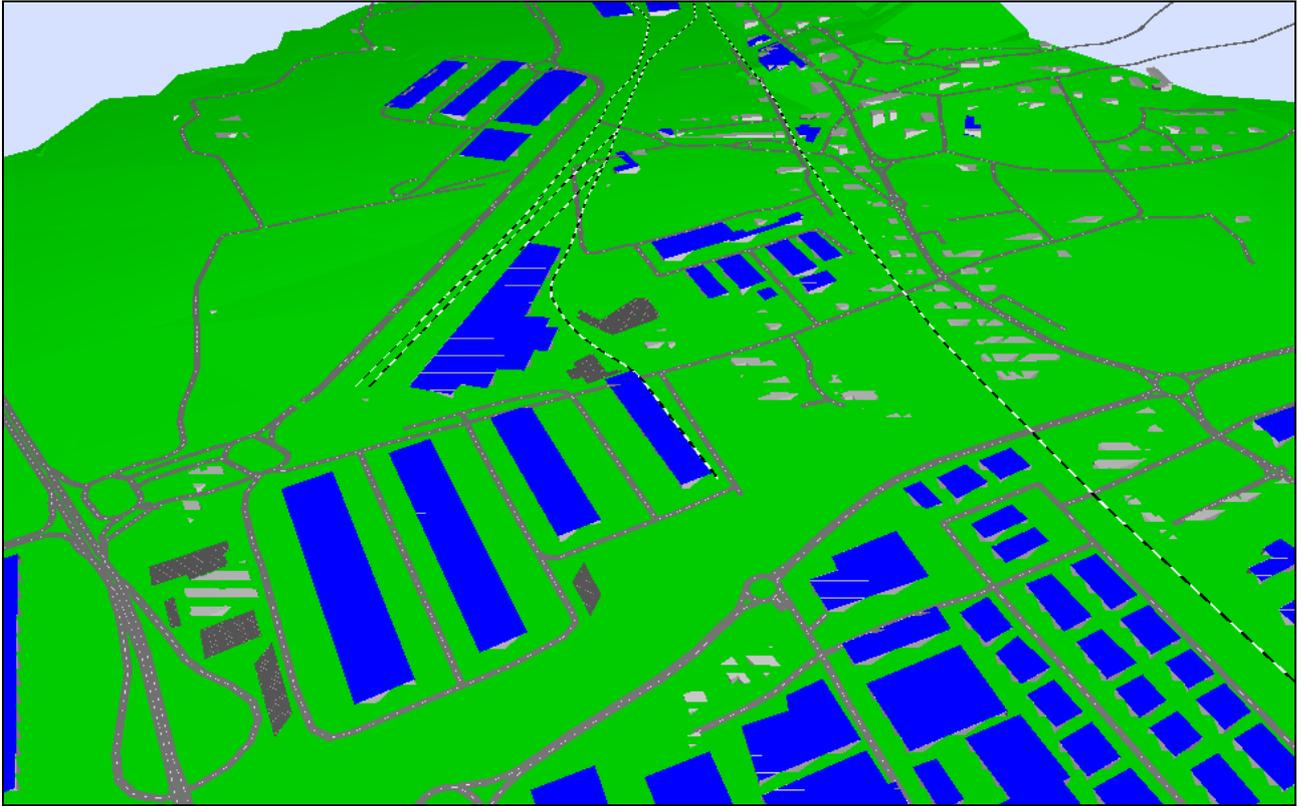
Di seguito, a titolo esemplificativo sono riportate alcune viste 3D digitalizzate per l'area in studio, sia nella situazione attuale che per quella futura.





In blu sono rappresentati gli edifici industriali e produttivi, in grigio quelli abitativi, mentre le strade sono riportate in grigio e le ferrovie sono tratteggiate in bianco e nero.



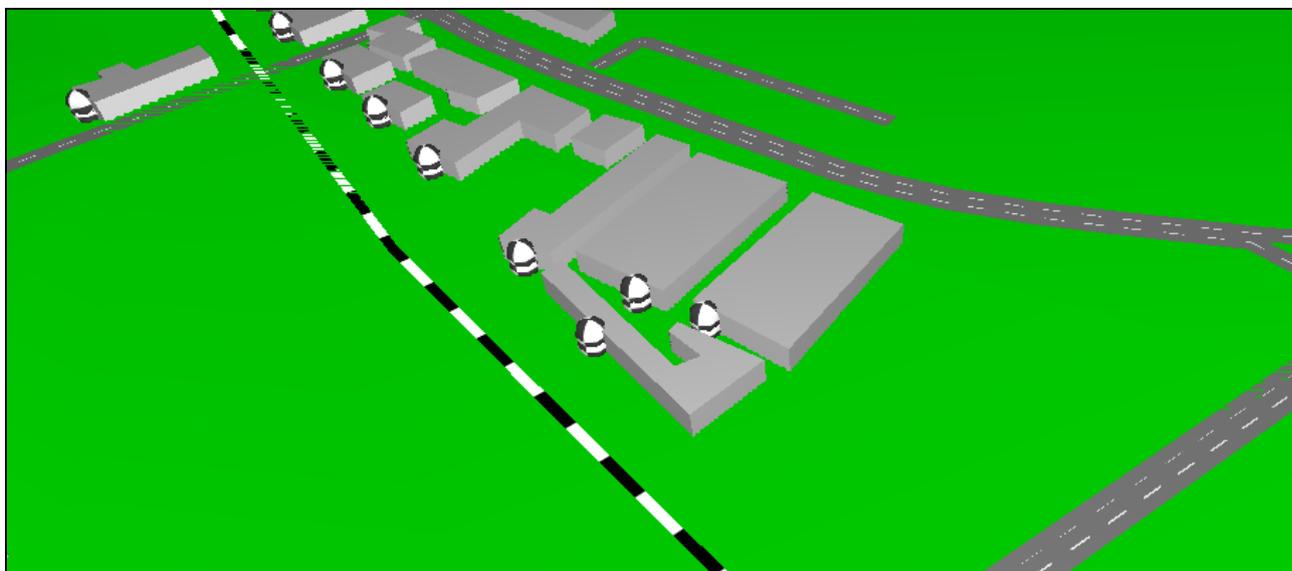


Applicazione del programma di calcolo

Il modello impiegato è in grado di propagare il livello di pressione sonora in ambienti anche morfologicamente ed acusticamente complessi.

Alla notevole versatilità e completezza dei risultati del programma di calcolo impiegato fa da contrapposizione la necessità di introdurre una notevole mole di dati, spesso di non facile reperibilità. Se per le sorgenti sonore lineari di rumore da traffico stradale questo problema risulta più semplice, grazie allo studio trasportistico eseguito ed al “data base” di emissione di cui è dotato il programma di calcolo e con cui è possibile ottenere anche i dati di emissione spettrale, viceversa per conoscere i livelli di emissione e per le sorgenti sonore concentrate spazialmente proprie dell’ampliamento dell’Interporto è stata necessaria una caratterizzazione delle emissioni derivata dalla letteratura di settore.

È stato poi necessario considerare, per ogni frequenza, i dati relativi ai coefficienti di assorbimento ed isolamento acustico di tutte le superfici presenti, nonché i valori del potere fonoisolante degli ostacoli che sono frapposti fra una sorgente sonora ed i ricettori e di cui, in generale, non sia trascurabile la quota di energia sonora trasmessa.



Anche il dettaglio con cui è stata descritta la geometria del sito è stata notevole e ciò al fine di calcolare e simulare correttamente la propagazione del rumore.

Poiché il programma considera riflessioni e diffrazioni multiple, è necessario ed opportuno che vengano rappresentati tutti gli ostacoli presenti, nonché la natura del terreno nell’area di studio.

L’output ottenuto dal modello è stato il livello equivalente in decibel (A) calcolato o per gli specifici punti ricettori inseriti sulle facciate degli edifici abitativi più esposti, oppure su di una griglia di punti a maglia regolare, definiti per la realizzazione della mappatura acustica.

I livelli acustici calcolati per la griglia di punti sono stati successivamente interpolati per il tracciamento di curve isofoniche con l’apposito modulo del software impiegato.

La precisione che va attribuita ai valori desunti da un modello di simulazione numerica del rumore è stimabile nell’ordine di ± 2 dB(A).

Per quanto riguarda le sorgenti di rumore stradale e ferroviario, sono state richieste ed inserite nel modello le seguenti informazioni:

- le coordinate estreme degli archi stradali e ferroviari;
- le quote degli archi stradali e ferroviari;

- i livelli di emissione calcolati dai dati di traffico,
- i livelli di emissione dedotti dalla banca dati del programma per le altre strade per le quali non sono stati effettuati rilievi,
- i dati del traffico di punta e della composizione dei convogli per quanto riguarda il traffico ferroviario.

I parametri delle varie sorgenti prese in considerazione sono stati sia quelli relativi ai valori dei livelli sonori emessi, sia quelli della composizione spettrale di emissione per bande di ottava desunti dalle misure fonometriche effettuate o dalla libreria standard proposta dal programma di simulazione.

I valori limite

La legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 del 26.10.1995 ed i suoi decreti attuativi ed il DPCM del 01.03.1991 sanciscono il rispetto di valori limite di immissione da parte delle sorgenti di rumore. Tali limiti risultano distinti a seconda della tipologia della sorgente considerata e della destinazione d'uso del territorio che accoglie i ricettori.

Infatti, per quanto concerne la classificazione acustica, il DPCM del 01.03.1991 ed il successivo DPCM del 14.11.1997, suddividono il territorio comunale in sei classi omogenee in funzione della destinazione d'uso delle aree e per ciascuna di esse stabiliscono i valori limite di immissione, emissione, qualità e attenzione.

Una delle azioni propedeutiche nella valutazione dell'impatto acustico di sorgenti di rumore, risulta quindi essere la determinazione dei valori limite cui far riferimento.

Questa attività non sempre risulta di semplice espletamento, specialmente per situazioni complesse in cui sussiste la presenza di più infrastrutture di trasporto e di diverse sorgenti rumorose concorsuali. Infatti, con l'adozione della zonizzazione acustica comunale da parte dei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino, con l'approvazione da parte del Consiglio dei Ministri del decreto sul rumore stradale in data 19.03.2004, (decreto pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 1.06.2004) e con le prescrizioni disposte dai decreti sulla definizione dei valori limite (DPCM del 14.11.1997) e sul risanamento delle infrastrutture di trasporto (DM del 29.11.2000), la determinazione dei valori limite da applicare nel caso in studio può risultare alquanto controversa.

Da una parte la zonizzazione acustica dei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino impone il rispetto dei valori limite di emissione e di immissione assoluta e differenziale, determinati dalla classificazione acustica del territorio, mentre dall'altra i regolamenti sul rumore stradale e ferroviario individuano le fasce di pertinenza ed i valori limite di immissione assoluta e di emissione.

Il decreto sulla determinazione dei valori limite (DPCM del 14.11.1997) all'art. 3 prevede, in caso di presenza contemporanea di aree comunali ed infrastrutture di trasporto, la sovrapposizione alla classificazione comunale di fasce di pertinenza, definite a seconda della tipologia delle infrastrutture di trasporto stessa, per ciascuna delle quali vigono valori limite differenti da quelli della zonizzazione comunale, validi esclusivamente per le immissioni della sorgente (infrastruttura di trasporto) considerata.

I differenti decreti attuativi seguiti alla legge quadro 447/95, relativi alle diverse infrastrutture di trasporto [ferrovie (DPR 14/11/1998 n.459), aeroporti (DM 31/10/1997), strade (DPR 30/03/2004 n.142), porti, ecc.], stabiliscono autonomamente le aree di pertinenza ed i valori limite relativi, mentre il decreto sul risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto (DM del 29.11.2000), regola l'attribuzione dei livelli consentiti nelle aree di sovrapposizione di fasce di pertinenza di infrastrutture concorsuali.

Nello svolgimento del presente lavoro, è stata comunque presa in considerazione la sola classificazione acustica dei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino e per l'area studiata è stata ricavata la mappa della classificazione acustica che è riportata nel seguito, in altra sezione del documento.

Tale assunzione è stata adottata in termini semplificativi e cautelativi, infatti anche se lo studio è relativo all'impatto acustico di una sorgente non facente parte di infrastruttura di trasporto, per la quale non vanno quindi considerati ed applicati i valori limite e le fasce di pertinenza stradale, è stata studiata la situazione dei ricettori in facciata degli edifici prossimi all'ampliamento dell'Interporto di Prato, nella situazione attuale e futura, in relazione alla rumorosità esistente e quindi anche a quella stradale e ferroviaria. Per tale motivo quindi, nel confronto tra i livelli calcolati ed i valori limite, andrebbero presi in considerazione anche i limiti e le pertinenze stradali e ferroviarie per le sorgenti stradali e ferroviarie e per gli edifici posti nelle relative fasce di pertinenza. Ciò comporterebbe

sicuramente valori limite maggiori, ma soprattutto comporterebbe la complicazione di dover distinguere per ciascun ricettore tra i livelli prodotti dalle diverse sorgenti e di dover effettuare la complessa procedura di calcolo della concorsualità imposta dal decreto sul risanamento acustico delle infrastrutture di trasporto (DM del 29.11.2000).

Inoltre, per quanto riguarda la possibilità di applicazione del decreto relativo alle infrastrutture stradali, non essendo ancora avvenuta nei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino la classificazione funzionale delle strade richiesta dal decreto stesso, non sarebbe stato comunque possibile ricavare una definizione certa dei valori limite derivanti dalle fasce di pertinenza stradale. Infatti il DPR del 19.03.2004 sul rumore stradale, a seconda della classificazione funzionale delle strade, stabilisce fasce di pertinenza di estensione differenti e valori limite diversi. Adirittura per le strade urbane di quartiere (classifica funzionale E) e quelle locali (classifica funzionale F) la fascia di pertinenza si riduce a 30 metri ed i valori limite sono definiti dai Comuni in armonia con la classificazione acustica del territorio.

L'ampliamento dell'Interporto di Prato

Descrizione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato

Il progetto dell'ampliamento dell'Interporto di Prato prevede la realizzazione di quattro nuovi edifici adibiti allo scambio modale delle merci tra il trasporto ferroviario e quello stradale.

I nuovi capannoni avranno collocazione parallela ed orientazione nordovest-sudest e saranno situati nella zona a sud dell'area che ospita l'Interporto.

Tali edifici saranno integrati nella struttura dell'interporto e saranno realizzati nelle adiacenze di alcuni ricettori abitativi, che sono stati considerati nelle valutazioni acustiche attraverso il calcolo dei livelli sonori in facciata nelle tre simulazioni effettuate: ante operam, fase di cantiere, post operam.

È prevista, oltre alla realizzazione dei quattro edifici, anche l'adeguamento della rete stradale interna dell'Interporto per poter mettere in comunicazione i nuovi edifici con la rete già esistente. Tale nuova rete è costituita da un anello di strade che circonda ciascun edificio in realizzazione.

Sarà inoltre creata un nuovo tratto di binario per convogliare i carri merci da e per il primo edificio posto più a nord dei quattro da realizzare.

Saranno edificati anche due nuovi edifici adibiti ad uffici, nonché parcheggi per auto ed autocarri ed aree di manovra degli stessi.

I parcheggi previsti, per la maggior parte, sono disposti presso i quattro edifici previsti per l'ampliamento dell'Interporto di Prato, in area alquanto remota rispetto a tutti i ricettori abitativi. Tale circostanza contribuisce notevolmente a ridurre l'impatto acustico dell'intero ampliamento dell'Interporto di Prato sui ricettori presenti nella zona.

Ciascun edificio previsto per l'ampliamento dell'Interporto di Prato ospita impianti tecnologici ascrivibili alle unità per il condizionamento dell'aria ed impianti frigoriferi che però nel comparto non costituiscono significative sorgenti di rumore verso l'esterno.

Le specifiche costruttive dei condizionatori garantiscono un'emissione sonora sicuramente inferiore ai 70 dBA ad un metro di distanza. Per una maggiore conservatività delle elaborazioni svolte è stata comunque simulata per i condizionatori un'emissione continua di 70 dBA ad un metro.

Scenari analizzati

Per la descrizione del clima acustico e dell'impatto acustico dell'area in esame prodotto dalle attività dell'Interporto sono state sviluppate tre differenti tipologie di simulazioni: la prima riguarda la caratterizzazione del sito allo stato attuale, prendendo in esame il rumore ambientale diffuso di fondo, quello generato dagli edifici esistenti, e quello prodotto dalle strade e dalla ferrovia, mentre la seconda tipologia contempla anche le variazioni delle sorgenti rumorose introdotte dalla nuova sistemazione dell'area con la realizzazione dei nuovi edifici contemplati nell'ampliamento dell'Interporto, nonché del rumore prodotto dalle modificazioni del traffico veicolare e di persone indotti dal nuovo assetto urbanistico e di trasporto modale delle merci. Come terzo scenario è stata valutata la rumorosità delle attività di cantiere svolte per la realizzazione dei vari edifici previsti dal progetto.

Allo scopo di effettuare simulazioni della situazione futura più realistica, e nello stesso tempo più conservativa in termini di produzione di rumore, per quanto riguarda le sorgenti sonore future sono state avanzate diverse ipotesi:

- le sorgenti sonore ascrivibili agli impianti tecnologici dei vari edifici previsti per l'ampliamento dell'Interporto di Prato sono state simulate funzionare al massimo delle emissioni acustiche prevedibili, in maniera continua nel tempo (giorno e notte) e soprattutto con la loro completa sovrapposizione e contemporaneità.

Ovverosia si è immaginato il funzionamento continuo nelle ventiquattro ore di tutte le macchine e gli impianti, con il massimo delle emissioni acustiche possibili. Ciò chiaramente non corrisponde alla realtà, in quanto alcuni impianti non sono a funzionamento continuo, o sono stagionali (impianti di riscaldamento e condizionamento, ecc.), ma soprattutto non tutte le macchine considerate lavorano costantemente al massimo regime di progetto.

L'aver considerato comunque la situazione nella peggiore delle ipotesi possibili di rumorosità, contribuisce a garantire che i risultati ottenuti per i livelli acustici dell'intera area risultano sicuramente maggiori di quelli che si riscontreranno effettivamente in futuro durante l'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato,

- per calcolare l'emissione acustica da parte delle aree di sosta dei veicoli sia leggeri che pesanti previsti per l'ampliamento dell'Interporto di Prato si è ipotizzato, durante il periodo di riferimento diurno, il completo ricambio della capacità di parcheggio offerta dal comparto, per il periodo notturno si è notevolmente ridotto il numero di parcheggi,
- per la valutazione delle emissioni da parte dei parcheggi e della piazzole di sosta sono state impiegate le normative tedesche DIN 18.005 e RLS 90. Tali norme considerano le aree di sosta come sorgenti areali uniformi, per le quali viene definita la metodologia di calcolo della potenza acustica di emissione ad una distanza di 25 metri, in funzione dell'area disponibile per ciascun veicolo (nel presente lavoro è stata utilizzata un'area di 12.5 metri quadrati per la singola piazzola), del tipo di sosta (sosta commerciale, sosta per discoteche, sosta residenziale, ecc.), della composizione modale dei veicoli (veicoli leggeri, motocicli e veicoli pesanti), del numero di stalli disponibili e del ricambio di veicoli (numero di veicoli leggeri, pesanti e motocicli che si alternano mediamente nella singola piazzola nell'ambito di un'ora).

Per quanto riguarda la determinazione dei valori dei livelli sonori di immissione del rumore nell'area di studio, sono stati quindi generati e studiati vari scenari, per ciascuno

dei quali è stata prodotta anche la mappa acustica di tutta l'area circostante l'Interporto di Prato:

- scenario ante operam nel periodo di riferimento diurno (fig.1),
- scenario ante operam nel periodo di riferimento notturno (fig.2),
- scenario post operam nel periodo di riferimento diurno (fig.3),
- scenario post operam nel periodo di riferimento notturno (fig.4),
- scenario nella fase 1 di cantiere nel periodo di riferimento diurno (fig.9),
- scenario nella fase 2 di cantiere nel periodo di riferimento diurno (fig. 10).

Per ottenere informazione di maggior dettaglio sono state valutate mappe con griglie di punti più fitte (interasse 10 metri) per le quali è stata presa in considerazione un'area più ristretta e limitata alla sola area dell'ampliamento dell'Interporto e degli edifici abitativi più prossimi ad esso. Sono state quindi realizzate quattro mappe a maggior livello di dettaglio:

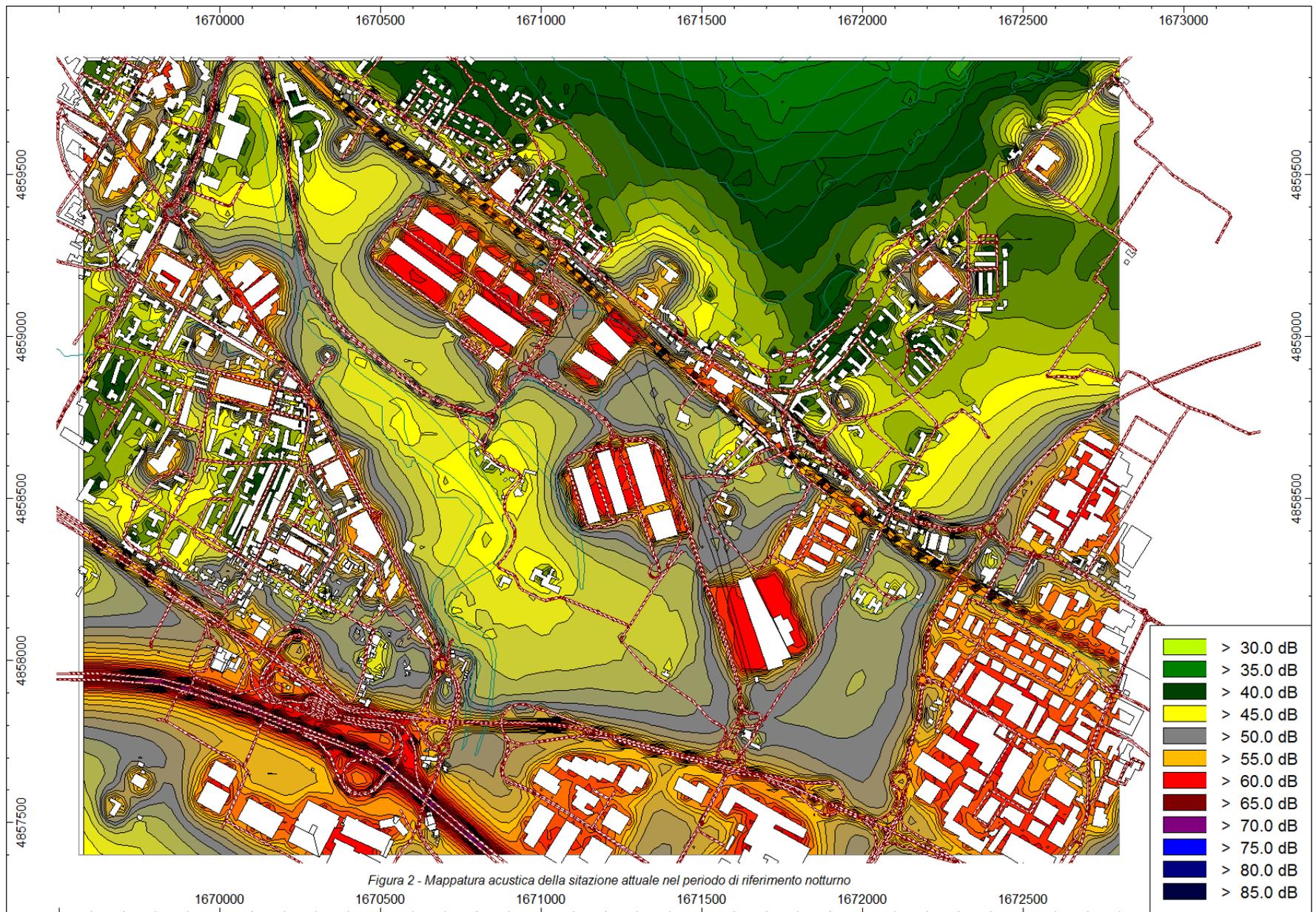
- scenario ante operam nel periodo di riferimento diurno mappa di dettaglio,
- scenario ante operam nel periodo di riferimento notturno mappa di dettaglio,
- scenario post operam nel periodo di riferimento diurno mappa di dettaglio,
- scenario post operam nel periodo di riferimento notturno mappa di dettaglio.

Sempre per gli stessi scenari (attuale, futuro e di cantiere) è riportata nella appendice A una tabella che riassume, per tutti i ricettori posti in facciata agli edifici presenti, i risultati dei valori dei livelli calcolati ed i confronti con i relativi valori limite di immissione assoluta e di immissione differenziale derivanti dalla normativa.

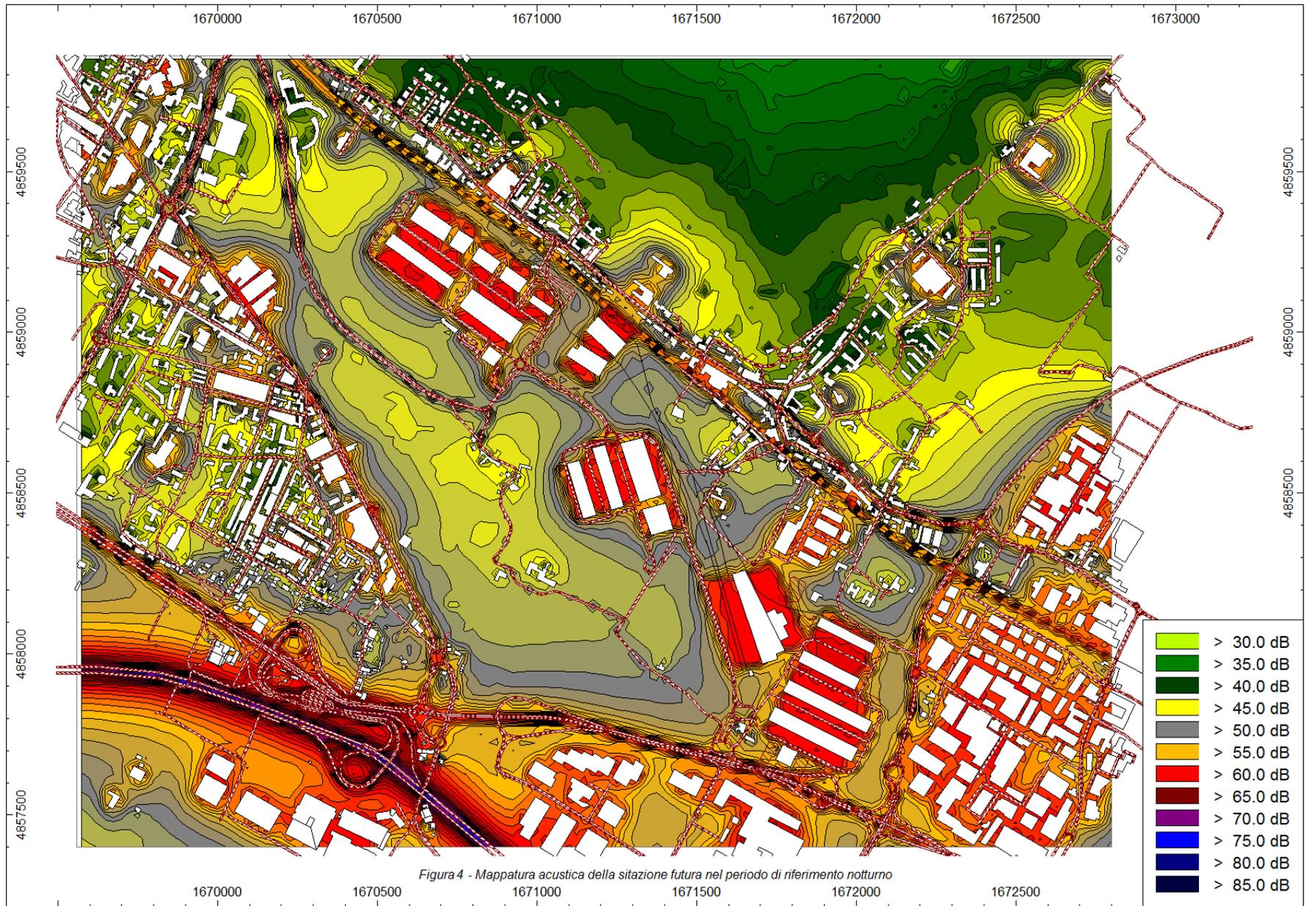
Per ciascuno scenario e secondo differenti dettagli è stata prodotta in maniera automatica dal programma di calcolo una griglia di punti ove sono stati calcolati i livelli equivalenti e sulla base di tali elaborazioni è stata ricavata, sempre da CADNA mediante appositi algoritmi di interpolazione, la mappatura acustica mediante curve isolivello.

Per la mappatura dei campi sonori, in tutto dieci mappe, è stato impiegato un tipo di rappresentazione cromatica dei livelli acustici, che consente di rilevare il livello di rumore calcolato, dal confronto di ciascuna curva isolivello e del relativo colore associato con le chiavi di lettura riportate sulla legenda.









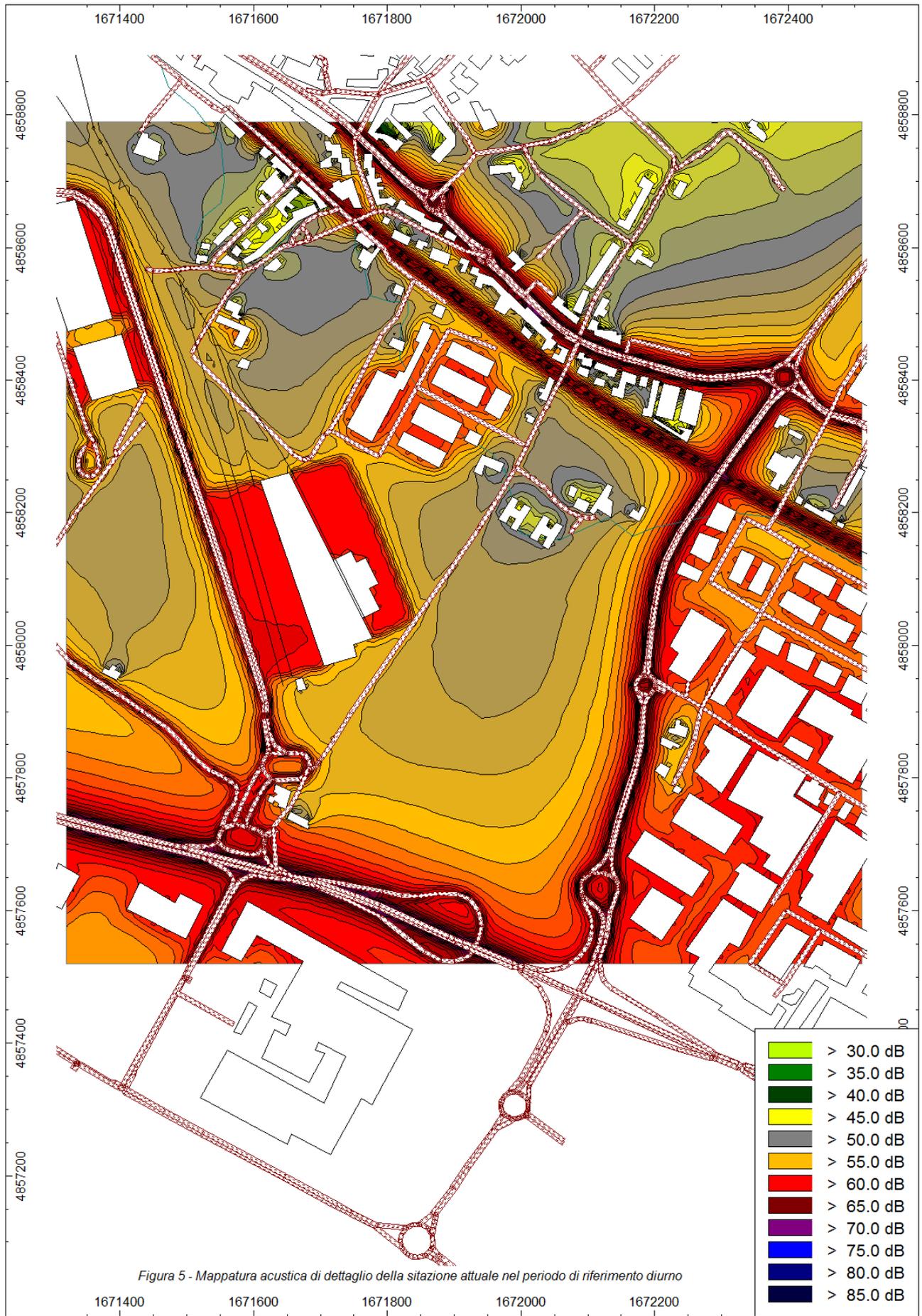


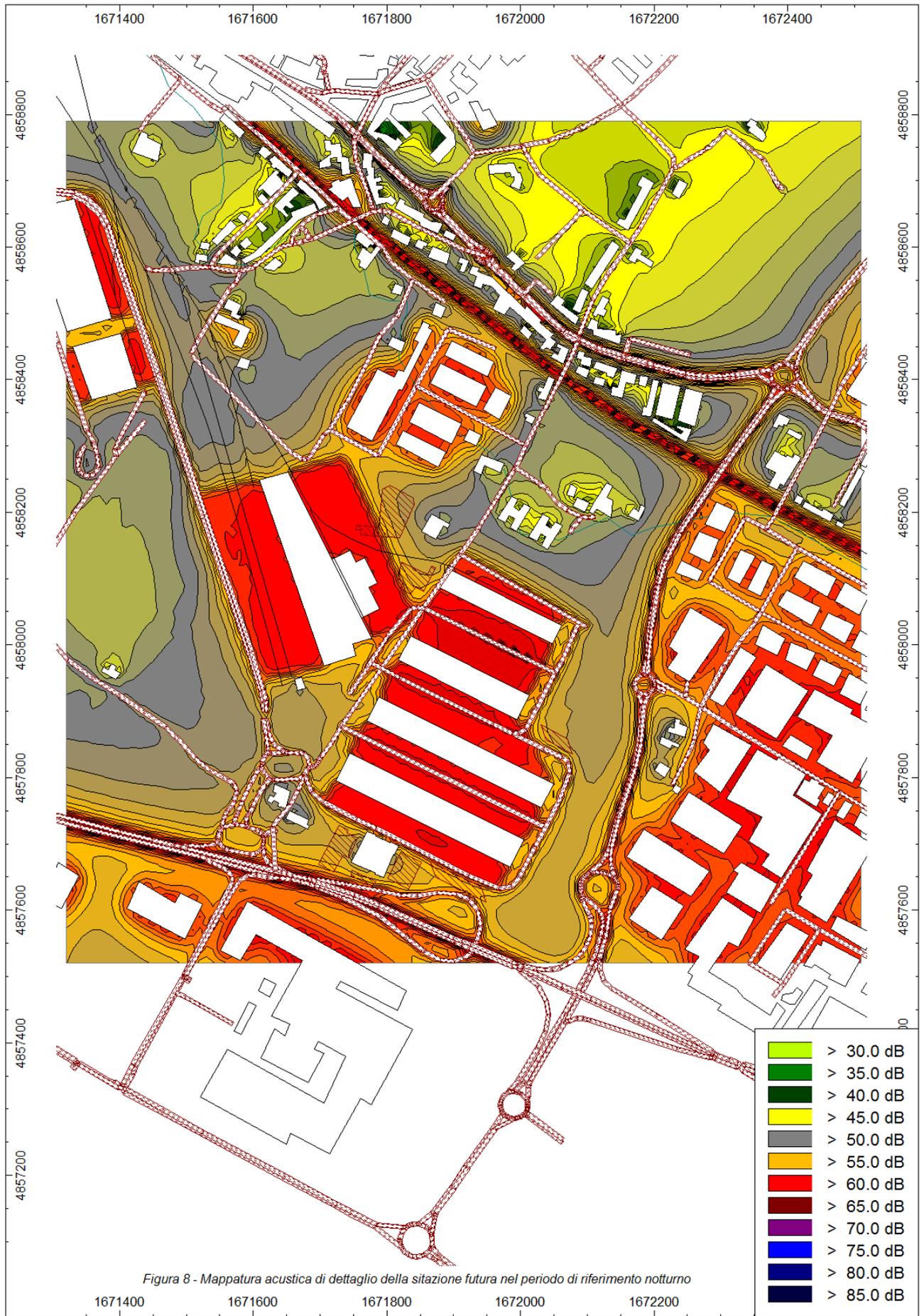
Figura 5 - Mappatura acustica di dettaglio della situazione attuale nel periodo di riferimento diurno

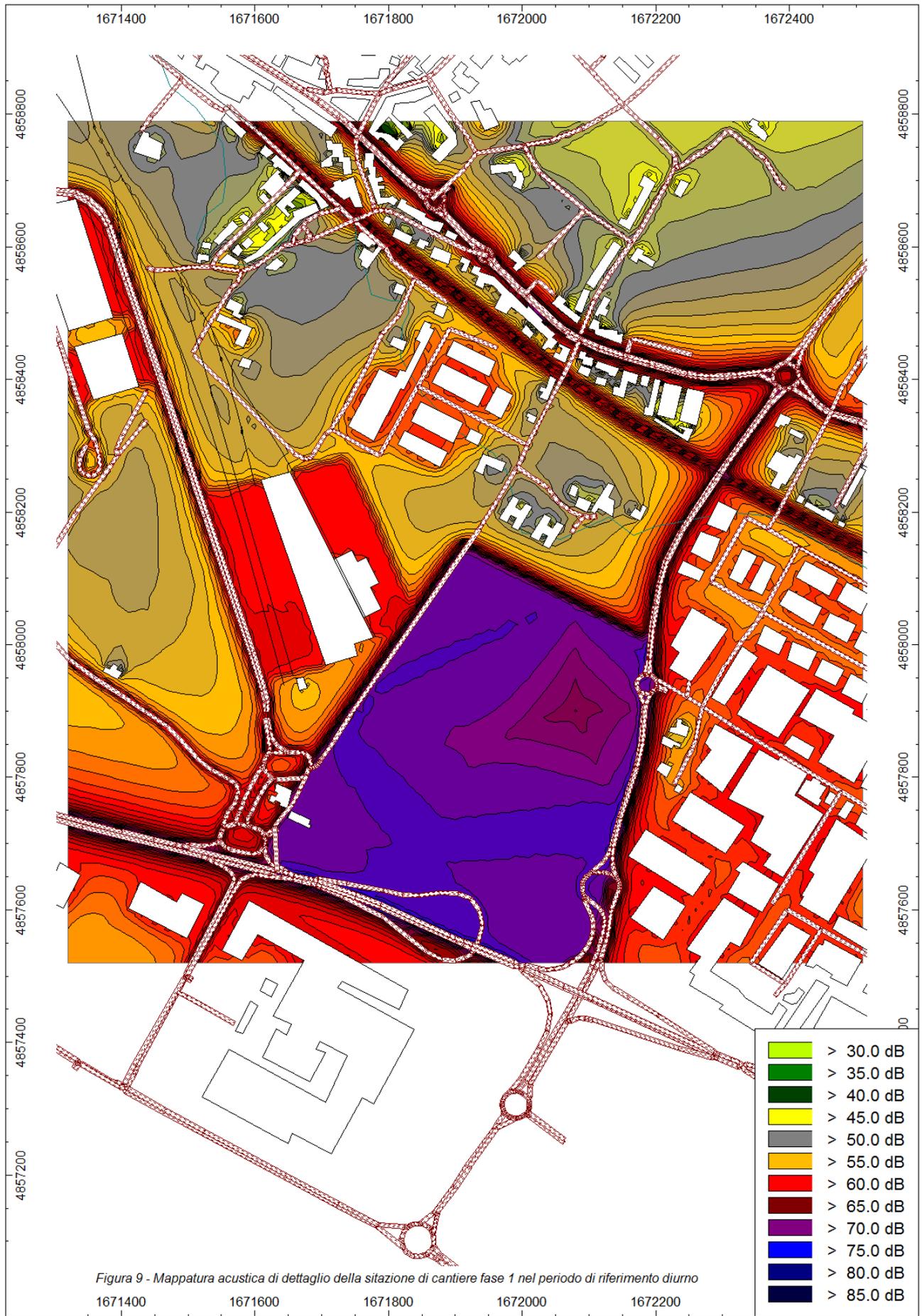


Figura 6 - Mappatura acustica di dettaglio della situazione attuale nel periodo di riferimento notturno



Figura 7 - Mappatura acustica di dettaglio della situazione futura nel periodo di riferimento diurno





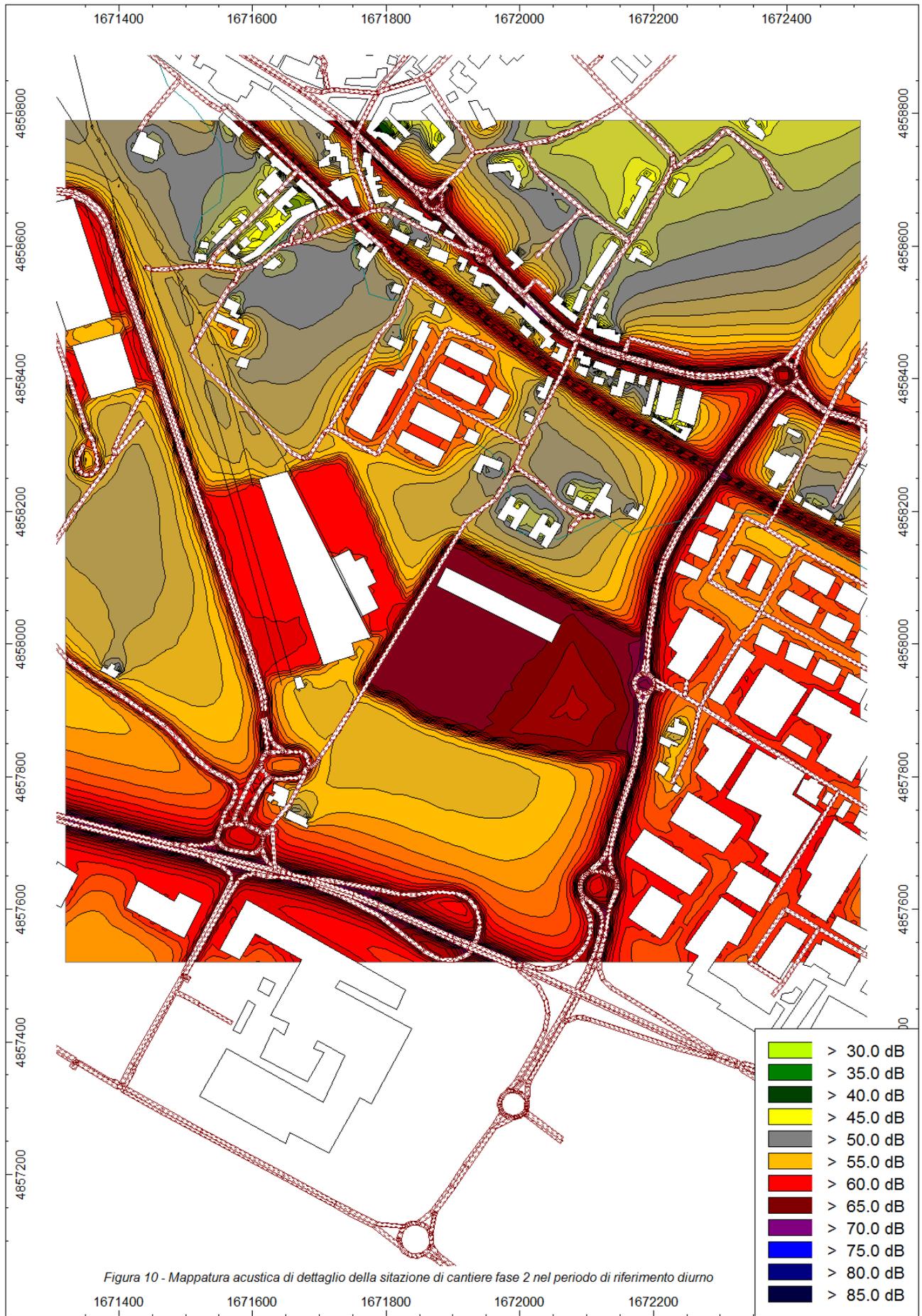


Figura 10 - Mappatura acustica di dettaglio della situazione di cantiere fase 2 nel periodo di riferimento diurno

Il calcolo delle curve isolivello dei livelli acustici nelle varie situazioni prospettate e simulate offre sicuramente la possibilità di una valutazione qualitativa degli effetti acustici indotti e della percezione uditiva attesa ma, per una corretta e completa analisi dei risultati, è necessario confrontare i livelli acustici calcolati con i limiti imposti dalla vigente normativa di settore.

In base al DPCM del marzo 1991, alla legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 e al DM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", è necessario effettuare due tipi di verifiche:

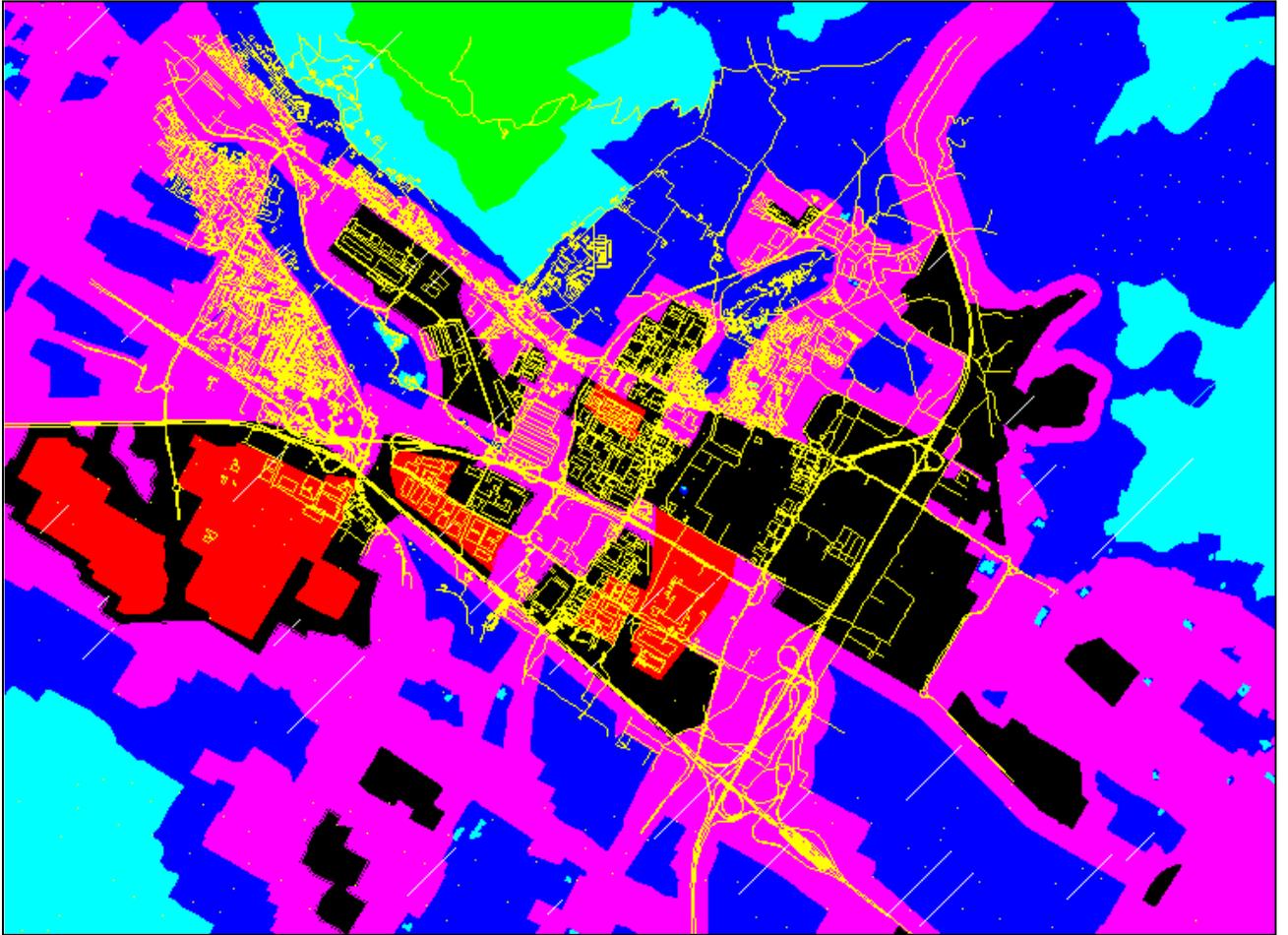
- il mancato superamento dei limiti di immissione assoluta in base alla classificazione acustica del territorio,
- il soddisfacimento del criterio di immissione differenziale di rumore, ovvero la verifica che la differenza tra i livelli di rumore ambientale e quelli di rumore residuo all'interno degli edifici siano inferiori a 5 dBA diurni e 3 dBA notturni.

Per far ciò, è necessario far riferimento alla classificazione acustica del territorio comunale. Nel caso in esame quindi, essendo stata realizzata la classificazione acustica provvisoria del territorio da parte dei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino, la zona di interesse che è stata considerata per la simulazione, risulta essere in classe V*, con valori limite di immissione assoluta rispettivamente diurno (fascia oraria 6.00-22.00) e notturno (fascia oraria 22.00-6.00) di 70 dBA e 60 dBA per quanto riguarda la parte già esistente allo stato attuale dell'Interporto, in classe IV**, con valori limite di immissione assoluta diurno di 65 dBA e notturno di 55 dBA per quanto riguarda l'ampliamento dell'Interporto e gli edifici più prossimi ad esso.

Nella figura successiva sono riportate le strade e gli edifici presenti in relazione alla zonizzazione comunale. Tale immagine è relativa alla mappa della classificazione acustica dei Comuni di Prato, Calenzano, Campi di Bisenzio e Sesto Fiorentino.

* *CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni (art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore").*

** *CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie (art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore").*





Legenda

**Classi di destinazione d'uso del territorio.
Valori limite di immissione - Leq in dB(A).**

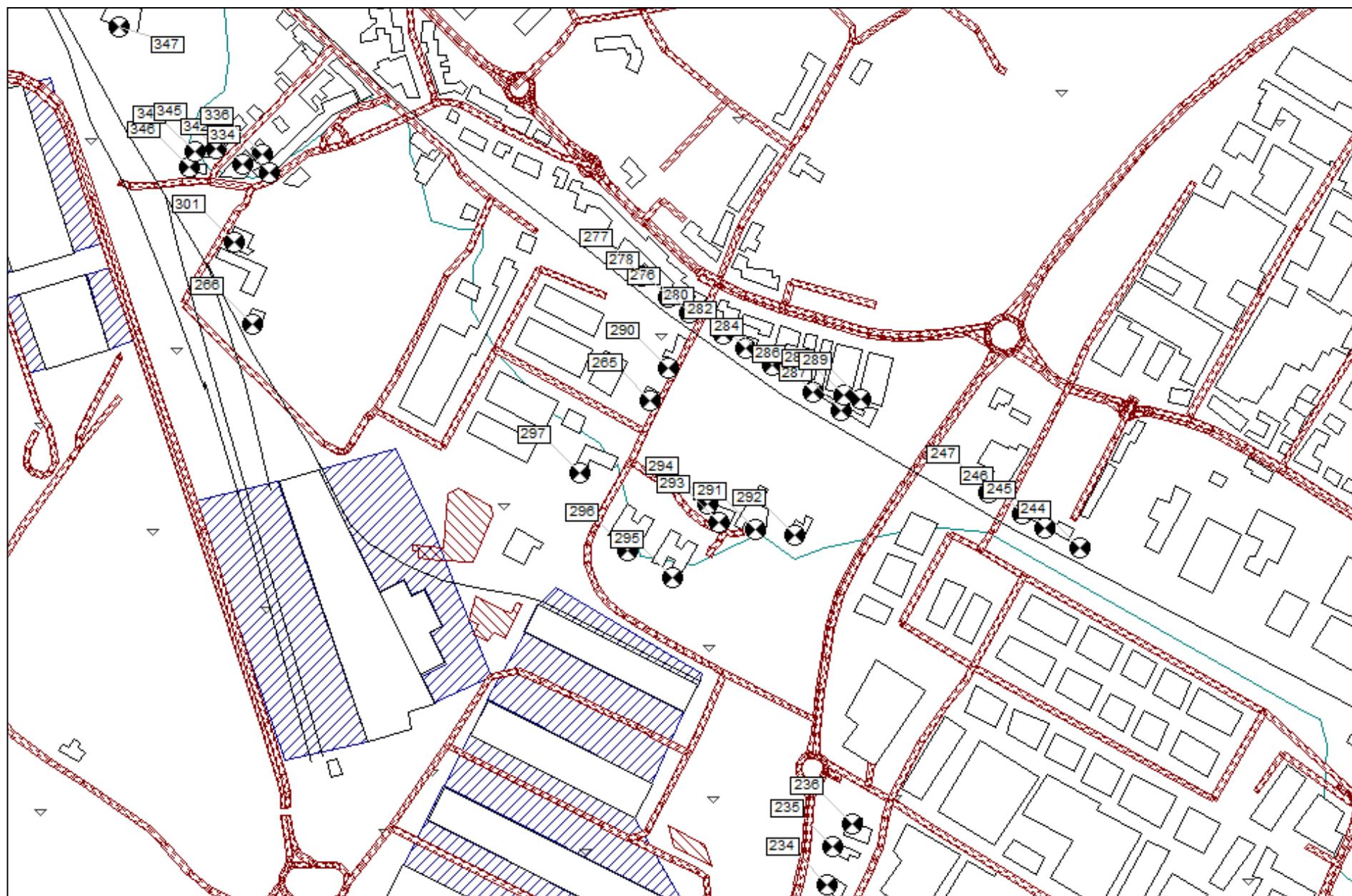
	Classe I: aree particolarmente protette. 50 dB(A) diurni, 40 dB(A) notturni
	Classe II: aree prevalentemente residenziali. 55 dB(A) diurni, 45 dB(A) notturni
	Classe III: aree di tipo misto. 60 dB(A) diurni, 50 dB(A) notturni
	Classe IV: aree di intensa attività umana. 65 dB(A) diurni, 55 dB(A) notturni
	Classe V: aree prevalentemente industriali. 70 dB(A) diurni, 60 dB(A) notturni
	Classe VI: aree esclusivamente industriali. 70 dB(A) diurni e notturni

Livelli di pressione sonora presso i ricettori

Le simulazioni effettuate con il modello numerico hanno consentito di calcolare puntualmente, sulla base dei dati di sorgente di rumore forniti come input, i livelli equivalenti di pressione sonora nei periodi di riferimento diurno e notturno e negli scenari simulati in punti, considerati come ricettori virtuali, collocati in facciata all'altezza dei primi due piani degli edifici esposti (ad 1 m di distanza dalla facciata più esposta rispetto alla sorgente considerata, come previsto dal DM 16-03-1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico").

L'output che viene restituito per tale tipo di elaborazione è riassunto in forma tabellare e comprende per ciascun ricettore virtuale considerato: la classe acustica di appartenenza, la codifica degli edifici rispetto alla numerazione riportata nella figura seguente, il piano a cui si riferisce il punto di calcolo del livello sonoro, i valori limite diurni e notturni di riferimento derivanti dalla zonizzazione comunale, nonché i livelli calcolati dal programma previsionale nei vari scenari elaborati.

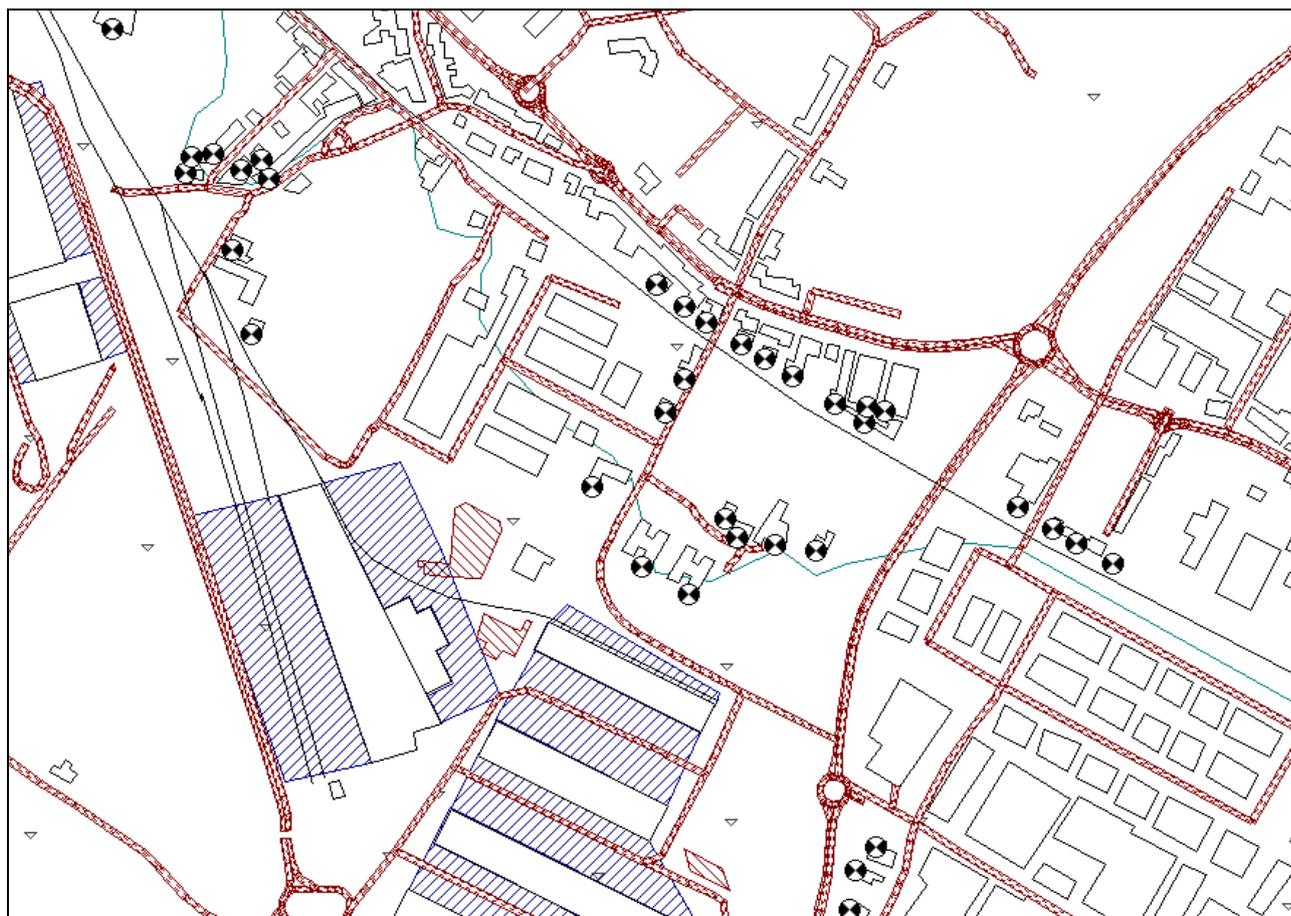
Ciascun edificio abitativo simulato, come detto, è stato identificato con un codice numerico univoco. Con tale codice è possibile ricavare dalla tabella dei risultati calcolati presso i ricettori i valori dei valori limite e dei livelli acustici valutati. Nella figura successiva è riportata la mappa dell'area studiata riportante la codifica utilizzata per ciascun edificio.



Nella modellizzazione dei livelli acustici sono stati inseriti in totale 1092 edifici più i quattro capannoni ed i due edifici per uffici relativi all'ampliamento dell'Interporto di Prato, di cui 785 edifici abitativi e 313 edifici non abitativi.

Sono inoltre state inserite 70 postazioni di calcolo del rumore in facciata ai primi due piani degli edifici abitativi più influenzati acusticamente dalle attività relative all'entrata in funzione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato.

Nelle figure riportate di seguito sono mostrate le posizioni dei ricettori virtuali indicati con piccoli cerchi in colore bianco e nero.

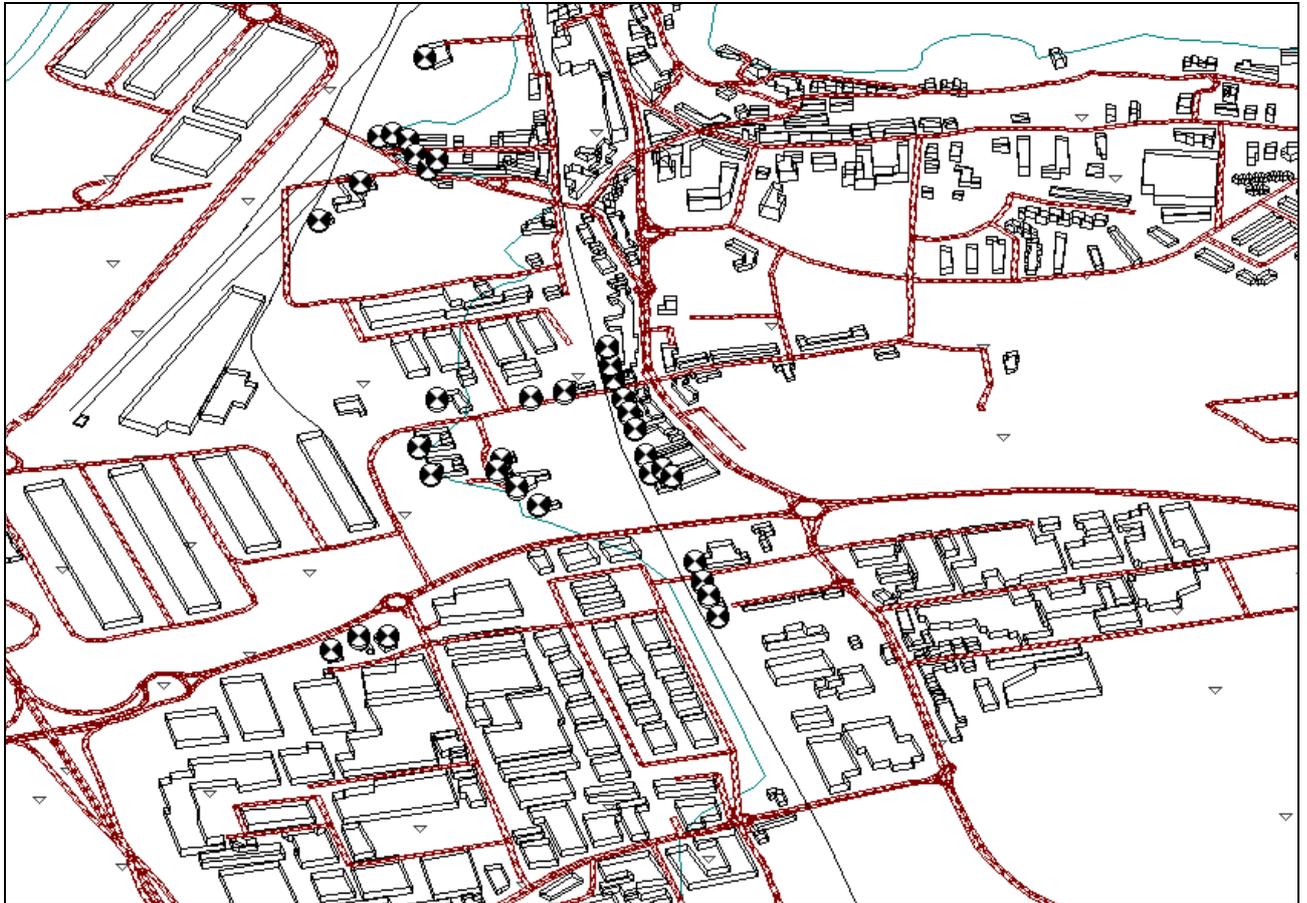


Nella figura precedente i ricettori collocati ai vari piani di una stessa facciata risultano sovrapposti e non distinguibili e rappresentati con semplici punti bianco e neri data la loro dimensione ridotta dalla scala di rappresentazione.

Per una più semplice lettura ed interpretazione dei risultati riportati nella tabella di sintesi collocata alla fine del paragrafo, va osservato che, come detto, il modello assegna una codifica numerica ad ogni ricettore ed attribuisce automaticamente il relativo livello sonoro calcolato. I ricettori sono stati localizzati ad 1.5 m di altezza dal suolo per simulare il piano terra e ad ulteriori tre metri per il primo piano di tutti gli edifici considerati, a rappresentare tutti i piani superiori.

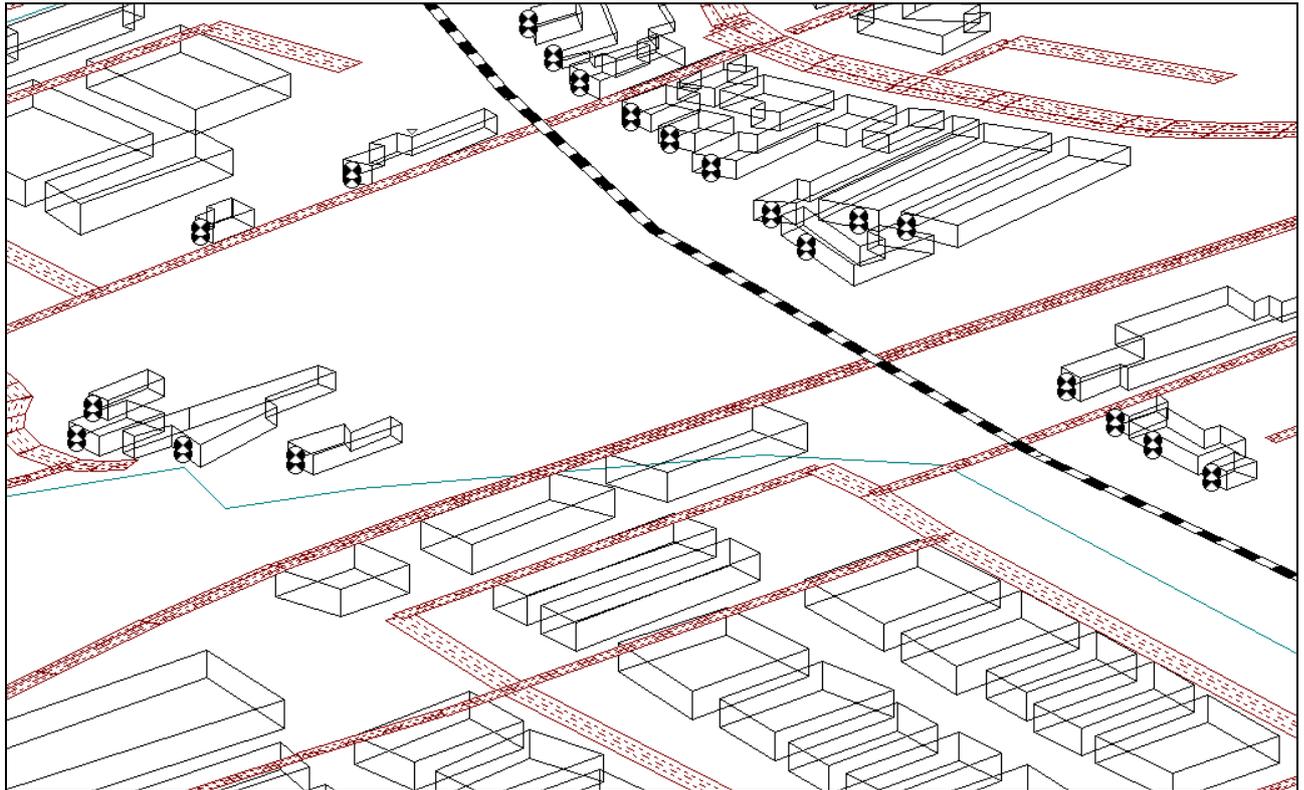
I ricettori virtuali di calcolo sono stati selezionati individuando la facciata di ciascun edificio più prossima ed orientata verso l'area ove sorgerà l'ampliamento dell'Interporto di Prato in progetto e non piuttosto quella più sollecitata dalla rumorosità in generale (rumorosità proveniente ad esempio dal traffico stradale). Ciò perché, in base alla normativa vigente, risulta necessario valutare la rumorosità presso i ricettori esposti, nel punto di massimo disturbo prevedibile per essi da parte della sorgente di rumore indagata,

e nel caso in questione, sicuramente la facciata da studiare per le costruzioni potenzialmente esposte al rumore del nuovo l'ampliamento dell'Interporto di Prato risulta essere proprio quella rivolta verso di esso.



Nella figura precedente ed in quella successiva sono riportati, con gli elementi delle strutture trasparenti ed in grafica 3D, alcuni degli edifici schematizzati nella simulazione. Da essa sono visibili, anche in trasparenza, le circonferenze che indicano i vari ricettori dei diversi piani ed edifici.

In appendice A è riportata la tabella che contiene i risultati delle simulazioni effettuate puntualmente per ognuna delle civili abitazioni e sulle facciate più esposte rispetto all'ampliamento dell'Interporto di Prato.



Uno stralcio esemplificativo ridotto della tabella è riportato nel seguito.

Zona	Edificio id.	Piano	Livello limite assoluto di immissione [dB(A)]		A) - Situazione attuale. Livelli assoluti di immissione [dB(A)]				B) - Situazione con ampliamento. Livelli assoluti di immissione [dB(A)]				C) - Differenza (B - A) [dB(A)]				D) - Situazione con cantiere fase 1. Livelli assoluti di immissione [dB(A)]		E) - Differenza (D - A) [dB(A)]		F) - Situazione con cantiere fase 2. Livelli assoluti di immissione [dB(A)]		G) - Differenza (F - A) [dB(A)]	
			giorno	notte	giorno	out	notte	out	giorno	out	notte	out	giorno	out	notte	out	giorno	out	giorno	out	giorno	out	giorno	out
IV	234	piano terra	65	55	57.2	47.7	60.0	50	2.8	2.3	58.9	1.7	57.6	0.4										
IV	234	primo piano	65	55	57.7	49.2	60.5	51.1	2.8	1.9	60.6	2.9	58.4	0.7										
IV	235	piano terra	65	55	57.8	49.1	60.6	50.8	2.8	1.7	59.5	1.7	58.4	0.6										
IV	235	primo piano	65	55	58.2	50.2	61.0	51.8	2.8	1.6	61.1	2.9	59.2	1.0										
IV	236	piano terra	65	55	54.4	47.9	57.1	49.3	2.7	1.4	56.0	1.6	55.0	0.6										
IV	236	primo piano	65	55	55.3	49.6	58.0	50.8	2.7	1.2	58.1	2.8	56.2	0.9										
IV	244	piano terra	65	55	57.1	54.1	57.4	54.2	0.3	0.1	57.2	0.1	57.2	0.1										
IV	244	primo piano	65	55	58.8	54.8	59.1	54.9	0.3	0.1	58.9	0.1	58.8	0.0										
IV	245	piano terra	65	55	56.6	53.6	57.0	53.7	0.4	0.1	56.7	0.1	56.7	0.1										
IV	245	primo piano	65	55	58.4	54.5	58.8	54.5	0.4	0.0	58.6	0.2	58.5	0.1										
IV	246	piano terra	65	55	56.3	53.3	56.8	53.3	0.5	0.0	56.4	0.1	56.4	0.1										
IV	246	primo piano	65	55	58.2	54.9	58.7	55	0.5	0.1	58.4	0.2	58.3	0.1										
IV	247	piano terra	65	55	56.0	52.7	56.9	52.8	0.9	0.1	56.1	0.1	56.0	0.0										
IV	247	primo piano	65	55	57.8	54.3	58.5	54.4	0.7	0.1	58.0	0.2	57.9	0.1										
IV	265	piano terra	65	55	50.9	49.1	52.7	49.4	1.8	0.3	51.4	0.5	51.2	0.3										
IV	265	primo piano	65	55	51.7	49.8	53.5	50.1	1.8	0.3	52.8	1.1	52.1	0.4										
IV	266	piano terra	65	55	51.0	48.3	53.3	48.8	2.3	0.5	51.2	0.2	51.1	0.1										
IV	266	primo piano	65	55	51.5	48.8	53.9	49.3	2.4	0.5	52.1	0.6	51.7	0.2										
IV	276	piano terra	65	55	57.8	54.2	58.1	54.2	0.3	0.0	57.8	0.0	57.8	0.0										
IV	276	primo piano	65	55	58.9	54.4	59.3	54.5	0.4	0.1	59.1	0.2	59.0	0.1										
IV	277	piano terra	65	55	57.5	54.1	57.8	54.2	0.3	0.1	57.6	0.1	57.5	0.0										
IV	277	primo piano	65	55	58.9	54.4	59.2	54.5	0.3	0.1	59.0	0.1	58.9	0.0										
IV	278	piano terra	65	55	57.8	54.3	58.1	54.3	0.3	0.0	57.9	0.1	57.9	0.1										
IV	278	primo piano	65	55	59.1	54.4	59.7	54.5	0.6	0.1	59.3	0.2	59.2	0.1										
IV	280	piano terra	65	55	55.4	51.6	56.1	51.8	0.7	0.2	55.5	0.1	55.5	0.1										

In tale tabella sono riportati rispettivamente:

- zona di riferimento. Tale codice corrisponde alla classe delle aree acustiche (dotate di differenti valori limite per il rumore) definite per l'area in questione: IV – Classe III con limiti 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.
- identificativo dell'edificio. Tale valore è utilizzato per correlare le informazioni calcolate alla cartografia utilizzata,
- piano dell'edificio di collocazione del ricettore considerato,
- valore limite di immissione assoluta del periodo di riferimento diurno (6.00-22.00),
- valore limite di immissione assoluta del periodo di riferimento notturno (22.00-6.00),
- livello equivalente diurno calcolato per la situazione attuale,
- confronto del livello diurno calcolato per la situazione attuale con i limiti normativi. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- livello equivalente notturno calcolato per la situazione attuale,
- confronto del livello notturno calcolato per la situazione attuale con i limiti normativi. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- livello equivalente diurno calcolato per la situazione futura, dopo la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato,
- confronto del livello diurno calcolato per la situazione futura con i limiti normativi, con la stessa simbologia precedentemente adottata,
- livello equivalente notturno calcolato per la situazione futura, dopo la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato,
- confronto del livello notturno calcolato per la situazione futura con i limiti normativi, con la stessa simbologia precedente,
- differenza dei livelli diurni post ed ante operam,
- confronto della differenza dei livelli diurni post ed ante operam con il valore differenziale diurno di 5 dBA ascrivibile a sorgenti sonore rispetto al rumore residuo diurno. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- differenza dei livelli notturni post ed ante operam,
- confronto della differenza dei livelli diurni post ed ante operam con il valore differenziale notturno di 3 da, ascrivibile a sorgenti sonore relative rispetto al rumore residuo notturno. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- livello equivalente diurno calcolato per la fase di cantiere iniziale (indicata come fase 1),
- confronto del livello diurno calcolato per la fase di cantiere 1 con i limiti normativi. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- differenza dei livelli diurni della fase di cantiere 1 e quelli ante operam,
- confronto della differenza dei livelli diurni della fase di cantiere 1 e quelli ante operam con il valore differenziale diurno di 5 dBA, ascrivibile a sorgenti sonore del cantiere nella fase 1 rispetto al rumore residuo diurno. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- livello equivalente diurno calcolato per la fase di cantiere finale (indicata come fase 2),

- confronto del livello diurno calcolato per la fase di cantiere 2 con i limiti normativi. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso,
- differenza dei livelli diurni della fase di cantiere 2 e quelli ante operam,
- confronto della differenza dei livelli diurni della fase di cantiere 2 e quelli ante operam con il valore differenziale diurno di 5 dBA, ascrivibile a sorgenti sonore del cantiere nella fase 2 rispetto al rumore residuo diurno. I casi di superamento, se presenti, sono indicati con un asterisco su sfondo rosso.

Allo scopo di far risaltare immediatamente nella tabella di sintesi i ricettori per i quali i valori limite del livello sonoro vengono superati, sono stati evidenziati tali situazioni con delle caselle con carattere rosso al fianco del livello calcolato. Dal riscontro del numero identificativo e del piano del ricettore, il lettore potrà agevolmente rintracciarne l'ubicazione sulla cartografia della mappa relativa che riporta la disposizione degli edifici con i relativi codici identificativi.

Ipotesi di scenario del rumore in fase di cantiere

Il cantiere sarà condotto con le attività lavorative distribuite nell'arco del turno giornaliero di lavoro, ovverosia dalle ore 7.30 alle ore 16.30, con l'intervallo per la pausa pranzo.

Le attività più complesse e potenzialmente rumorose saranno eseguite preferibilmente nel periodo mattutino, dalle ore 8.00 alle ore 13.30. Alcune attività potenzialmente rumorose potranno essere eseguite anche nel periodo 15.30 fino alla fine del turno di lavoro (ore 16.30).

Solo occasionalmente ed in presenza di particolari esigenze di lavorazione (ad esempio gettata del cemento) e quindi in rari casi, potrebbe essere necessario prolungare l'orario di lavoro fino alle ore 20.00. In tali casi, che si prevede sino in numero limitatissimo, sarà comunque garantita la massima attenzione alla limitazione delle emissioni rumorose.

Per una completa analisi dell'impatto acustico relativo all'ampliamento dell'Interporto di Prato e per adempiere a pieno alla legge quadro sull'inquinamento acustico n.447/95, è necessario valutare la rumorosità prodotta in fase di cantiere e valutare anche in tale circostanza il rispetto dei valori limite.

Dal punto di vista normativo l'attività di cantiere per la realizzazione delle opere oggetto di questo studio può essere inquadrata ed assimilata come attività rumorosa temporanea.

L'art. 6, comma 1, lettera h) della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" individua quale competenza dei comuni l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite d'immissione, per lo svolgimento di attività temporanee, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.

Nella presente analisi del rumore in fase di cantiere sono state considerate le condizioni maggiormente critiche relative alle fasi di scavo, di costruzione delle opere civili e di montaggio e realizzazione delle partizioni interne previste dal progetto all'interno dei nuovi edifici relativi all'ampliamento in progetto.

Sono quindi state individuate due differenti fasi di sviluppo del cantiere facenti riferimento a due diverse modalità operative e di produzione di rumore:

- Fase 1: fase di predisposizione delle fondazioni e realizzazione delle strutture in cemento armato ed acciaio, degli arredi e della risistemazione della rete viaria,
- Fase 2: opere interne di tamponatura, di installazione di infissi e pavimenti, sistemazione dei vari impianti e rifiniture.

Tale suddivisione è stata operata principalmente per due motivi:

- la diversità dei mezzi e delle macchine presenti in cantiere nelle due fasi.
- durante la fase della realizzazione tamponatura della struttura in cemento armato e la fase di assemblaggio interno delle diverse strutture si deve considerare l'effetto schermante ed insonorizzante delle opere già realizzate. In queste fasi infatti alcune delle operazioni saranno svolte in presenza o all'interno di strutture che garantiscono una attenuazione della propagazione del rumore prodotto dalle attività di cantiere nei confronti dei ricettori sensibili.

I livelli di emissione sonora prodotti da ogni singolo macchinario presente in cantiere durante le diverse fasi lavorative e la rumorosità delle diverse lavorazioni, nell'ambito delle simulazioni prodotte, sono stati derivati dalla letteratura di settore e da dati ISPESL del 2008, o dai produttori di macchine operatrici o dalle caratteristiche di targa delle macchine

rilevate dalla certificazione delle stesse ai fini della Direttiva 2000/14/CE e sono esposti nelle seguenti tabelle.

<i>ATTREZZATURE</i>	<i>Leq</i>
Autogrù	83
Battipiastrille	98.8
Betoniera	87
Betoniera a bicchiere	82
Cannello	75
Chiodatura	77 - 87
Escavatore, pala meccanica	82.5
Escavatore, pala meccanica	82.5
Filettatrice	72
Finitrice	87.9
Intonacatrice automatica	87
Levigatrice	86.4
Martello demolitore	98.4
Molatrice a disco portatile	99
Molatrice portatile	99
Molazza	85
Perforatore elettrico	85 - 96
Piega e trancia	78 - 79,5
Pistola	91
Pompa cemento	75.4
Rullo compressore	87.4
Scanalatrice elettrica	82.5
Scanalatura manuale	85
Scarico cemento autobetoniera	85
Sega circolare	93
Sega circolare	93
Sega circolare (clipper)	98,3 – 105
Trapani elettrici	85 – 96
Trapano	81
Trivella su autocarro	85
Vibratore	83

Livelli di emissione sonora e di utilizzazione dei macchinari di cantiere utilizzati.

LAVORAZIONI	Leq
Allestimento armature in ferro	82
Allestimento armature in legno	87
Ambiente con martellatura e scalpellatura	90
Carico/scarico manuale macerie	86
Casseratura	86
Demolizione intonaci	93
Disarmo con percussioni	91
Getti	88
Intonacatura manuale	73
Legatura	75
Martellatura manuale	95
Montaggio/smontaggio ponteggi	81
Muratura e rifinitura	78
Muratura e rifinitura in contemporanea con demolizione	86
Posa in opera prefabbricati	82
Posa manufatti	78
Posa mattoni	84
Posa pavimenti manuale	87
Pulizie cantiere	73
Riasfaltatura	89
Rivestimento (murature)	84
Rumore di fondo	72
Scalpellatura manuale	85
Scavi manuali	82
Scavo meccanico (assistenza a terra)	83
Stesura nero a mano	84
Trasferimenti attrezzature/materiali	82

Livelli di emissione sonora delle lavorazioni di cantiere.

o Coefficiente di contemporaneità	o Mezzi di movimentazione e sollevamento = 60 %
	o Attrezzature manuali = 70 %
	o Lavorazioni = 40%

L'impatto acustico del cantiere per l'ampliamento dell'Interporto di Prato sull'ambiente circostante è stato valutato considerando la rumorosità costituita da tutte le macchine presenti con un coefficiente di contemporaneità pari al 60%, per i mezzi di movimentazione e sollevamento e al 70%, per le attrezzature manuali, ipotizzando una distribuzione spaziale uniforme all'interno del cantiere. Per le varie lavorazioni invece è stato ipotizzato un coefficiente di contemporaneità del 40%.

FASE 1 – SCAVI, FONDAZIONI e REALIZZAZIONE STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO. Le azioni principali in tale fase riguardano la preparazione del sito, lo scavo e la sistemazione del terreno, la realizzazione delle fondazioni e la realizzazione della struttura in cemento armato e la tamponatura esterna.

Durante il periodo più critico dal punto di vista acustico di tale fase è stato simulato il funzionamento di tutte le macchine per lo scavo, per la palificazione, la preparazione del terreno e la realizzazione della struttura in cemento armato che operano contemporaneamente al 60% - 70%. Per le lavorazioni, come detto, si è previsto un coefficiente di contemporaneità del 40%.

Per i macchinari relativi allo scavo, alla movimentazione ed al trasporto in discarica del terreno di risulta, la collocazione delle sorgenti di simulazione è stata realizzata distribuendo spazialmente ed in maniera omogenea nell'area ove è prevista la realizzazione degli edifici previsti per l'ampliamento dell'Interporto, le sorgenti sonore stesse (che sono per la maggior parte mobili) nelle aree in cui si troveranno ad operare per la maggior parte del tempo di funzionamento. Per le lavorazioni sono state introdotte sorgenti acustiche areali, in maniera da simulare la loro distribuzione spaziale.

Con tali sorgenti sono stati calcolati i livelli sonori in facciata, presso i ricettori abitativi presenti nell'area di studio, ed ai vari piani e tali valori rappresentano la rumorosità prodotta dal cantiere in questa prima fase di realizzazione delle fondazioni e della struttura in cemento armato.

La valutazione previsionale dei livelli acustici è stata effettuata in combinazione con il rumore di fondo, il rumore stradale e quello prodotto da tutte le diverse attività umane presenti, allo scopo di valutare gli effettivi livelli globali cui saranno sottoposti gli edifici prossimi all'area di cantiere.

Le mappature acustiche ricavate secondo queste due diverse modalità di combinazione delle sorgenti sonore ed i relativi livelli calcolati presso i ricettori sono riportati nel seguito del testo nei paragrafi relativi ai risultati ottenuti.

Nella tabella riassuntiva dei livelli in facciata riportata in Appendice A, alcune colonne riportano i risultati di quest'analisi. Oltre al valore dei livelli di immissione calcolati per il cantiere con la sua combinazione con il rumore ambientale, nella tabella è riportata anche la colonna che individua gli eventuali superamenti dei valori limite di zona.

I risultati ottenuti dimostrano come la rumorosità prodotta dal cantiere, nella prima fase di realizzazione di opere di scavo e realizzazione delle fondazioni e struttura in cemento armato, data la distanza che intercorre tra il cantiere e la maggior parte degli edifici presenti attualmente, non provoca superamenti dei valori limite, imposti dalla zonizzazione comunale, di immissione assoluta e differenziale per il periodo di riferimento diurno presso i ricettori abitativi.

FASE 2 – ASSEMBLAGGIO E SISTEMAZIONE DELLE NUOVE INSTALLAZIONI. Tale fase riguarda la sistemazione e l'assemblaggio degli edifici e dei capannoni che sono previsti nella costruzione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, in particolar modo l'allestimento interno, di tutte le installazioni di impianti ed ausiliarie necessarie alla corretta ed efficiente fruizione di tutte le strutture progettate.

La cantieristica dell'ampliamento prevede la realizzazione di ciascun edificio in tempi differenti e successivi. Per tale motivo, in questa seconda fase, si è eseguita la simulazione della rumorosità relativa alla realizzazione del capannone posto più in prossimità dei ricettori abitativi maggiormente influenzati dall'ampliamento dell'Interporto di Prato. In particolare l'edificio in questione risulta essere quello collocato più a nord dei quattro previsti e l'unico che presenta anche la realizzazione di una derivazione della rete ferroviaria.

In cantiere, nel periodo più critico, le macchine più numerose previste sono quelle elettriche e pneumatiche (trapani, mole, etc.) e le saldatrici, ecc..

La simulazione è stata eseguita tenendo conto sia del fattore schermante dato dai manufatti già costruiti, sia del fattore di contemporaneità dei macchinari funzionanti.

Come si può notare dai valori dei livelli equivalenti in fase di cantiere calcolati per questa seconda fase, l'impatto totale, sull'intera area e sui ricettori sensibili, risulta di entità ridotta e sempre inferiore ai valori limite di zona previsti per la classe IV.

Anche per questa seconda fase sono stati calcolati i livelli attesi presso i ricettori virtuali introdotti presso le facciate degli edifici più esposti al rumore prodotto dall'ampliamento dell'Interporto di Prato, con tutte le sorgenti di cantiere presenti ed il rumore ambientale di fondo.

Nella tabella riassuntiva dell'Appendice A dei livelli calcolati è riportato anche il risultato delle elaborazioni dei livelli sonori presso i ricettori abitativi valutati per questa seconda fase.

Nel paragrafo dei risultati è riportata la mappatura acustica ricavata con tutte le sorgenti sonore relative alla fase due del cantiere, operanti con un fattore di contemporaneità del 70%.

Durante le due fasi di cantiere saranno utilizzati macchinari conformi alla normativa riguardante le emissioni acustiche costituita dalla direttiva 2000/14/CE, verranno svolte azioni ed effettuate scelte procedurali atte a favorire l'utilizzo delle migliori tecnologie di abbattimento del rumore e a garantire l'effettuazione delle lavorazioni più rumorose in periodi della giornata meno critici, al fine di limitare al massimo l'impatto sull'ambiente circostante.

Conclusioni

In relazione alla valutazione di impatto acustico dell'ampliamento dell'Interporto di Prato oggetto del presente studio, sono state effettuate valutazioni dei livelli sonori attesi nell'area in cui l'Interporto svolge la sua attività.

Sulla base della cartografia tridimensionale, delle disposizioni di tutti gli elementi di interesse per la propagazione del suono (edifici, impianti produttivi ed industriali, altimetria del terreno, presenza di ostacoli, ecc.) e delle sorgenti di rumore costituite dal traffico veicolare, ferroviario, dai parcheggi e dalle attività produttive, sono state realizzate le mappe di rumore attese e sono stati valutati i livelli sonori previsti in facciata dei ricettori abitativi più prossimi alla zona in cui sorge l'Interporto ed in particolare l'area ove sarà realizzato il suo ampliamento.

I livelli previsti per la situazione futura risultano praticamente simili a quelli attuali, mentre là dove si riscontrano incrementi, questi risultano limitati (dell'ordine del decibel) ed ascrivibili prevalentemente alla maggior distribuzione spaziale delle attività e quindi della rumorosità propria dell'ampliamento dell'Interporto di Prato.

Le elaborazioni svolte hanno consentito di determinare in via previsionale, oltre ai valori dei livelli assoluti di immissione in facciata, anche le entità dei livelli di immissione differenziale, ovverosia le differenze dei livelli diurni e notturni tra la situazione futura e quella attuale.

Per quanto riguarda i livelli differenziali si riscontrano, per i periodi di riferimento diurno e notturno, valori differenziali dell'ordine di grandezza massima di qualche decibel, ma comunque sempre al disotto dei valori limite previsti dal DPCM 14-11-97, ovverosia 5 dBA diurni e 3 dBA notturni. In tutti questi casi l'incremento della rumorosità calcolato rientra quindi ampiamente nei limiti normativi.

Per molti edifici i livelli differenziali risultano praticamente trascurabili o nulli.

Per tutti gli edifici abitativi presenti ed in entrambi i periodi di riferimento diurno e notturno, i valori dei livelli differenziali con la realizzazione dell'ampliamento dell'Interporto di Prato saranno contenuti nell'ordine di grandezza di alcuni decibel sia per il periodo di riferimento diurno che per il periodo notturno. Tali valori saranno comunque sempre al disotto dei valori limite normativi.

In conclusione quindi la verifica del rispetto dei livelli differenziali si è dimostrata ampiamente soddisfatta.

Va richiamata l'attenzione sulla importante questione che per tutte le sorgenti relative ad impianti dell'ampliamento dell'Interporto di Prato è stato considerato il funzionamento continuo nelle ventiquattro ore, al massimo della potenza sonora ammissibile. Ciò conduce ad una sovrastima cautelativa dei livelli sonori che effettivamente saranno percepiti in facciata degli edifici.

In definitiva quindi è possibile concludere che:

- nell'area oggetto dello studio l'entrata in esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato non andrà ad incrementare la rumorosità dei luoghi che lo ospiteranno,***
- i livelli assoluti di immissione relativi all'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato risulteranno nei limiti normativi per i due periodi di riferimento,***
- i livelli differenziali relativi all'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato risulteranno anch'essi nei limiti normativi per i due periodi di riferimento.***

Nel contesto che si creerà invece con la presenza del cantiere oggetto del presente studio e delle attività ad esso connesse, la situazione di mancato superamento dei valori limite permarrà. Come si evince infatti dalle simulazioni della propagazione del rumore nella situazione con la presenza del cantiere, non si rilevano superamenti dei valori limite assoluti di immissione e differenziali di immissione.

Il cantiere sarà condotto con le attività lavorative distribuite nell'arco del turno giornaliero di lavoro, ovverosia dalle ore 7.30 alle ore 16.30, con l'intervallo per la pausa pranzo.

Le attività più complesse e potenzialmente rumorose saranno eseguite preferibilmente nel periodo mattutino, dalle ore 8.00 alle ore 13.30. Alcune attività potenzialmente rumorose potranno essere eseguite anche nel periodo 15.30 fino alla fine del turno di lavoro (ore 16.30, massimo 17.30).

Solo occasionalmente ed in presenza di particolari esigenze di lavorazione (ad esempio gittata del cemento) e quindi in rari casi, sarà necessario prolungare l'orario di lavoro fino alle ore 20.00. In tali casi, che si prevede sino in numero limitatissimo, sarà comunque garantita la massima attenzione alla limitazione delle emissioni rumorose.

Nella presente analisi del rumore in fase di cantiere sono state considerate le condizioni maggiormente critiche relative alle fasi di scavo, di costruzione delle opere civili e di montaggio e realizzazione delle partizioni interne previste dal progetto all'interno dei nuovi edifici.

Sono quindi state individuate due differenti fasi di sviluppo del cantiere facenti riferimento a due diverse modalità operative e di produzione di rumore:

- fase di predisposizione e realizzazione delle fondazioni e della struttura in cemento armato,
- opere interne di tamponatura, di installazione di infissi e pavimenti, sistemazione dei vari impianti e rifiniture.

Tale suddivisione è stata operata principalmente per due motivi:

- la diversità dei mezzi e delle macchine presenti in cantiere nelle due fasi.
- durante la fase della realizzazione della struttura in cemento armato e la fase di assemblaggio interno delle diverse strutture si deve considerare l'effetto schermante ed insonorizzante delle opere già realizzate. In queste fasi infatti alcune delle operazioni saranno svolte in presenza, o all'interno, di strutture che garantiscono una attenuazione, nei confronti dei ricettori sensibili, della propagazione del rumore prodotto dalle attività di cantiere. Si è considerata la sola realizzazione del capannone più prossimo ai ricettori più esposti, dato che tutti gli edifici previsti saranno realizzati in tempi diversi e sfalsati

I livelli di emissione sonora prodotti da ogni singolo macchinario presente in cantiere durante le diverse fasi lavorative, nell'ambito delle simulazioni prodotte, sono stati derivati dalla letteratura di settore (dati ISPESL 2008), o dai produttori di macchine operatrici o dalle caratteristiche di targa delle macchine rilevate dalla certificazione delle stesse ai fini della Direttiva 2000/14/CE.

L'impatto acustico del cantiere sull'ambiente circostante è stato valutato considerando la rumorosità costituita da tutte le macchine presenti con un coefficiente di contemporaneità pari al 60%, per i mezzi di movimentazione e sollevamento e al 70%, per

le attrezzature manuali, ipotizzando una distribuzione spaziale uniforme all'interno del cantiere.

Per quanto riguarda i livelli sonori previsti in facciata, per gli edifici che risultano potenzialmente più esposti degli altri alla rumorosità proveniente dal cantiere previsto per l'ampliamento dell'Interporto di Prato, si riscontrano per il periodo di riferimento diurno, unico in cui è attivo il cantiere, valori non superiori ai limiti. Chiaramente le differenti lavorazioni previste nel cantiere, creeranno incrementi alla rumorosità specialmente nei confronti proprio di tali edifici, ma essi saranno comunque contenuti all'interno dei limiti stabiliti per le attività temporanee.

Per quanto riguarda i livelli di immissione assoluta in facciata di tutti gli edifici presenti, per alcune delle lavorazioni e delle fasi di cantierizzazione, non si sono riscontrati casi di valori al disopra dei valori limite.

Anche la valutazione dei livelli differenziali di immissione ha dimostrato un sostanziale rispetto del valore limite di 5 dBA per il periodo diurno di attività del cantiere, come indicato dai livelli calcolati in facciata degli edifici abitativi più prossimi all'area dell'ampliamento riportati nell'Allegato A.

Per gli edifici più prossimi al cantiere però la rumorosità dello stesso, in alcuni periodi e per particolari lavorazioni, potrebbero condurre al superamento dei valori limite di zona per periodi limitati di tempo. Qualora durante tali lavorazioni in cantiere dovessero essere riscontrati superamenti dei valori limite potrà comunque essere richiesta al Comune di Prato, come reso possibile dalla legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95, la deroga ai valori limite.

In definitiva quindi è possibile concludere che nell'area oggetto dello studio, l'entrata in esercizio del cantiere previsto per l'ampliamento dell'Interporto di Prato non andrà ad incrementare in maniera marcata la rumorosità dei luoghi che lo ospitano.

Stanti tali considerazioni, si ritiene che la realizzazione, il cantiere e l'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato, dimostrando ampiamente il rispetto della normativa in materia di inquinamento acustico, possano essere senz'altro consentiti senza nessuna preclusione o prescrizione.