



UTILIZZO DELLA MODELLISTICA PER L'INSTALLAZIONE DI BARRIERE ACUSTICHE AUTOSTRADALI

Simulare conviene!

**I modelli ambientali strumento di previsione e pianificazione
SESSIONE RUMORE**

D.ssa Barbieri Cinzia, Ing. Mauro Quagliati
Genova, 22 maggio 2013

Tratta autostradale A12 Sestri Levante – Ortonovo



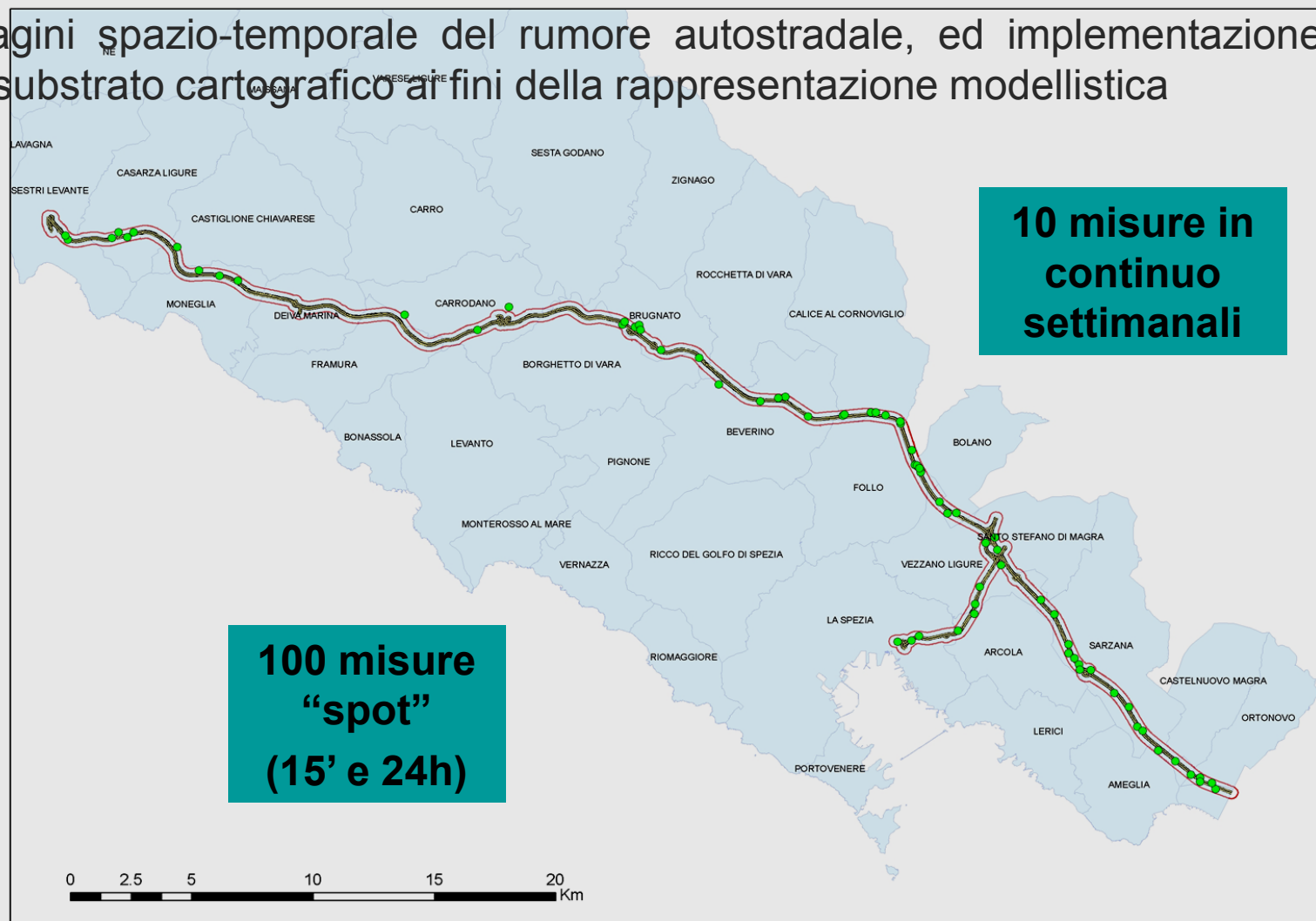
In base alla convenzione ARPAL-SALT si sono condotte indagini acustiche atte ad accertare i livelli di immissione sonora di pertinenza della tratta autostradale A12 Sestri Levante – Ortonovo.

Contestualmente ai rilievi fonometrici, su base cartografica, sono stati realizzati modelli tridimensionale finalizzati alla stima dei livelli sonori sui ricettori interessati dal rumore autostradale.

Modellazione applicata per:

- Conoscere i livelli su una parte di territorio più ampia di quello interessato dalle misure
- Predisposizione del Piano di Risanamento Acustico L_{Aeq} (diurno e notturno): progettazione di barriere laddove trovato e confermato con misura il superamento dei limiti
- Predisposizione mappe acustiche con descrittori acustici L_{den}/L_{night}

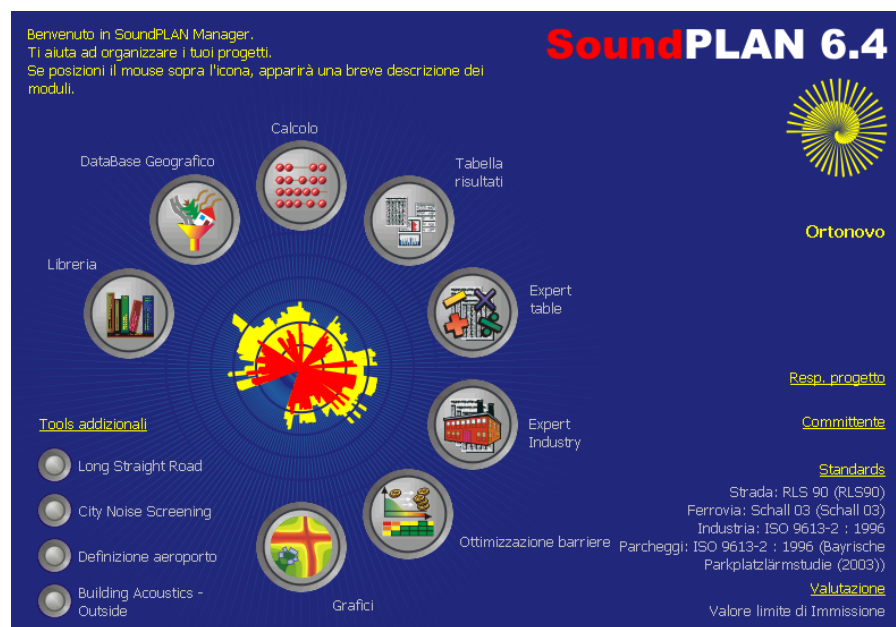
Indagini spazio-temporale del rumore autostradale, ed implementazione del substrato cartografico ai fini della rappresentazione modellistica



Software implementato: SoundPLAN.

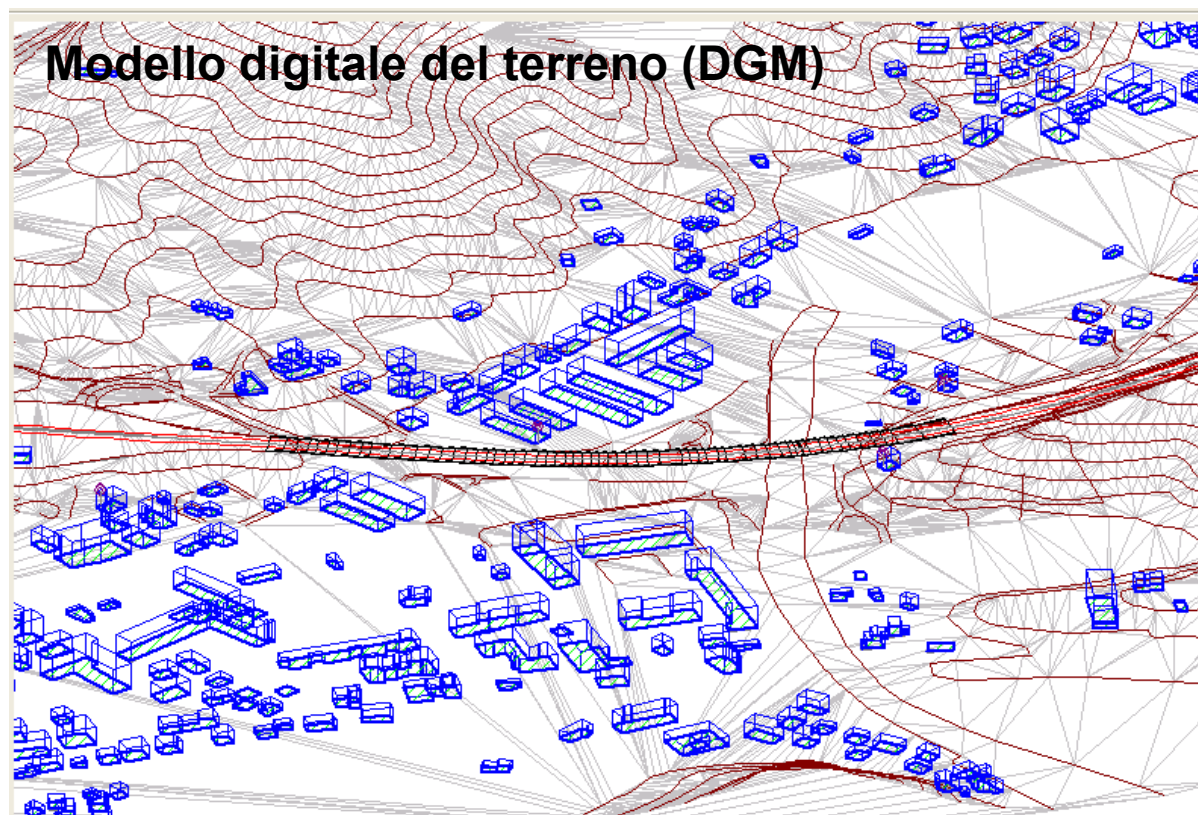
Pacchetto per il calcolo e la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali e per il calcolo di barriere acustiche che si basa sui classici algoritmi di calcolo acustici.

Modello di calcolo acustico applicato: RLS 90
Applicazione esclusiva al traffico stradale e ai parcheggi.



SoundPlan gestisce un *Geo-DataBase* derivato da una cartografia digitale preparata con un sistema *G/S*. Questo file ha tutte le informazioni di base necessarie a simulare gli effetti della generazione di un campo acustico che approssima quello dell'area d'indagine.

Le informazioni più importanti sono l'orografia e gli oggetti tridimensionali (es. edifici) giacenti sul terreno, oltre alle caratteristiche geometriche dell'infrastruttura stessa.



Il software fornisce come risultato il livello di rumore al ricevitore per giorno e notte, chiamato Level Mean Emission ($L_{m,E}$).

I valori di emissione $L_{m,E}$ sono stati determinati in condizioni standard in base ad un parco medio circolante non italiano (eseguendo numerose misure sperimentali su singoli passaggi di veicoli). Questo significa che è necessario “tarare” il modello mediante il confronto con una situazione reale misurata.

I valori di questi parametri sono stati desunti interpolando i dati di flusso forniti da *SALT*, “tarandoli” opportunamente con i valori ottenuti dalle misure reali, soprattutto nelle postazioni significative (monitoraggio settimanale) eseguite nella stessa tratta omogenea per flussi.

L'RLS 90 richiede in ingresso i seguenti parametri:

- Il numero stimato di veicoli con l'indicazione delle percentuali dei veicoli pesanti (stima dei flussi veicolari medi forniti da SALT)
- La velocità di autoveicoli leggeri e pesanti
- Le rettifiche della superficie della strada
- Le pendenze della strada
- Somme di riflessioni multiple

Da cui ricava :

IL LIVELLO DELLA SORGENTE STRADALE

$$L_m(25 \text{ m}) = 37.3 + 10 \log [M(1 + 0.082 \cdot P)] \text{ dB}$$

II LIVELLO DELLA SORGENTE STRADALE

dove:

- M = media del traffico giornaliero
- P = % di veicoli pesanti

Dato il traffico giornaliero: va stabilita la frazione di questo dato che sia attribuibile al periodo notturno in modo tale che in base agli orari di legge, il software calcoli direttamente i $L_{Aeq,TR}$ (diurno/notturno) separati.

Questo livello medio di emissione, $L_{m,E}$, è standardizzato in condizioni di traffico definite a priori, *100 km/h* di velocità media per le autovetture (veicoli leggeri) e *80 km/h* per i camion (veicoli pesanti sopra *2.8 ton*), pavimentazione della strada con asfalto normale e pendenza della carreggiata inferiore al 5%.

Possono essere fattori correttivi necessari p.e. per tener conto di eventuali riflessioni multiple degli edifici.

Emission calculation according to "RLS90 (alt)"

Traffico | Addizionali

Flusso di traffico:
Autostrada

Composizione

TGM (veic./24h) 50000

	giorno	notte
M/ADT	0.060	0.011
M (Veh/h)	3000.0	550.0
p (% camion)	20.0	60.0

Velocità

V(legg.) [km/h] 100 v(pes.) [km/h] 80

LmE (giorno) 73.2 [dB(A)] LmE (notte): 69.4 [dB(A)]

Ok Annulla Aiuto

Emission calculation according to "RLS90 (alt)"

Traffico | Addizionali

Fondo stradale
Entrata propria Addizionali -3.0

Riflessioni multiple
Drift (dB) 0.0

Gradiente
[%] 0.7 ☒ calcolato dalle coordinate

	Lm100(25)	Dv	DStg	DStrO	Drefl
giorno	76.29	-0.06	-	-3.00	-
notte	72.43	-0.06	-	-3.00	-

LmE (giorno) 73.2 [dB(A)] LmE (notte): 69.4 [dB(A)]

Ok Annulla Aiuto

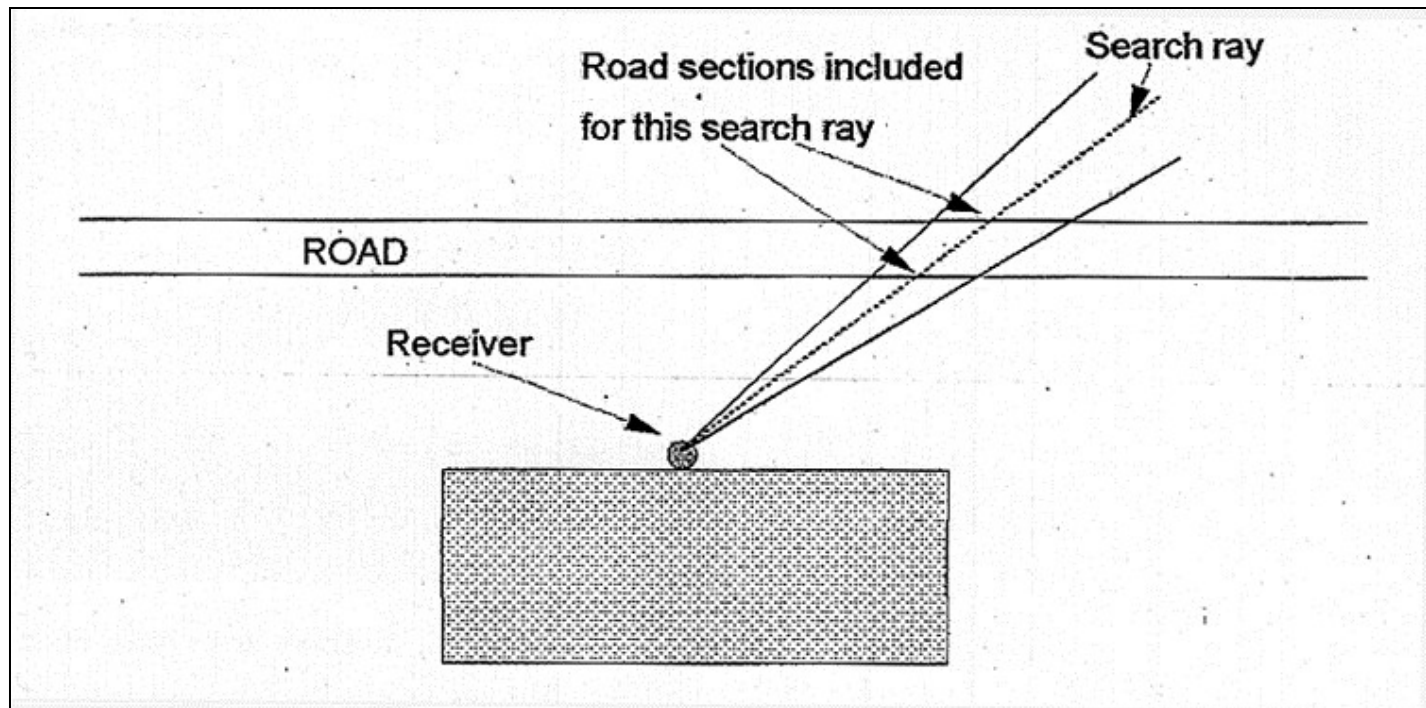
Il modello prende in considerazione anche l'attraversamento di strutture complesse (dove si sommano effetti di riflessione, assorbimento e diffrazione multipli) quali boschi, aree urbanizzate ed industriali e tratta gli effetti di casi particolari di sorgenti infrastrutturali quali ponti, viadotti (per fenomeni di riflessioni e schermature) e gallerie (per costituzione di sorgenti additive rappresentate dagli imbocchi).

La simulazione di *SoundPlan* si basa su un metodo “*ray-tracing*”. Si tratta di una tecnica che consiste nella discretizzazione dell’energia emessa dalla sorgente in raggi sonori lanciati in tutte le direzioni. I raggi si propagano rettilinei e rimbalzano seguendo la legge della riflessione speculare. Il livello energetico di ciascun raggio decresce progressivamente in funzione dell’assorbimento degli ostacoli incontrati e dell’assorbimento dell’aria e di quant’altro si sia predefinito.

In particolare SoundPlan applica un ray-tracing inverso, per cui dal punto ricevitore vengono inviati dei raggi che esplorano tutta la geometria modellizzata entro un intervallo angolare predefinito. Tale ricerca si ripete per ogni incremento angolare di 1° . Per ogni segmento angolare *il software* calcolerà il contributo al livello di immissione risultante da ogni dato numero di sorgenti incontrate.

I modelli numerici basati sul ray-tracing consentono inoltre una rappresentazione della rumorosità ambientale più efficace attraverso mappe isofoniche opportunamente tematizzate .

Sezione della strada nell'esplorazione radiale.



SoundPlan si basa sui classici algoritmi di calcolo acustici.

Siccome lo scopo della simulazione è ottenere i livelli (in termini di L_{Aeq} per il periodo di riferimento voluto) in ogni punto ricevitore voluto abbiamo la generica relazione di propagazione:

$$L_{im} = L_w - A_1 - A_2 \dots - A_n \text{ dB}$$

L_{im} = *Livello di immissione risultante al ricevitore*

•dove:

L_w = *Livello di potenza sonora (o valore di emissione equivalente)*

$A_1 \dots A_n$ = *Coefficienti descrittivi aspetti diversi della propagazione*

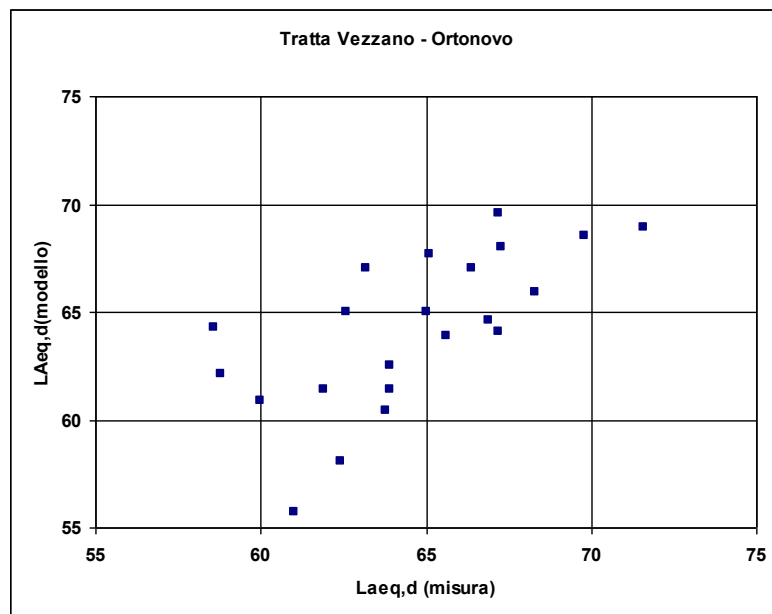
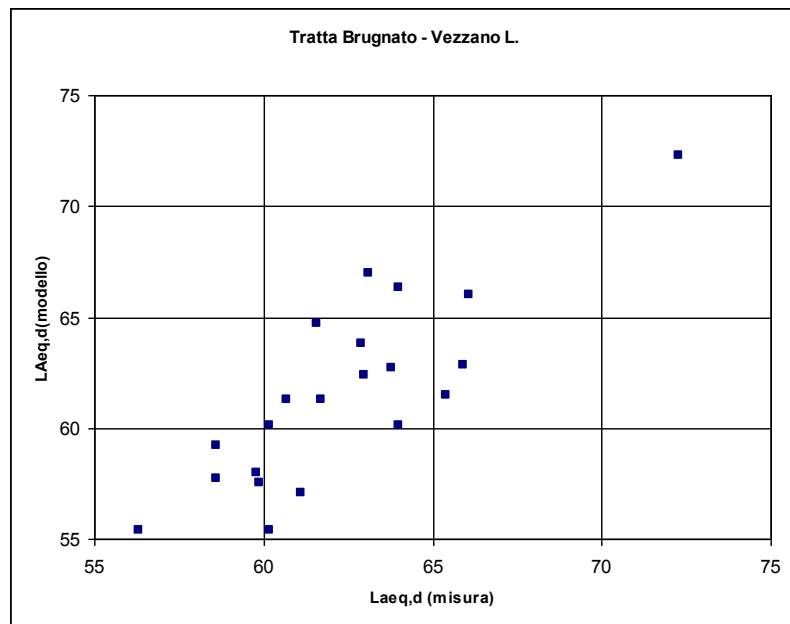
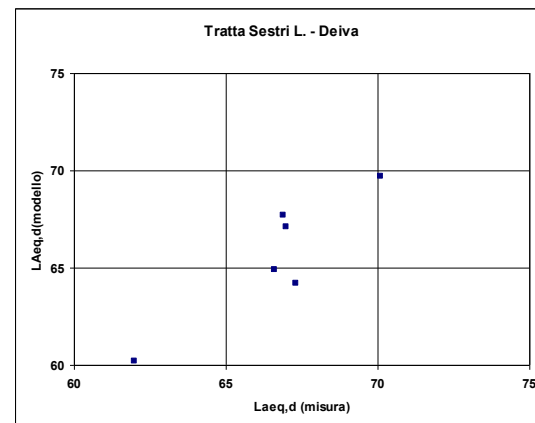
Coefficienti di attenuazione:

- ✓ calcolo della divergenza geometrica
- ✓ l'assorbimento dell'aria
- ✓ l'effetto suolo
- ✓ la riflessione da parte di superfici giacenti sul percorso dell'onda sonora
- ✓ la diffrazione attorno agli ostacoli

Lo schema generale relativo all'architettura di ogni modello previsionale prevede una prima fase relativa alla determinazione dei livelli di potenza sonora calcolata in funzione delle caratteristiche della infrastruttura e del traffico stradale ed una seconda fase riguardante la stima delle attenuazioni durante la propagazione dei livelli sonori.

Il modello prende in considerazione anche l'attraversamento di strutture complesse (dove si sommano effetti di riflessione, assorbimento e diffrazione multipli) quali boschi, aree urbanizzate ed industriali e tratta gli effetti di casi particolari di sorgenti infrastrutturali quali ponti, viadotti (per fenomeni di riflessioni e schermature) e gallerie (per costituzione di sorgenti additive rappresentate dagli imbocchi).

Calibrazione Livelli ai recettori misurati e modellati



Gli scostamenti dai valori teorici sono addebitabili a:

- problema del campionamento,
- a particolari condizioni di contorno all'infrastruttura (effetto bordo, effetto tunnel, effetto canyon ecc.)
- a diverse caratteristiche dei veicoli circolanti rispetto a quelle del parco utilizzato per modellare la sorgente nel software in uso.

Inoltre si è individuato un fattore di incremento stagionale dei livelli (circa 2 dB), dovuto alla variazione del volume di traffico tra inverno (campagna di misure) ed estate (massimo stagionale)

La situazione modellizzata e rappresentata è quella estiva del massimo rumore, ottimizzata eseguendo dei confronti mirati, sull'intera tratta, tra i valori ottenuti nella stagione estiva ed in quella invernale.

Si sono rappresentate le condizioni diurne ($q = 4 \text{ m}$) e notturne ($q = 4 \text{ e } 8 \text{ m}$) a seconda di come si delineavano i superamenti di legge.

❖ Per gli edifici con base giacente alla quota della carreggiata risulta significativa la quota 4 m

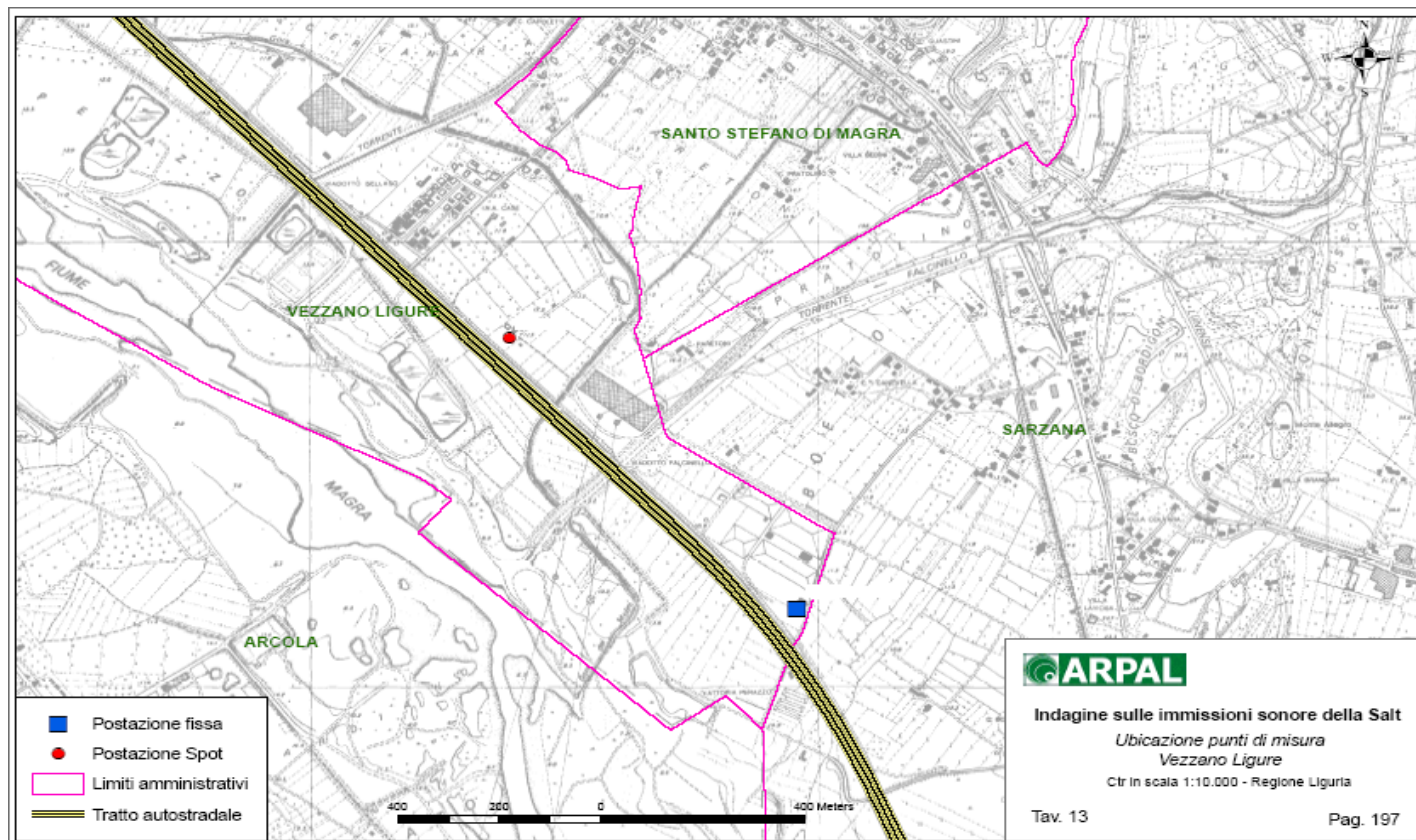
❖ Per edifici con base giacente alla quota dei piloni del viadotto, risulta significativa la quota 8 m (laddove solo gli ultimi piani degli edifici risultano in vista della carreggiata autostradale).

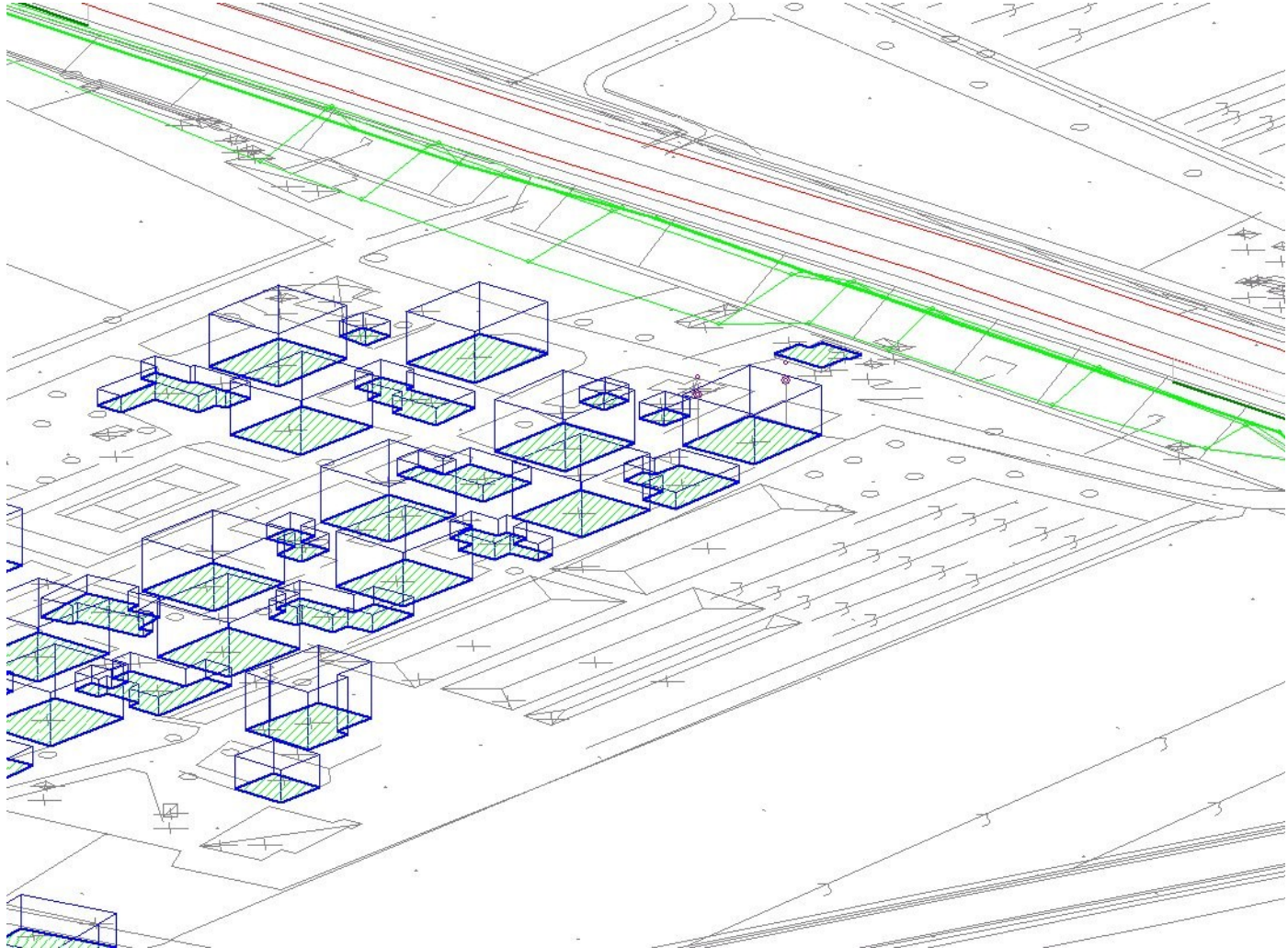
Sono state prodotte simulazioni delle situazioni ove si è riscontrato il superamento dei limiti di legge (prevalentemente quelli notturni), con l'inserimento di opportune barriere acustiche atte a far rientrare la situazione negli standard nazionali.

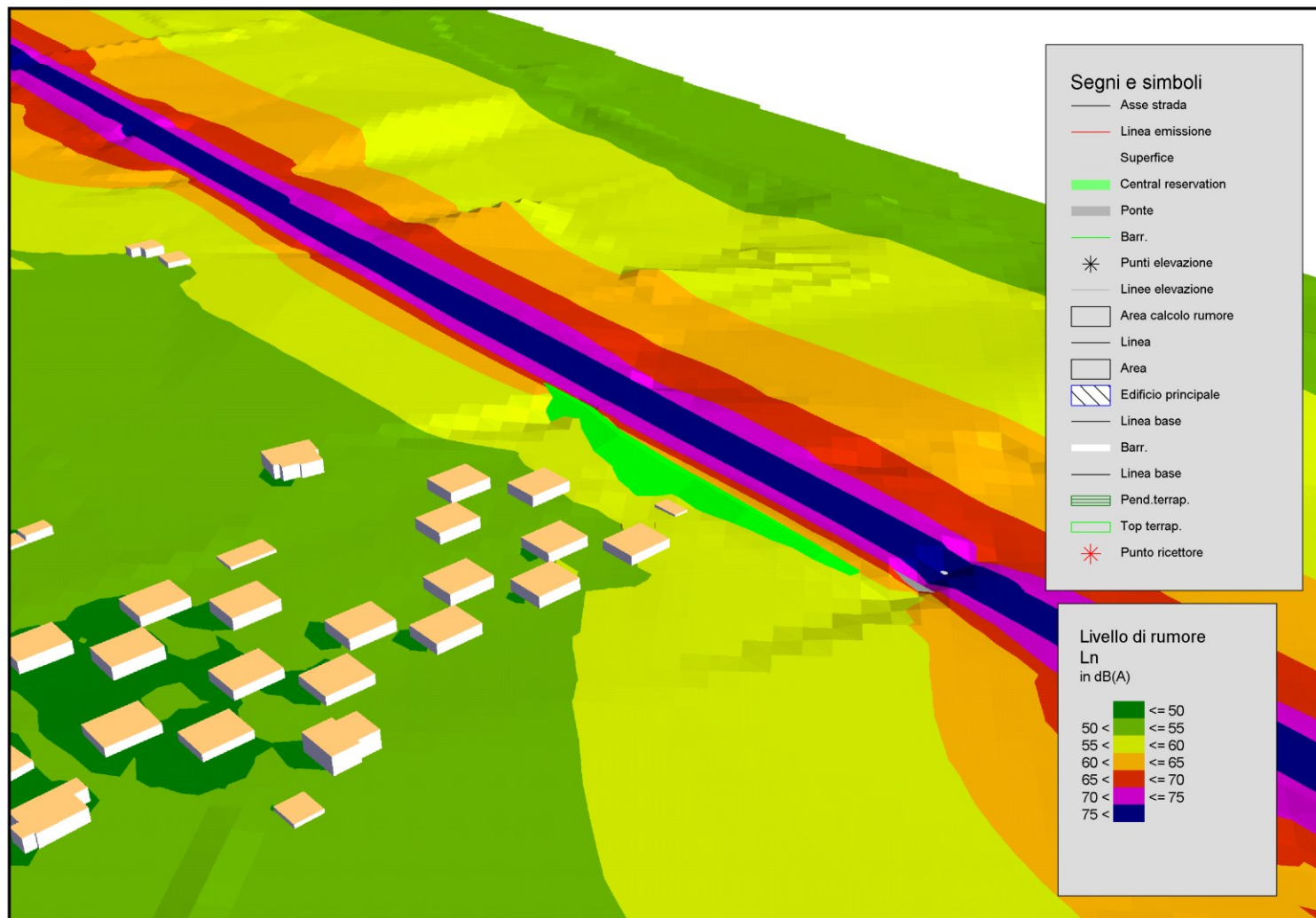
Le definizioni di massima sulla lunghezza e sulla altezza delle barriere utilizzate durante la fase di modellizzazione sono state ottimizzate in relazione alle situazioni logistiche (fondazioni, supporti ed ancoraggi) ed estetiche (paesaggio) che sono state individuate in "situ" durante la fase del progetto esecutivo.

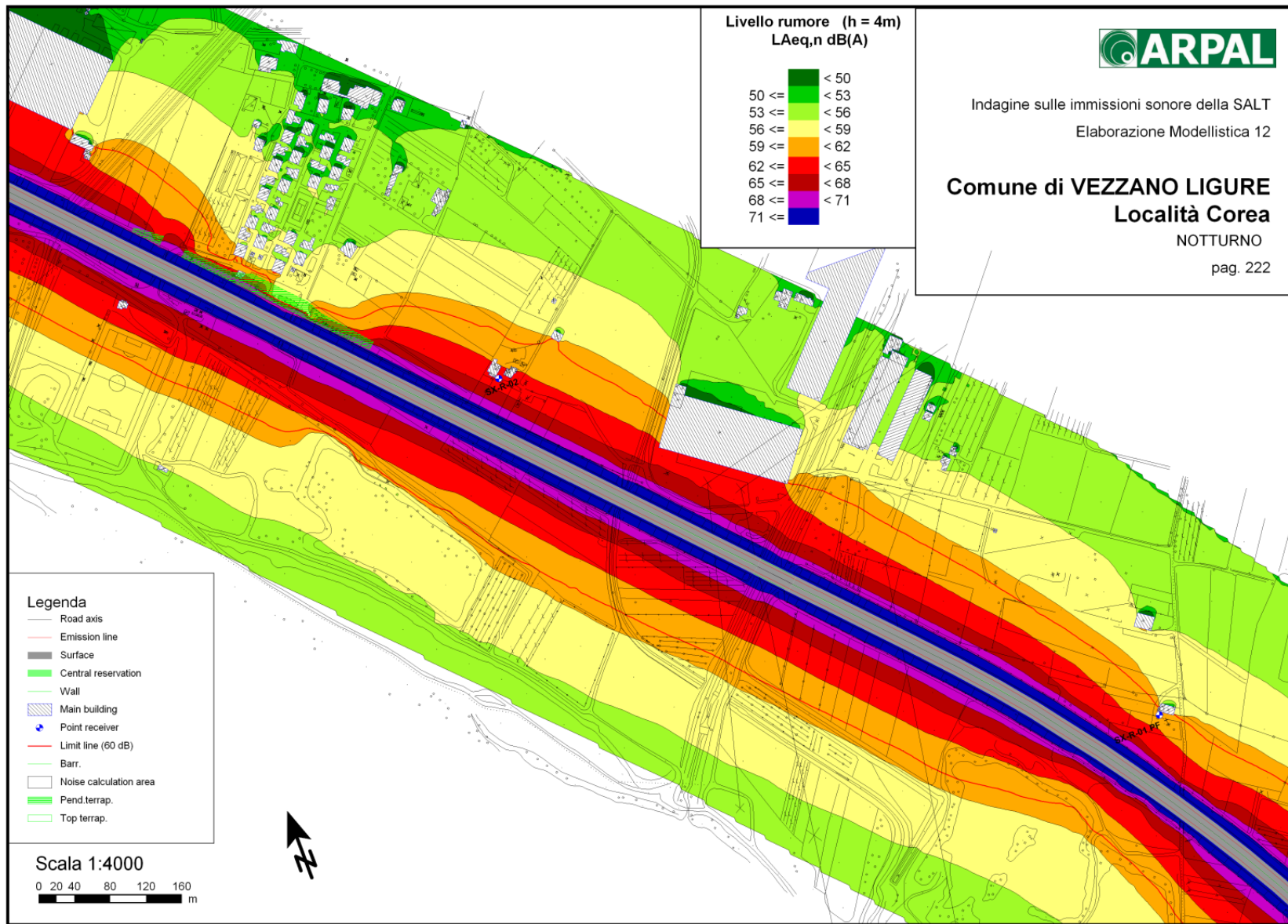
CASO STUDIO: RISANAMENTO ACUSTICO

Località Corea, Comune di Vezzano Ligure.









Livello rumore (h = 4m)
LAeq,n dB(A)

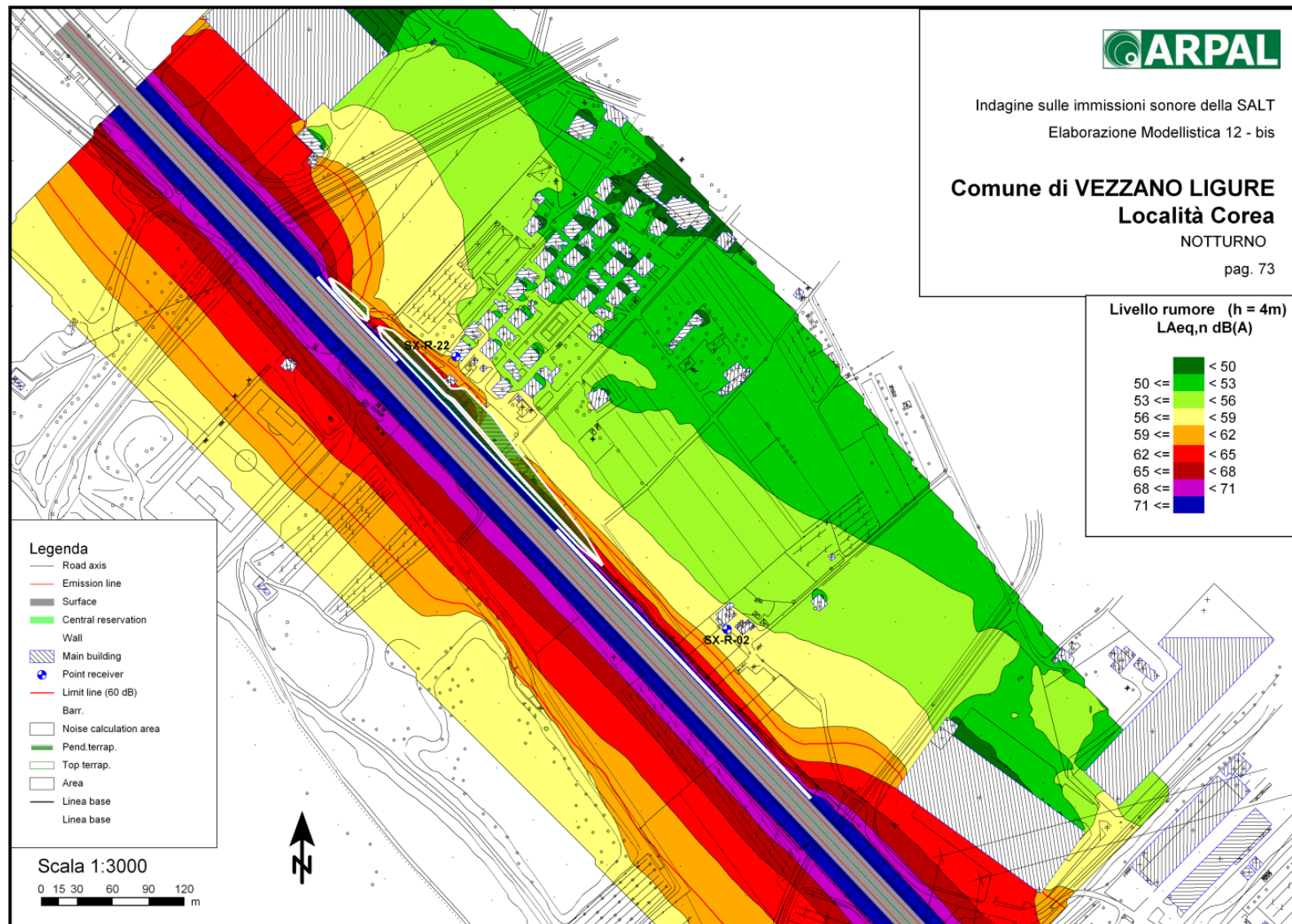
< 50
50 <=
53 <=
56 <=
59 <=
62 <=
65 <=
68 <=
71 <=

Legenda

- Road axis
- Emission line
- Surface
- Central reservation
- Wall
- ▨ Main building
- Point receiver
- Limit line (60 dB)
- Barr.
- Noise calculation area
- Pend.terrap.
- Top terrap.
- Area
- Linea base
- Linea base

Scala 1:3000

0 15 30 60 90 120 m



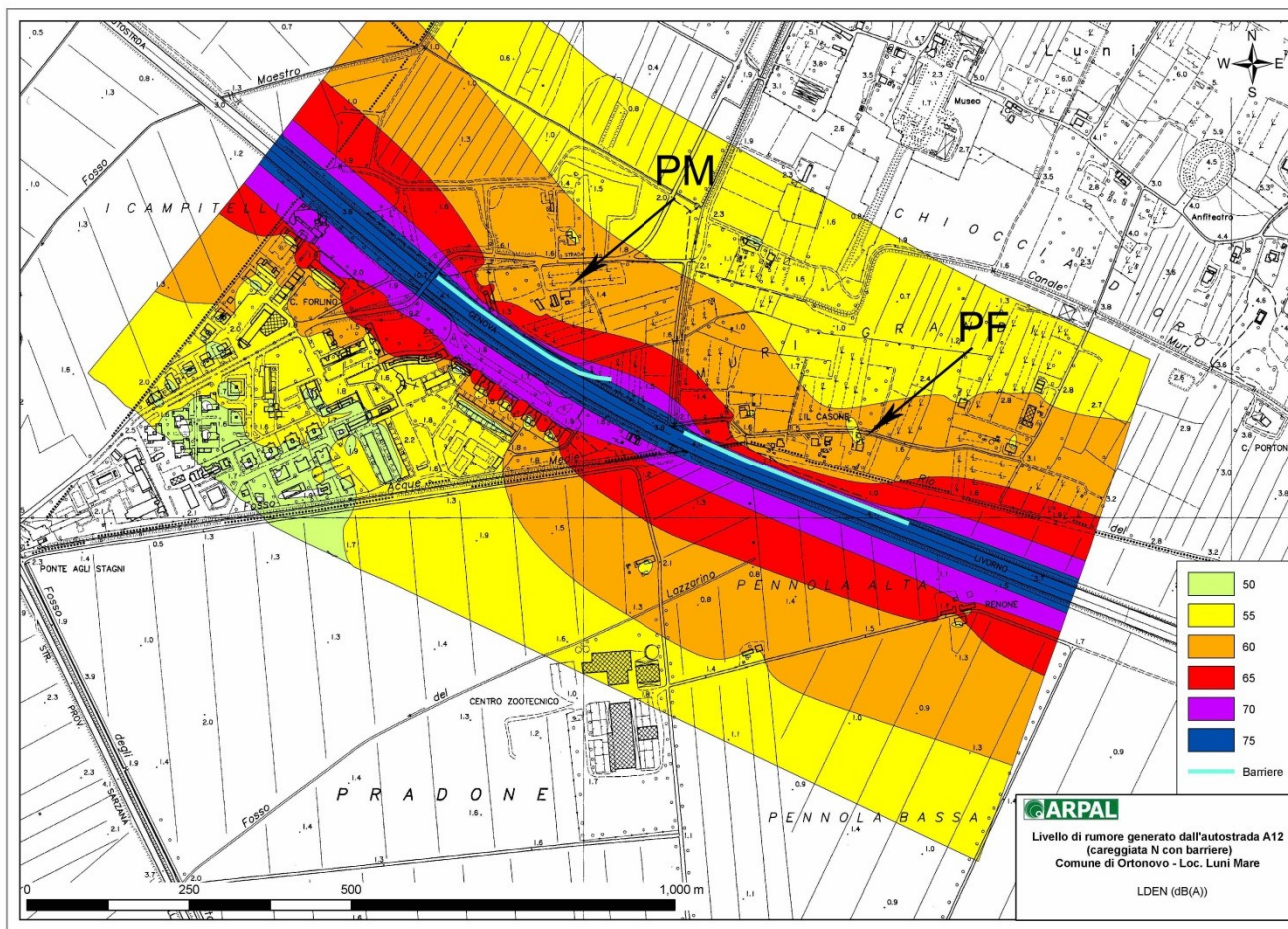
	LAeq,D Senza Estensione Barriera	LAeq,N Senza Estensione Barriera	LAeq,D Con Estensione Barriera	LAeq,N Con Estensione Barriera
SX-R-22	55,5	50,0	55,5	50,0
SX-R-02	69,5	Simulato fascia 62-65	53,5	Simulato fascia 56-59

In ottemperanza al D.Lgs. 194 / 2005, si è proceduto alla modellazione del sito utilizzando i descrittori acustici richiesti dalla normativa europea (L_{den} e L_{night}).

Presso i comuni sono stati chiesti i dati demografici utili a definire l'entità della popolazione coinvolta in questa indagine.

Esaminato anche il numero della popolazione esposta residente, si verifica che il valore della popolazione esposta diminuisce come indicato

CASO STUDIO: Mappatura acustica (Lden e Lnight). Località LuniMare, Comune di Ortonovo



CASO STUDIO: Mappatura acustica (Lden e Lnight).

Località LuniMare, Comune di Ortonovo

