

**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA  
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO -VALFABBRICA  
SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO  
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

**PERIZIA DI VARIANTE**

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>CONTRAENTE GENERALE:</b></p>  | <p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p> <p>Ing. Federico Montanari</p> | <p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p> <p>Ing. Salvatore Lieto</p> |
|--|---|--|

**PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese**

Mandataria:  Mandanti:

   **SGAI s.r.l. di E.Forlani & C.**  
Studio di Ingegneria e Geologia Applicata  
Via Marconi, 20 - 47833 Montiano di Romagna (RN) - ITALY  
P.IVA 01884425003 - telefono +39 054 988277 - e-mail: sgai@sgai.com  
pec: sgai@sgai.pec.com  
Sist. Gest. Qual. ISO 9001:08 RINA 43870005

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I.<br/><b>Prof. Ing. Antonio Grimaldi</b><br/>GEOLOGO<br/><b>Dott. Geol. Fabrizio Pontoni</b><br/>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE<br/><b>Ing. Michele Curiale</b></p> |  |  |  |
|---|---|--|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Iginio Farotti</p> | <p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE</p> <p>Ing. Vincenzo Pardo</p> | <p>IL DIRETTORE DEI LAVORI</p> <p>Ing. Peppino Marascio</p> |
|--|---|---|

|  |  |
|--|--|
| <p><b>2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b><br/><b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord - Matelica sud/Castelraimondo nord</b></p> <p>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE<br/>Studio acustico efficacia barriera antirumore<br/>nel tratto km 0+375 - 0+525</p> | <p><b>SCALA:</b></p> <p align="center">----</p> <p><b>DATA:</b></p> <p align="center"><i>Febbraio 2021</i></p> |
|--|--|

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021** (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice elaborato:

|           |        |         |     |             |          |          |      |
|-----------|--------|---------|-----|-------------|----------|----------|------|
| Opera     | Tratto | Settore | CEE | WBS         | Id. doc. | N. prog. | Rev. |
| L 0 7 0 3 | 2 1 2  | E       | 1 8 | M A 0 0 0 0 | R E L    | 0 6      | A    |

| REV. | DATA          | DESCRIZIONE | Redatto |         | Controllato | Approvato   |
|------|---------------|-------------|---------|---------|-------------|-------------|
| A    | Febbraio 2021 | Emissione   | DIRPA 2 | DIRPA 2 | S. Lieto    | A. Grimaldi |
|      |               |             |         |         |             |             |
|      |               |             |         |         |             |             |



**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>1 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

**INDICE**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE.....</b>                                | <b>2</b>  |
| <b>2. APPROCCIO METODOLOGICO .....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LIMITI APPLICABILI .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>4. DESCRIZIONE SORGENTI SONORE .....</b>                | <b>6</b>  |
| <b>5. DEFINIZIONE RECETTORI.....</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>6. MODELLO DI CALCOLO PREVISIONALE .....</b>            | <b>10</b> |
| <b>7. VALUTAZIONE INCERTEZZA.....</b>                      | <b>20</b> |
| <b>8. CONCLUSIONI.....</b>                                 | <b>22</b> |



**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>2 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce lo studio acustico e valutazione dell'efficacia della barriera antirumore posta tra il km 0+375 e km 0+525 del progetto del Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord della Pedemontana delle Marche del Maxi Lotto 2 dell'”Asse viario Marche-Umbria e quadrilatero di penetrazione interna” resosi necessario a causa della modifica introdotta nella presente perizia di variante, della livelletta stradale, modifica che ha introdotto significative variazioni rispetto alle ipotesi di PEA.

Lo studio è limitato alla sola area di interesse e si concentra sulla valutazione dell'efficacia del trattamento mediante barriera antirumore, a protezione degli edifici residenziali indicati in planimetria come REC01 e REC02 posti sul lato destro del tracciato stradale in progetto.

|   |   |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|---|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio<br/>funzionale tratto Matelica Nord – Matelica<br/>Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525 |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703  | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

## 2. APPROCCIO METODOLOGICO

L'approccio metodologico utilizzato per la presente valutazione è quello classico della tipologia di valutazione previsionale e suddivisibile in alcune fasi principali:

- Definizione area di studio
- Individuazione recettori
- Individuazione limiti applicabili
- Definizione standard di calcolo previsionale
- Valutazione previsionale livelli di pressione sonora post operam
- Valutazione previsionale livelli di pressione sonora post operam comprensivo della barriera oggetto di esame
- Valutazione efficacia interventi di mitigazione

La descrizione delle singole fasi dell'attività è riportata in dettaglio nei paragrafi a seguire.

La valutazione previsionale, eseguita implementando uno specifico modello matematico con apposito software, è stata condotta in entrambi i periodi di riferimento temporali, con riferimento alla normativa vigente.

Si rammenta che il presente studio ha come finalità la valutazione del beneficio apportato dalla barriera introdotta.

## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:**  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>4 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LIMITI APPLICABILI

Il quadro normativo e legislativo nell'ambito dell'acustica ambientale risulta ormai alquanto articolato a seguito dell'emanazione della Legge Quadro n. 47 del 26 ottobre 1995 e dei successivi decreti attuativi.

Nel caso specifico si ricade nell'ambito del DPR 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447" che tratta specificatamente la problematica delle emissioni sonore prodotte da infrastrutture stradali.

Il DPR 142/2004 definisce delle aree al contorno dell'infrastruttura definite fasce di pertinenza all'interno delle quali il decreto stesso definisce i limiti applicabili. L'ampiezza di tali fasce è funzione della tipologia di strada ai sensi del Codice della Strada.

L'infrastruttura oggetto di valutazione è classificata come strada di categoria C1 di nuova realizzazione e per tale categoria il DPR n. 142/2004 prevede quanto segue:

**Tabella 1 - Allegato 1 DPR 142/2004**

| <b>TIPO DI STRADA</b><br>(secondo codice della strada) | <b>SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI</b><br>(secondo D.M. 5.11.01 - Norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade) | Ampiezza fasce di pertinenza acustica (m) | Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo |                | Altri Riceitori |                |
|--|--|---|---|----------------|-----------------|----------------|
|  |  |   | Diurno dB(A)                                | Notturno dB(A) | Diurno dB(A)    | Notturno dB(A) |
| <b>A - autostrada</b>                                  |  | 250                                       | 50  | 40             | 65              | 55             |
| <b>B - extraurbana principale</b>                      |  | 250                                       | 50  | 40             | 65              | 55             |
| <b>C - extraurbana secondaria</b>                      | <b>C 1</b>   | 250                                       | 50  | 40             | 65              | 55             |
|  | <b>C 2</b>   | 150                                       | 50  | 40             | 65              | 55             |

Quindi nell'area di ampiezza 250m al contorno dell'infrastruttura si applicheranno i limiti sopra riportati. Oltre i 250m anche per la sorgente sonora stradale si applicano i limiti previsti dai piani di classificazione acustica e nel caso specifico in cui il Comune non ha ancora provveduto alla redazione del proprio piano ai limiti previsti dal DPCM 1 marzo 1991. Come riportato nella relazione paesaggistica del progetto esecutivo, per garantire il rispetto del DPCM del '97, anche in assenza del piano di classificazione

**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
 funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
 Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>5 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

acustica, lo studio considera una zonizzazione del territorio in base alle caratteristiche rilevabili e, in via precauzionale, inserisce il territorio interessato in zona B classificata come “area parzialmente o totalmente edificata”, per la quale il DPCM prevede valori limite di immissione pari a 60 dB(A) nel periodo diurno e 50 dB(A) nel periodo notturno.

Riassumendo si possono ritenere applicabili i seguenti limiti.

| Area                              | Limite di immissione [dB(A)] |                         |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------|
|                                   | Periodo diurno (6-22)        | Periodo notturno (22-6) |
| Entro 250m<br>dall’infrastruttura | 65                           | 55                      |
| Oltre 250 m                       | 60                           | 50                      |

|   |   |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|---|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525 |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703  | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

#### 4. DESCRIZIONE SORGENTI SONORE

Oggetto della valutazione è l'insieme di opere per la realizzazione della Pedemontana e conseguentemente le sorgenti sonore sono rappresentate dai flussi veicolari transitanti sul tratto in progetto.

Tutte le sorgenti sonora stradali sono implementate secondo lo standard internazionale illustrato nel paragrafo relativo alla modellizzazione.

Tale standard, come altri standard internazionali, rappresenta la sorgente sonora dei flussi veicolari come sorgenti lineari la cui caratterizzazione è determinata da una serie di parametri specifici legati alla:

- tipologia di flusso veicolare
- tipologia di pavimentazione stradale
- geometria della sede stradale

In questo paragrafo verranno riportate tutte le informazioni descrittive del flusso veicolare.

Nel paragrafo relativo alle descrizione del modello matematico verrà esplicitato come tali parametri verranno utilizzati al fine di determinare l'emissione sonora della sorgente stradale.

Per tale aspetto le informazioni necessarie alla definizione dell'emissione della sorgente sonora sono le seguenti:

- Flusso di veicoli leggeri espressi in veicoli/ora
- Flusso di veicoli pesanti espressi in veicoli/ora
- Velocità media veicoli leggeri espressa in km/h
- Velocità media veicoli pesanti espressa in km/h
- Tipologia del moto del flusso veicolare

La distinzione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti è fissata solitamente con il limite di peso di 35 quintali, mentre non vengono considerati in modo specifico i motoveicoli.

I dati utilizzati per il traffico sono quelli già utilizzati nello studio di valutazione di impatto condotto in seno al progetto esecutivo.

A seguire si riporta la tabella dei flussi veicolari su base giornaliera.

**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
 funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
 Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>7 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

| Direttrice         | Anno 2008             |                    | Anno 2018             |                    | Anno 2028             |                    |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                    | Veicoli<br>passeggeri | Veicoli<br>pesanti | Veicoli<br>passeggeri | Veicoli<br>pesanti | Veicoli<br>passeggeri | Veicoli<br>pesanti |
| SS 256 attuale     | 3.165                 | 505                | 3.788                 | 647                | 4.326                 | 772                |
| Pedemontana        | 4.489                 | 896                | 5.505                 | 1.147              | 6.417                 | 1.385              |
| SS 256+Pedemontana | 747                   | 89                 | 894                   | 114                | 1.016                 | 136                |

I dati sono stati elaborati come segue:

- Il dato utilizzato a fini cautelativi è quello della previsione dei flussi sulla Pedemontana nell'anno 2028 (dato in rosso nella tabella)
- Il flusso dei veicoli in periodo diurno è pari al 70% dei veicoli giornalieri

Nel modello matematico sono state utilizzate le seguenti informazioni relativamente alla velocità dei veicoli suddivise per tipologia di veicolo.

*Velocità media veicoli [km/h]*

| <i>Velocità VL<br/>diurna</i> | <i>Velocità VL<br/>notturna</i> | <i>Velocità VP<br/>diurna</i> | <i>Velocità VP<br/>notturna</i> |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 100                           | 100                             | 80                            | 80                              |

Il moto dei flussi veicolari è impostato “costante” sul tratto in esame.

## 5. DEFINIZIONE RECETTORI

L'individuazione dei recettori è stata effettuata mediante censimento nel dominio di studio della valutazione, come definito al paragrafo 2.

Sono stati censiti recettori costituiti dagli edifici di tipo residenziale oggetto di studio. A seguire si riporta un estratto cartografico con la posizione dei recettori che saranno oggetto di valutazione.



|   |  |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br><b>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525</b> |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

Nella tabella a seguire si riportano la posizione dei singoli recettori (interna o esterna fascia di pertinenza stradale ex DPR 142) ed il relativo limite applicabile.

| Recettore | Posizione      | Limite diurno dB(A) | Limite notturno dB(A) |
|-----------|----------------|---------------------|-----------------------|
| REC01     | Interno fascia | 65                  | 55                    |
| REC02     | Interno fascia | 65                  | 55                    |

**Non ci sono recettori sensibili all'interno della fascia di 500m.**

|   |   |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|---|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525 |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703  | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

## 6. MODELLO DI CALCOLO PREVISIONALE

Lo studio previsionale è sviluppato attraverso l'ausilio di un modello matematico che ha permesso di ricreare l'area oggetto di esame e simulare differenti scenari come richiesto dalla normativa di riferimento.

Il modello matematico utilizzato è il software previsionale per l'acustica ambientale "IMMI" che implementa al suo interno tutti i principali standard normativi di modellizzazione acustica.

Le informazioni principali utilizzate in input al modello matematico sono state:

- Quote altimetriche del terreno
- Quote edifici
- Tracciati stradali
- Informazioni sui flussi veicolari (quantità, velocità tipi di mezzi, ...)

Uno dei più importanti aspetti è rappresentato dalla modellizzazione del terreno, realizzata utilizzando un file vettoriale contenente le indicazioni delle quote altimetriche assolute del terreno e degli edifici, importato direttamente nel modello matematico.

Parimenti sono stati importati i file dei tracciati di progetto con relative quote altimetriche in maniera da simulare correttamente i vari tratti stradali.

Il passaggio successivo è consistito nella definizione del metodo di calcolo, ossia della scelta dello standard normativo o linea guida che definisce operativamente come il modello tratterà i dati in input per trasformarli mediante adeguati passaggi matematici nei risultati finali.

Esistono infatti in ambito europeo differenti standard per il calcolo del rumore da traffico stradale ed in particolare i più utilizzati risultano essere:

- XPS 31-133 "*Bruit des infrastructures de transports terrestres - Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques*". La norma francese permette la modellizzazione a partire dalle caratteristiche dei flussi veicolari basandosi su un abaco definito sul parco veicolare transalpino
- RLS 90 "*Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, August 1990*". Metodo di calcolo Tedesco che gestisce il rumore stradale e ferroviario in relazione alle caratteristiche dei flussi veicolari con riferimento al livello di pressione sonora a 25m dall'infrastruttura
- CRTN "*Calculation of Road Traffic Noise*". Il modello CRTN sviluppato in Gran Bretagna nel 1975 e rivisto nel 1988 dal "Transport and Road Research Laboratory and the Department of Transport" consente di calcolare il livello sonoro, espresso come L10 orario.

## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:**  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>11 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

- SRM II “*Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96*”: il metodo olandese più noto per la gestione del rumore ferroviario, implementa anch’esso il rumore stradale. Il metodo ha la caratteristica di considerare moto e motocicli.
- DIN18005 norma tedesca specifica per la pianificazione urbana integrante anche rumore stradale e ferroviario.

In ambito europeo la Direttiva “2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” nell’Allegato 2 al punto 2.2, indica i metodi di calcolo raccomandati in funzione della tipologia della sorgente.

Per quel che concerne il rumore da traffico veicolare il metodo di calcolo ufficiale è lo standard francese «NMPB-Routes-08 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell’*“Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6”* e nella norma francese «XPS 31-133». Per i dati di ingresso concernenti l’emissione, questi documenti fanno capo al documento “*Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980*”.

Il metodo lavora in frequenza per bande di ottave nell’intervallo 125 Hz – 4kHz, anche se ciò risulta trasparente all’utente poiché il risultato finale è espresso in livelli globali ponderati “A”.

La modellizzazione della sorgente sonora stradale che ha chiaramente caratteristiche lineari si basa sulla sua scomposizione in sorgenti elementari.

E’ necessario innanzitutto definire dei tronchi o archi stradali acusticamente omogenei sui quali l’emissione sonora non varia e la sezione trasversale è tale da permettere lo stesso modello di scomposizione delle sorgenti. L’infrastruttura viene così suddivisa in tratti acusticamente omogenei.

La definizione del livello di potenza sonora  $L_{Awi}$  espresso in dB(A) di una sorgente puntiforme è espresso dallo standard francese mediante la seguente formula:

$$L_{Awi} = [(E_{VL} + 10 \text{ Log } Q_{VL}) + (E_{PL} + 10 \text{ Log } Q_{PL})] + 20 + 10 \text{ Log } (I_i) + R(j)$$

dove:

$E_{VL}$  e  $E_{PL}$  sono i livelli di emissione sonora, così come definiti dall’abaco del CETUR, rispettivamente per i veicoli leggeri e quelli pesanti

$Q_{VL}$  e  $Q_{PL}$  sono i flussi veicolari orari dei veicoli leggeri e pesanti nel periodo di riferimento considerato

$I_i$  è la lunghezza in metri del tratto di linea sorgente rappresentato dal punto sorgente  $i$

$R(j)$  è il valore dello spettro di rumore stradale normalizzato ponderato A, calcolato a partire dalla norma EN 1793-3 “*Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della*

|   |  |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br><b>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525</b> |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

*prestazione acustica - Spettro normalizzato del rumore da traffico"*

Lo standard XPS 31-133, come quasi tutti i metodi utilizzati in ambito europeo a partire dalla norma ISO 9613-2, sono dei metodi geometrici, ossia metodi che definiscono traiettorie tra sorgente e ricevitore che costituiscono i percorsi di propagazione sonora. L'attenuazione lungo il percorso di propagazione consta di diversi contributi tra i quali:

- Divergenza geometrica: attenuazione dovuta alla distanza. Per una sorgente sonora puntuale l'attenuazione è data da

$$A_{div} = 20 \text{ Log } (d) + 11$$

dove d è la distanza tra sorgente e ricevitore espressa in metri

- Assorbimento atmosferico:

$$A_{atm} = \alpha * d/1000$$

dove d è la distanza tra sorgente e ricevitore espressa in metri e  $\alpha$  è il coefficiente di attenuazione atmosferica in dB/km alla frequenza centrale per ogni banda di ottava considerata

- Effetto terreno: attenuazione causata dalla presenza del suolo che è il risultato dell'interferenza tra l'onda riflessa dalla superficie del terreno e l'onda che si propaga direttamente. La sua quantificazione è data dalla tipologia di terreno e dalle sue caratteristiche fonoassorbenti in relazione alla porosità del terreno. Nel calcolo tutto ciò si riassume nella definizione del parametro G di tipo adimensionale che può assumere valori compresi tra 0 e 1. Al valore 0 corrisponde un suolo assorbente, quale può essere un terreno erboso o un prato), mentre al valore 1 corrisponde un terreno riflettente quale un rivestimento stradale o una pavimentazione in cemento a titolo di esempio.
- Ostacoli: l'attenuazione può essere dovuta o alla diffrazione prodotta sulla sommità di un ostacolo o dalla riflessione su ostacoli verticali

Il modello matematico utilizzato, IMMI, permette l'introduzione dei parametri richiesti del modello ed analizzati in precedenza.

In particolare non si sono usate correzioni per il manto stradale, mentre dato il contesto territoriale al fattore G è stato assegnato il valore 0, ad eccezione della sede stradale per la quale si adotta il valore G=1.

A seguire si è proceduto alla simulazione degli scenari previsti:

- Situazione di progetto "post operam"
- Situazione di progetto "post operam" con l'introduzione della barriera antirumore

In considerazione della specifica finalità del presente studio orientato a valutare l'efficacia della barriera anti rumore presso i recettori, si è scelto di procedere al calcolo

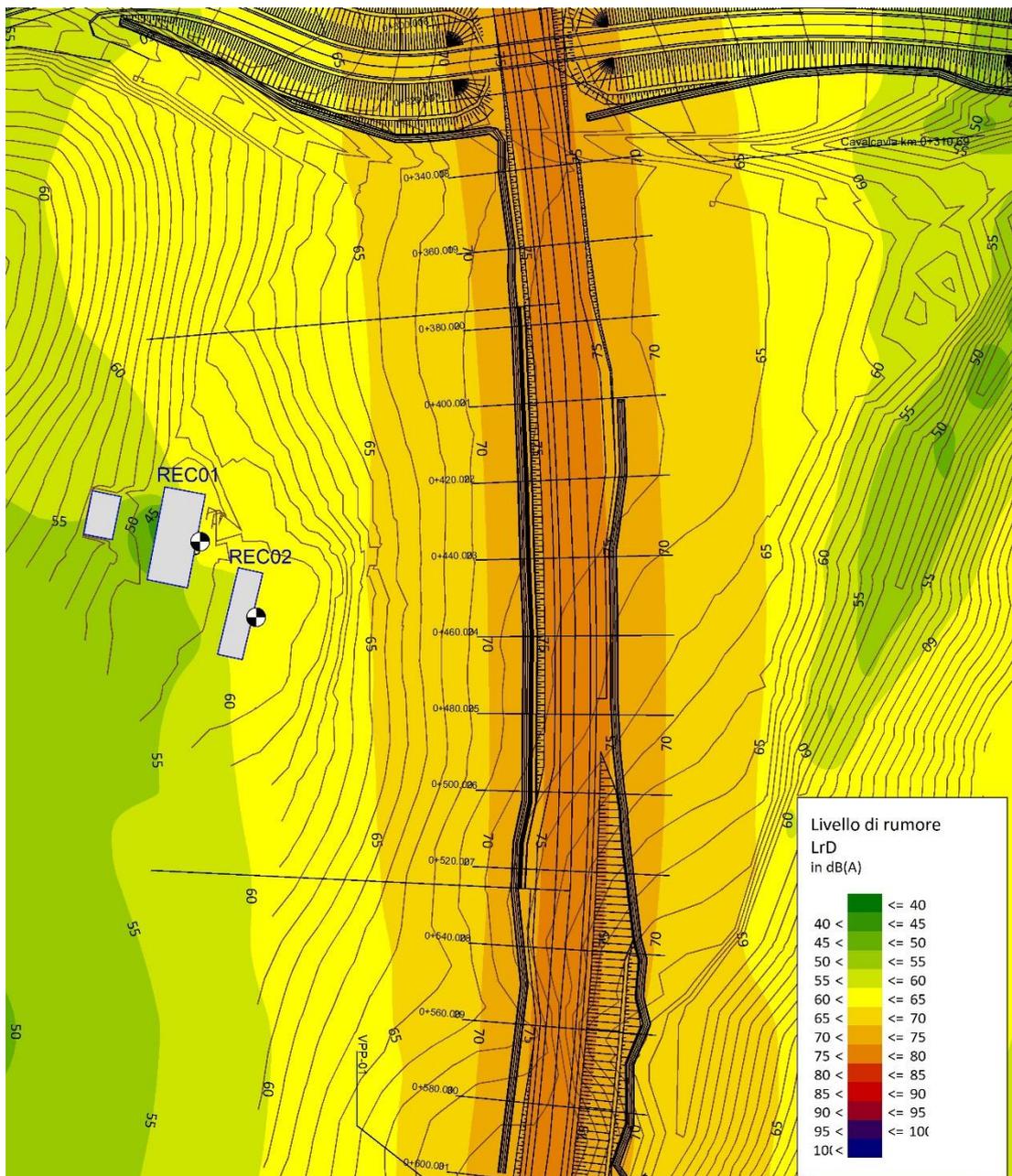
## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:**  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>13 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

della mappa acustica a 4m di altezza e al calcolo puntuale in facciata di tutti gli edifici recettori nelle 2 situazioni di progetto sopra elencate.

A seguire si riportano le mappe acustiche calcolate nelle situazioni di progetto post operam.

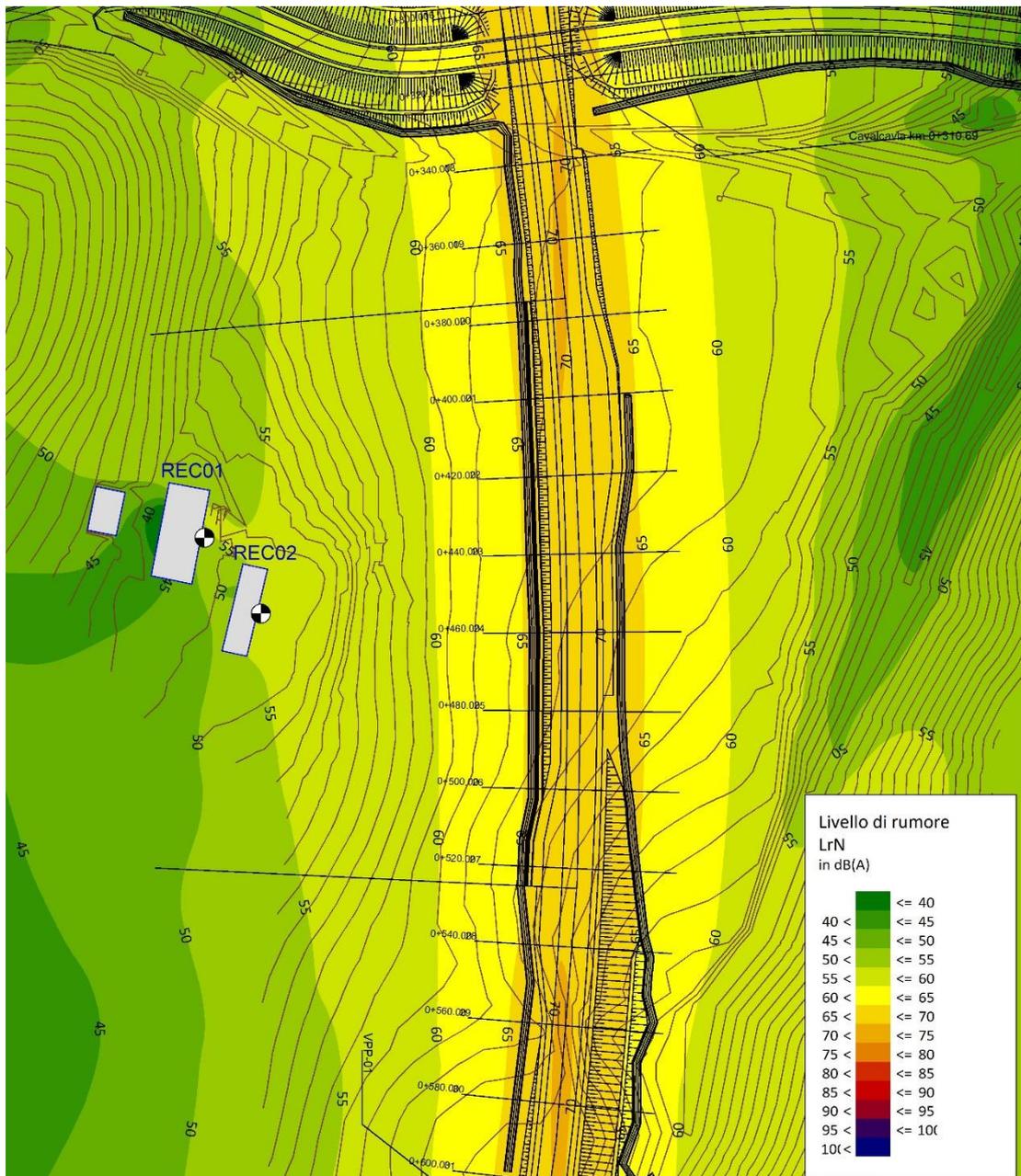


*Mappa acustica post operam h=3m - Periodo Diurno*

## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>14 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|



*Mappa acustica post operam h=3m - Periodo Notturmo*

Il calcolo puntuale è eseguito ad 1m dalla facciata degli edifici residenziali su tutti i lati dell'edificio, a tutti i livelli.

Una volta eseguito il calcolo su tutti i punti, per ogni edificio viene valutato il livello massimo e su tale valore vengono effettuate tutte le valutazioni.

L'esecuzione del calcolo a seguito della realizzazione del tracciato stradale ha portato ai

## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>15 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

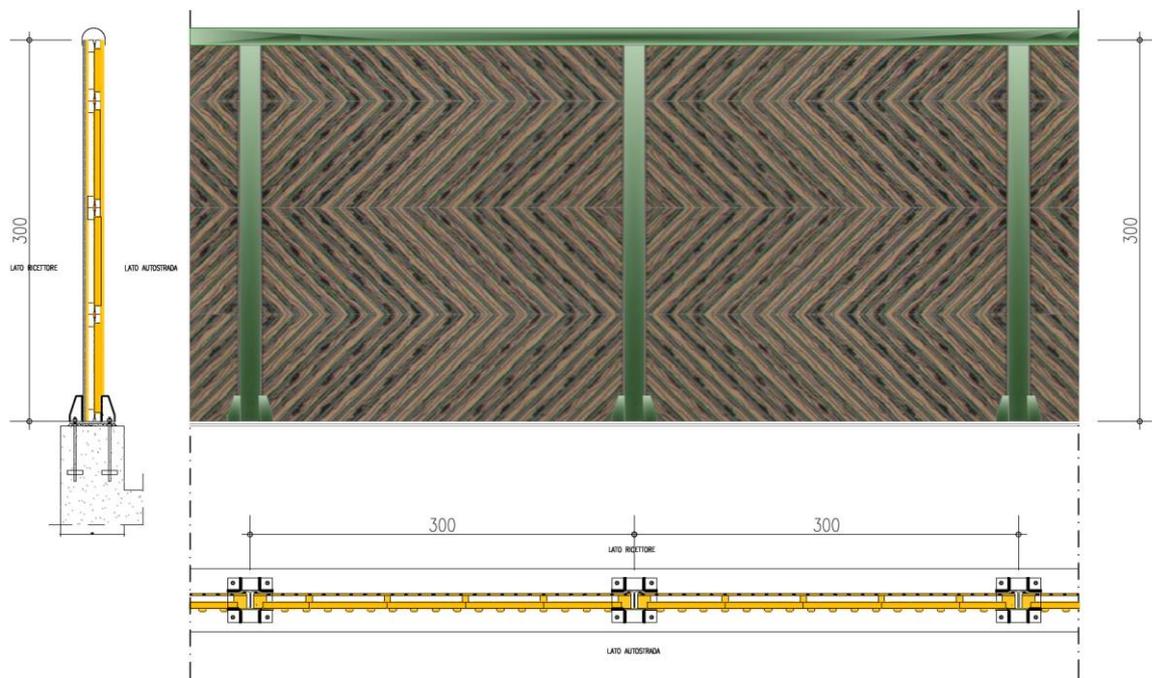
risultati riportati in tabella a seguire. Sono evidenziati in rosso i livelli superiori ai limiti ed in viola quelli inferiori ai limiti ma prossimi allo stesso (entro 3 dB) e quindi oggetto di attenzione:

| Recettore |              | Livello diurno dB(A) | Limite diurno dB(A) | Livello notturno dB(A) | Limite notturno dB(A) |
|-----------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| REC01     | Ground floor | 57,4                 | 65                  | 50,4                   | 55                    |
| REC01     | First floor  | 61,7                 | 65                  | 54,7                   | 55                    |
| REC02     | Ground floor | 58,3                 | 65                  | 51,3                   | 55                    |
| REC02     | First floor  | 64,4                 | 65                  | 57,3                   | 55                    |

L'intervento previsto consiste nell'installazione di una barriera anti rumore tra il km 0+375 e il km 0+525 la cui caratteristiche basilari sono le seguenti:

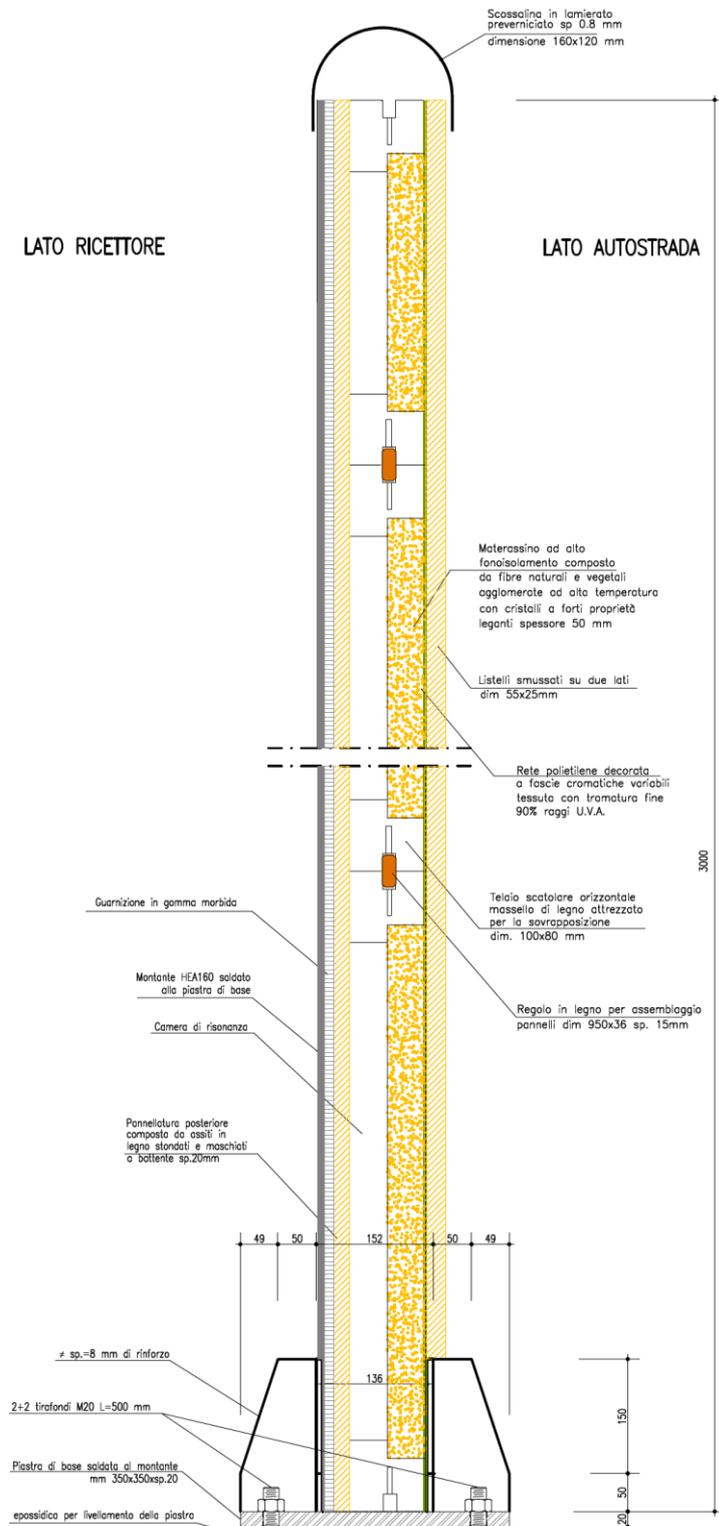
- Altezza: 3m
- Potere fono isolante  $R_w > 25$  dB
- Coefficiente di assorbimento lato interno:  $\alpha_m > 0,4$

Per i dettagli si rimanda all'elaborato " Tipologia costruttiva delle barriere di mitigazione acustica – L0703212E17CS0000TVI02A" e di seguito si riportano alcuni dettagli.



**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
Sud/Castelraimondo Nord**  
**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>16 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

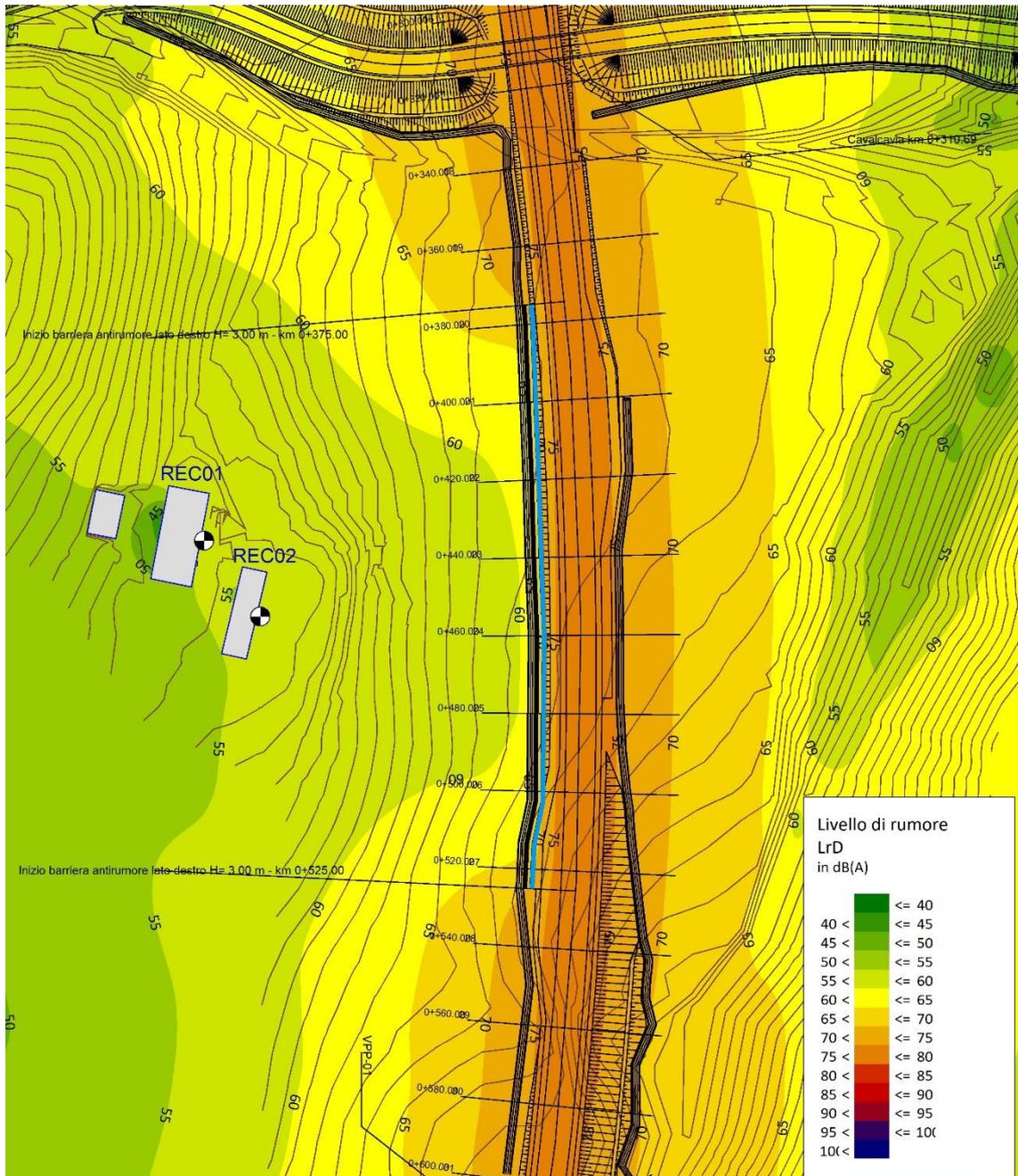


## 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
 Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>17 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

Tale barriera è stata implementata nel modello matematico e quindi il modello ha fornito i seguenti risultati espressi come mappa acustica calcolata a 4m dal terreno.

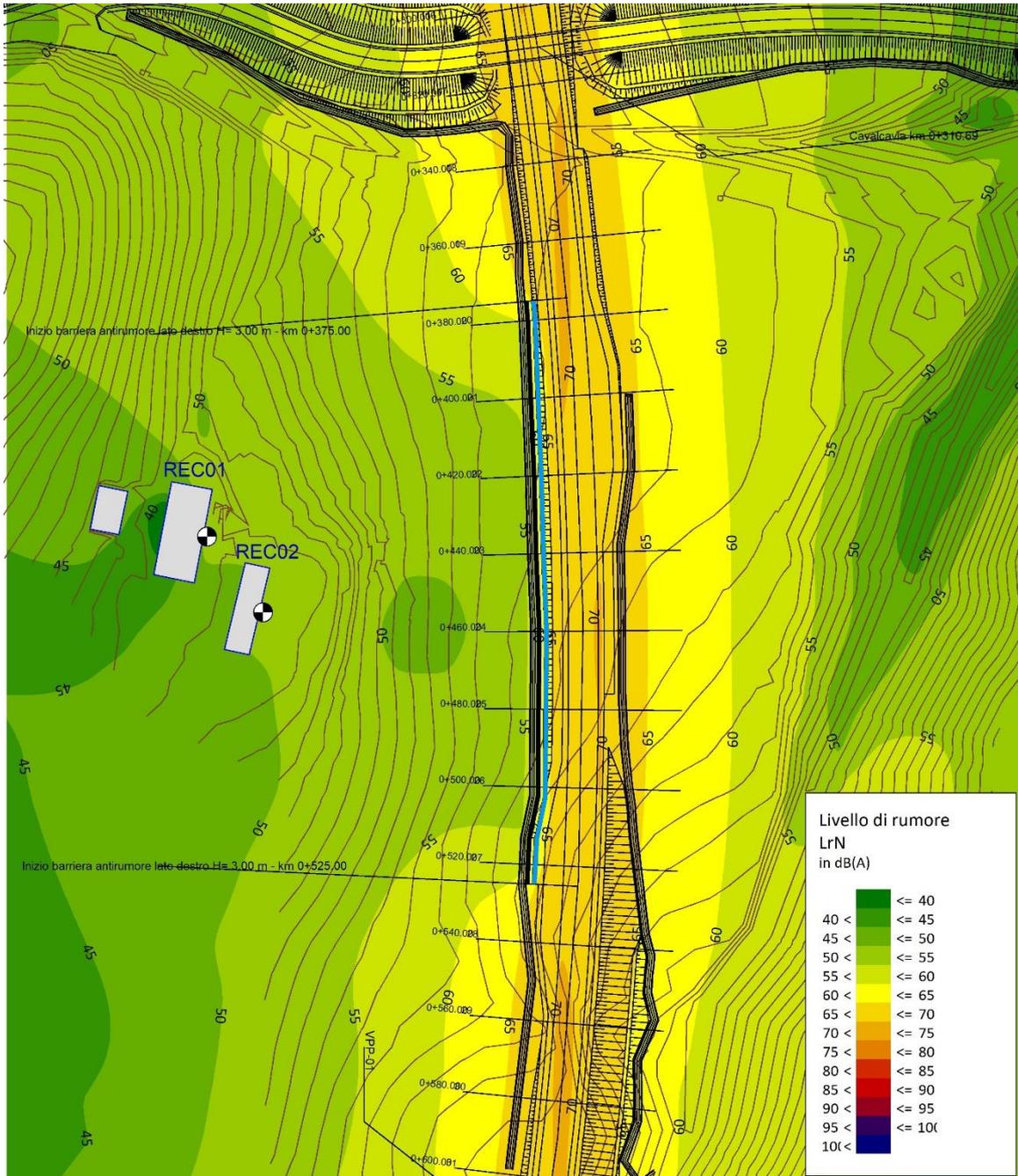


*Mappa acustica post mitigazione h=3m - Periodo Diurno*

**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>18 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|



**Mappa acustica post mitigazione h=3m - Periodo Notturno**

I valori tabellari di facciata di seguito riportati evidenziano il beneficio apportato dalla schermatura ed il conseguimento della conformità normativa.



**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>19 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

| Recettore |              | Livello<br>diurno<br>dB(A) | Limite<br>diurno<br>dB(A) | Livello<br>notturno<br>dB(A) | Limite<br>notturno<br>dB(A) |
|-----------|--------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| REC01     | Ground floor | 55,1                       | 65                        | 48,1                         | 55                          |
| REC01     | First floor  | 58,2                       | 65                        | 51,2                         | 55                          |
| REC02     | Ground floor | 55,3                       | 65                        | 48,2                         | 55                          |
| REC02     | First floor  | 59,1                       | 65                        | 52                           | 55                          |

Le tipologie di barriere adottate sono quelle già previste nel documento Integrazioni al SIA e nel progetto definitivo, ovvero pannelli in legno trattato con intercluso strato fonoassorbente in lana di roccia.

|   |   |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|---|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio<br/>funzionale tratto Matelica Nord – Matelica<br/>Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525 |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703  | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

## 7. VALUTAZIONE INCERTEZZA

La valutazione dell'incertezza del risultato di uno studio di impatto acustico basato su modellizzazione matematica rappresenta una questione alquanto articolata e di non semplicissima rappresentazione.

Il flusso di informazioni e la successiva elaborazione presentano infatti molti “percorsi di propagazione” dell'errore che portano ad una valutazione complessiva dell'incertezza.

Costruendo un ipotetico diagramma di flusso complessivo delle componenti che partecipano al conseguimento del risultato si possono identificare :

- Incertezza dati grezzi in input
- Incertezza trattamento dati in input
- Incertezza del metodo applicato

### Incetezza dati grezzi in input

Il modello viene costruito a partire da dati rilevati i flussi veicolari, la velocità dei veicoli, i dati meteo, i disegni di progetto ed altro ognuno dei quali contiene un'intrinseca incertezza. L'incertezza di ogni rilievo deve essere valutata specificatamente in funzione della strumentazione utilizzata e della metodologia applicata.

Studi specifici sull'incertezza del modello di simulazione di rumore stradale con lo standard XPS 31-133 forniscono una graduatoria in ordine di importanza dei fattori che influiscono sull'incertezza complessiva. I fattori in ordine di importanza sono la velocità dei veicoli, il flusso veicolare, il gradiente della sede stradale, la tipologia di superficie ed infine la percentuale di veicoli pesanti. Per quanto concerne gli aspetti geometrici risulta rilevante l'influenza dell'altimetria del terreno.

Errori nell'altezza delle schermature ha effetti significati solo in prossimità della sorgente.

### Incetezza trattamento dati in input

Una seconda causa di incertezza si origina dal trattamento dei dati reperiti in precedenza. Alcuni dati necessitano infatti di essere elaborati, altri semplificati o semplicemente mediati per rendere il dato più gestibile.

Il tutto origina un ulteriore grado di incertezza insito nella fase di elaborazione.

### Incetezza del metodo applicato

L'incertezza del metodo applicato, nel caso specifico XPS 31-133, deriva dagli sviluppatori degli standard di calcolo, basandosi su studi comparativi in ambito europeo. A questo si aggiunge l'incertezza del modello inteso come strumento software. Il



**2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio  
funzionale tratto Matelica Nord – Matelica  
Sud/Castelraimondo Nord**

**INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:  
Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525**

|                |               |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>21 di 22 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

software infatti inevitabilmente utilizzerà tecniche di semplificazione o finalizzate al miglioramento dell'efficienza basate su assunzioni che permettano la realizzazione di un modello utilizzabile.

Per contenere questa componente risulta indubbiamente necessario utilizzare standard di calcolo specifici, software testati su progetti di ampio respiro e capaci di gestire progetti basati su consistenti dataset. Il software IMMI è stato sviluppato a tal fine e testato su progetti di grosse dimensioni (mappatura della città di Firenze, Bruxelles, Londra, Riga ed altre). Il software è inoltre dotato di file di validazione che permettono la verifica della correttezza dei calcoli su alcuni "test cases" per verificare l'integrità del nucleo di calcolo sullo specifico computer su cui viene utilizzato.

Studi a livello europeo ed ora in fase di recepimento in gruppi di lavoro normativi in ambito UNI, hanno permesso di definire degli intervalli di incertezza variabili tra 0,5 dB a valori maggiori di 5 dB in funzione della possibilità di definire dei gruppi di riferimento per i dati in ingresso.

I gruppi di riferimento indicati per l'elaborazione di mappe acustiche strategiche forniscono incertezze dell'ordine di 1 dB; nel nostro caso si ritiene che i dati utilizzati fossero di "buona qualità" ed associabili ai gruppi B o C.

Conseguentemente con l'utilizzo dello standard francese XPS 31-133 si ritiene che i risultati forniti dal modello possano garantire un livello di incertezza compreso tra 1 e 3 dB.

|   |   |               |              |           |               |                 |                 |           |
|---|---|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|  | <b>2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b><br><b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE:</b><br>Studio acustico efficacia barriera antirumore nel tratto km 0+375 km 0+525 |               |              |           |               |                 |                 |           |
|   | Opera<br>L0703  | Tratto<br>212 | Settore<br>E | CEE<br>20 | WBS<br>MA0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>06 | REV.<br>A |

## 8. CONCLUSIONI

Dalle risultanze del presente studio si evidenzia che la barriera antirumore in progetto tra il km 0+375 ed il km 0+325 del lotto 2.1.2. – Pedemontana delle Marche – Secondo stralcio funzionale, permette il totale conseguimento dei limiti normativi nell'area di studio presso la totalità dei recettori ed in generale tutta l'area di studio beneficerà di una complessiva riduzione dei livelli emessi dall'infrastruttura stradale.