

INFRASTRUTTURE STRADALI A SAN PAOLO DEL BRASILE: LE NORMATIVE BRASILIANE SUL RUMORE IN RELAZIONE ALL'IMPOSTAZIONE METODOLOGICA SEGUITA PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE

Raffaele Pisani (1), Chiara Devecchi (1), Paolo Onali (1)

1) Studio di Ingegneria Acustica Pisani, Rivoli (TO)

1. Premessa

La realizzazione intorno alla città di San Paolo di un anello autostradale (Rodoanel), di lunghezza complessiva pari a 176 km, presenta numerosi problemi di inquinamento da rumore, in quanto sull'infrastruttura si raccoglie il traffico proveniente dalle arterie di penetrazione della città di San Paolo ed il collegamento di numerosi centri abitati (Embù, Osasco, Sao Bernardo do Campo, etc.).

Il progetto delle opere di mitigazione acustica segue una metodica diversa da quella italiana ed europea, in quanto la normativa che regola il rumore è meno evoluta della normativa europea. Nell'articolo si evidenziano le differenze con la normativa europea e le metodologie seguite per la progettazione delle barriere acustiche.

2. Il confronto tra la normativa che regola il rumore in Italia ed in Brasile

La normativa di riferimento vigente in Italia è il DPR 142 del 30 marzo 2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'Art.11 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447" che fissa i limiti massimi del rumore in relazione alle fasce di pertinenza. La normativa brasiliana, invece, non essendo specificatamente riferita alle infrastrutture di trasporto, non stabilisce fasce di pertinenza acustica, ma suddivide, semplicemente, il territorio in aree con differente destinazione d'uso per le quali sono stati stabiliti dei limiti massimi ammissibili. Per quanto riguarda il Rodoanel, è fissata una fascia di rispetto (faixa de dominio) approssimativamente di 50 m, entro la quale devono essere demolite le abitazioni esistenti. Tale fascia viene definita dai progettisti dell'infrastruttura in fase di progetto in base alla orografia del terreno attraversato. Per quanto riguarda il rumore, la normativa brasiliana NBR 10151 (ABNT 2000) stabilisce i livelli da garantire all'interno delle aree oggetto di attenzione di sorgenti generiche collocate in ambiente esterno.

La prima differenza che si evidenzia, rispetto alla normativa vigente in Italia per il traffico stradale, è che manca una specifica norma sul rumore di traffico, in quanto l'infrastruttura è trattata alla stregua di un'altra sorgente di rumore.

La normativa NBR 10151 stabilisce i limiti diurni e notturni massimi ammessi che devono essere rispettati all'interno delle aree con differenti destinazioni d'uso. Tali limiti sono indicati nella Tabella 1.

Tabella 1 – Limiti diurni e notturni

TIPOS DE AREAS	Diurno (7:00-22:00) dB(A)	Notturmo (22:00-7:00) dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Áreas mista, predominantemente residencial	55	50
Áreas mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Áreas mista, com vocação recreacional	65	55
Áreas predominantemente industrial	70	60

Si riscontra, dunque, una forte analogia tra la nostra zonizzazione acustica e la loro classificazione in relazione alle differenti destinazioni d'uso del territorio.

Per quanto riguarda gli altri aspetti si riscontrano:

- una differenza dei valori assoluti che in Brasile risultano maggiormente restrittivi;
- una differenza tra i valori ammessi per il giorno e per la notte, pari a 5 dB contro i 10 dB stabiliti dalla legislazione italiana. Il periodo notturno risulta quindi meno tutelato in Brasile rispetto a quanto avviene nel nostro paese;
- il periodo diurno e notturno differiscono fra le due nazioni, poiché in Brasile viene stabilito come giorno il periodo compreso fra le 7:00 e le 22:00, mentre la notte è compresa fra le 22:00 e le 7:00;
- i limiti riportati in tabella vengono sostituiti dal valore del rumore di fondo se esso è superiore ai valori stabiliti.

Il rumore di traffico stradale non è considerato attualmente dalle norme brasiliane, per cui tutte le rilevazioni del rumore, fatte dagli organi pubblici di controllo, hanno evidenziato un abbondante superamento dei limiti stabiliti per le altre sorgenti disturbanti. Se in Italia sono fissati per il traffico valori limite molto più elevati, in Brasile si è cercato di superare il vincolo dei livelli bassi riportati in tabella, interpretando l'effetto del rumore sull'uomo, come a suo tempo era stato stabilito dalla norma ISO 1996 nella versione del 1971. La precedente norma brasiliana del 1987 riportava la valutazione del disturbo del rumore sull'uomo come era specificata nella vecchia versione della ISO. La nuova normativa ISO ha eliminato questo tipo di valutazione e di conseguenza; la stessa norma brasiliana ha eliminato, nella sua ultima edizione, questo tipo di valutazione. Resta, comunque, scoperta la valutazione del disturbo da rumore del traffico stradale e, quindi, i massimi limiti ammessi per questo particolare tipo di sorgente.

I valori del rumore rilevati lungo le autostrade brasiliane e le stime degli abbattimenti di rumore conseguibili con interventi di acustica, anche considerevoli, non sono in grado di riportare il rumore nei limiti della generica normativa brasiliana. In accordo con le autorità governative brasiliane, in attesa dell'emanazione di una specifica normativa, si è deciso di stimare la reazione della comunità secondo i criteri della vecchia norma ISO 1996. Il disturbo, a seconda del livello di eccedenza rispetto ad un dato "rumore di fondo", può essere valutato in base alla reazione, da parte degli abitanti direttamente esposti, come indicato dalla precedente norma ISO. Ci si riferisce, dunque, ad un

criterio di base definito attraverso un livello di tollerabilità dipendente, in generale, dal rumore di fondo.

La quantificazione della risposta della comunità all'aumento di rumore, secondo la ISO 1996 (1971) "Acoustics – Description and measurement of environmental noise", è riportata nella Tabella 2.

Tabella 2 - Risposta della comunità all'aumento di rumore

Eccedenza del livello sonoro rispetto al valore di riferimento [dB]	Risposta della popolazione	
	Reazione	Descrizione
0	Nessuna	Nessuna reazione
5	Bassa	Reclami sporadici
10	Media	Reclami generali
15	Forte	Minacce di azione
20	Molto forte	Azioni energiche

L'eccedenza di livello sonoro ammesso è pari a 5 dB, cioè corrisponde ad una reazione della popolazione ritenuta lieve.

L'applicazione del criterio sopra detto, comporta il fatto che i limiti massimi accettabili in Brasile, che ad una prima analisi risultavano più restrittivi rispetto a quelli imposti dalla normativa vigente in Italia, vengono di fatto resi meno rigorosi attestandosi a livelli di soglia più elevati.

3. La metodologia seguita per la progettazione delle opere mitigazione del rumore

Il metodo seguito per la progettazione delle barriere acustiche sulle autostrade brasiliane risolve, in primo luogo, la determinazione del limite da non superare in quanto esso è legato al rumore di fondo preesistente. Per questo, il metodo è differenziato in due percorsi che tengono conto dei seguenti casi:

1. *Autostrada esistente*: la strada risulta già aperta al traffico al momento dello studio acustico. Non è, quindi, possibile rilevare il rumore di fondo prodotto dalle altre infrastrutture locali per determinare il livello del criterio di valutazione che può essere più elevato dei valori riportati nella Tabella 1 (se ciò accade il rumore di fondo sarà il nuovo limite di legge).
2. *Autostrada in progetto*: la strada non è ancora stata costruita, ma è in fase di costruzione al momento dello studio acustico. In questo caso, è possibile stabilire il limite voluto dalla norma, misurando il rumore di fondo e sostituendo il valore rilevato a quello della Tabella 1 se questo è superiore.

Nel primo caso, si rileva il rumore presente nell'area abitata, da confrontare con il limite di legge. Valutazioni del rumore effettuate durante la misura hanno consentito di supporre che il rumore preesistente possa essere condizionato da quello dell'infrastruttura locale, per cui si è reso necessario definire un metodo per stimare il rumore di fondo preesistente.

Nel secondo caso, è possibile misurare il rumore preesistente e, quindi, definire subito i limiti di legge, ma è necessario stimare con il calcolo il rumore futuro prodotto dal traffico sulla strada in progetto.

Se il rumore futuro prodotto dall'autostrada in progetto potrà essere stimato mediante un calcolo teorico che si basa sulla geometria del tracciato, sul traffico ipotizzato e

sulla distanza ed altezza degli edifici potenzialmente investiti dal rumore, il rumore attuale o “di fondo” è misurabile direttamente.

La stima del rumore di fondo con autostrada aperta al traffico richiede, invece, un apposito studio di previsione. Questo è stato realizzato attraverso un modello geometrico della viabilità locale e misurando la potenza sonora emessa dal traffico locale su tutto il territorio. Con il procedimento sopra indicato si determina il “limite di legge” che non deve essere superato a fronte dei ricettori sensibili individuati nell’area.

Il progetto delle barriere acustiche, dopo l’individuazione dei limiti da non superare presso i ricettori, può essere condotto con le metodologie note utilizzate anche negli studi di impatto e di progettazione delle mitigazione in Italia per le infrastrutture di trasporto.

La procedura che è stata stabilita per la progettazione degli interventi di riduzione del rumore in Brasile, si è sviluppata nei seguenti punti:

1. **Descrizione dell’area di studio** – fascia di territorio 1000 m per lato.
2. **Definizione di una carta di sensibilità** al rumore degli edifici presenti sul territorio.
3. **Determinazione dell’inquinamento da rumore attuale** per la determinazione dei limiti da non superare, a fronte di ciascun ricettore nell’area di studio.
4. **Redazione di una mappa di rumore**, una per il giorno ed una per la notte, preesistente alla realizzazione della strada.
5. **Redazione di una carta e di una mappa di rumore** futuro immesso sul territorio con l’infrastruttura aperta al traffico.
6. **Individuazione delle aree critiche** ove il rumore eccede i limiti di legge.
7. **Redazione dei progetti di riduzione del rumore**, si agisce sulla qualità dell’asfalto e con barriere acustiche. Non sono previsti interventi diretti sui ricettori che possono essere proposti, come emerso dalla presentazione dei progetti alle autorità di San Paolo.

4. Bibliografia

- [1] Legge 26 ottobre 1995, n.447, *Legge Quadro sull’inquinamento acustico*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 254, 30/10/1995
- [2] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 280, 01/12/1997
- [3] Decreto del Presidente della Repubblica, n.142, 30 marzo 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*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 127, 01/06/2004
- [4] NBR 10151: 2000, *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*
- [5] ISO R 1996: 1971, *Valutazione del rumore in rapporto alle reazioni della collettività*
- [6] ISO 9613-2:1996, *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*

PRESENTAZIONE

SIRACUSA MAGGIO 2010

INFRASTRUTTURE STRADALI A SAN PAOLO DEL BRASILE

LE NORMATIVE BRASILIANE SUL RUMORE
IN RELAZIONE ALL'IMPOSTAZIONE
METODOLOGICA SEGUITA PER LA
RIDUZIONE DEL RUMORE

Raffaele Pisani, Chiara Devecchi, Paolo Onali
Studio di Ingegneria Acustica Pisani, Rivoli (TO)

LA REALIZZAZIONE INTORNO ALLA CITTÀ DI SAN PAOLO DI UN ANELLO AUTOSTRADALE (RODOANEL), DI LUNGHEZZA COMPLESSIVA PARI A 176 KM, PRESENTA NUMEROSI PROBLEMI DI INQUINAMENTO DA RUMORE.



SULL'INFRASTRUTTURA SI RACCOGLIE IL TRAFFICO PROVENIENTE DALLE ARTERIE DI PENETRAZIONE DELLA CITTÀ DI PAOLO ED IL COLLEGAMENTO DI NUMEROSE CITTÀ COLLEGATE

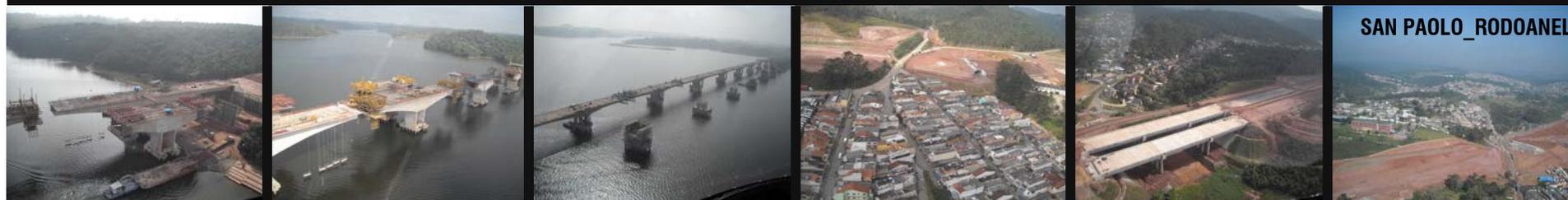


**IL PROGETTO DELLE OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA
SEGUE UNA METODICA DIVERSA DA QUELLA SEGUITA IN
EUROPEA**

**LA NORMATIVA CHE REGOLAMENTA IL RUMORE È MENO
EVOLUTA DELLA NORMATIVA EUROPEA**



	ITALIA	BRASILE
PRESENZA DI LEGGI SPECIFICHE PER IL TRAFFICO VEICOLARE	SI	NO
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	DPR n°142	NBR 10151
SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO IN AREE A DIFFERENTE DESTINAZIONE D'USO	SI	SI
PRESENZA DI FASCE DI PERTINENZA	SI	NO (FAIXA DE DOMINIO)



SAN PAOLO_RODOANEL

■ LE LEGGI DI RIFERIMENTO

■ **ITALIA_D.P.R. n°142 (30 marzo 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”

■ **BRASILE_NBR 10151 (ABNT 2000)**

“dispõe sobre a medição e avaliação dos niveis de sons urbanos e estabelece valores do nivel critério de avaliação para ambientes externos”.



■ AREE A DIFFERENTE DESTINAZIONE D'USO

I
T
A
L
I
A

TIPO DI AREA	Diurno (6:00-22:00) dB(A)	Notturmo (22:00-6:00) dB(A)
I AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE	50	40
II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI	55	45
III AREE DI TIPO MISTO	60	50
IV AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA	65	55
V AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI	70	60
VI AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI	70	70

B
R
A
S
I
L
E

TIPOS DE AREAS	Diurno (7:00-22:00) dB(A)	Notturmo (22:00-7:00) dB(A)
ÁREAS DE SÍTIOS E FAZENDAS	40	35
ÁREAS ESTRITAMENTE RESIDENCIAL URBANA OU DE HOSPITAIS OU DE ESCOLAS	50	45
ÁREAS MISTA, PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL	55	50
ÁREAS MISTA, COM VOCAÇÃO COMERCIAL E ADMINISTRATIVA	60	55
ÁREAS MISTA, COM VOCAÇÃO RECREACIONAL	65	55
ÁREAS PREDOMINANTEMENTE INDUSTRIAL	70	60



■ FASCE DI PERTINENZA

FASCIA DI PERTINENZA ACUSTICA: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale si stabiliscono i limiti di immissione del rumore.

TIPO DI STRADA	Ampiezza fascia di pertinenza	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
AUTOSTRADA	250	50	40	65	55
EXTRAURBANA PRINCIPALE	250	50	40	65	55

■ FAIXE DE DOMINIO

FASCIA DI DOMINIO: fascia di rispetto (faixa de dominio) approssimativamente di 50 m, entro la quale devono essere demolite le abitazioni esistenti



- **FORTE** ANALOGIA TRA LA ZONIZZAZIONE ACUSTICA ITALIANA E LA CLASSIFICAZIONE BRASILIANA **IN RELAZIONE ALLE DIFFERENTI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO.**
- **LA DIFFERENZA DEI VALORI ASSOLUTI (IN BRASILE RISULTANO MAGGIORMENTE RESTRITTIVI)**
- **LA DIFFERENZA TRA I VALORI AMMESSI PER IL GIORNO E PER LA NOTTE, PARI A 5 dB CONTRO I 10 dB STABILITI DALLA LEGISLAZIONE ITALIANA.**
- **IN BRASILE VIENE STABILITO COME GIORNO IL PERIODO COMPRESO FRA LE 7:00 E LE 22:00, MENTRE LA NOTTE È COMPRESA FRA LE 22:00 E LE 7:00.**
- **I LIMITI RIPORTATI IN TABELLA VENGONO SOSTITUITI DAL VALORE DEL RUMORE DI FONDO SE ESSO È SUPERIORE AI VALORI STABILITI.**



IL RUMORE DI TRAFFICO STRADALE NON È CONSIDERATO ATTUALMENTE DALLE NORME BRASILIANE → **Le rilevazioni del rumore hanno evidenziato un ABBONDANTE SUPERAMENTO DEI LIMITI STABILITI per le altre sorgenti disturbanti.**

Nella versione NBR 10151 (ABNT 1987) si è cercato di superare il vincolo dei livelli bassi riportati in tabella, → **INTERPRETANDO L'EFFETTO DEL DISTURBO DEL RUMORE SULL'UOMO come a suo tempo era stato stabilito dalla norma ISO 1996 nella versione del 1971.**

La nuova normativa ISO ha eliminato questo tipo di valutazione

La nuova norma NBR (2000) ha eliminato questo tipo di valutazione, ma in accordo con LE AUTORITA' GOVERNATIVE PER ORA si è deciso di CONTINUARE A STIMARE LA REAZIONE DELLA COMUNITA'



- I VALORI DEL RUMORE RILEVATI LUNGO LE AUTOSTRADE **BRASILIANE**,
- LE STIME DEGLI ABBATTIMENTI DI RUMORE CONSEGUIBILI CON INTERVENTI DI **ACUSTICA, ANCHE CONSIDEREVOLI**,

NON SONO IN GRADO DI RIPORTARE **IL RUMORE NEI LIMITI DELLA GENERICA NORMATIVA BRASILIANA**.

IN ACCORDO CON LE AUTORITÀ GOVERNATIVE BRASILIANE, IN ATTESA DELL'EMANAZIONE DI UNA SPECIFICA NORMATIVA, **SI È DECISO DI** STIMARE LA REAZIONE DELLA COMUNITÀ SECONDO I CRITERI DELLA VECCHIA NORMA ISO 1996

→ CI SI RIFERISCE, DUNQUE, AD UN CRITERIO DI BASE DEFINITO ATTRAVERSO UN LIVELLO DI TOLLERABILITÀ DIPENDENTE, IN GENERALE, DAL RUMORE DI FONDO



Quantificazione della risposta della comunità all'aumento di rumore, secondo la ISO 1996 (1971) "Acoustics – Description and measurement of environmental noise":

ECEDENZA DEL LIVELLO SONORO RISPETTO AL VALORE DI RIFERIMENTO [dB]	RISPOSTA DELLA POPOLAZIONE	
	Reazione	Descrizione
0	Nessuna	Nessuna reazione
5	Bassa	Reclami sporadici
10	Media	Reclami generali
15	Forte	Minacce di azione
20	Molto forte	Azioni energiche

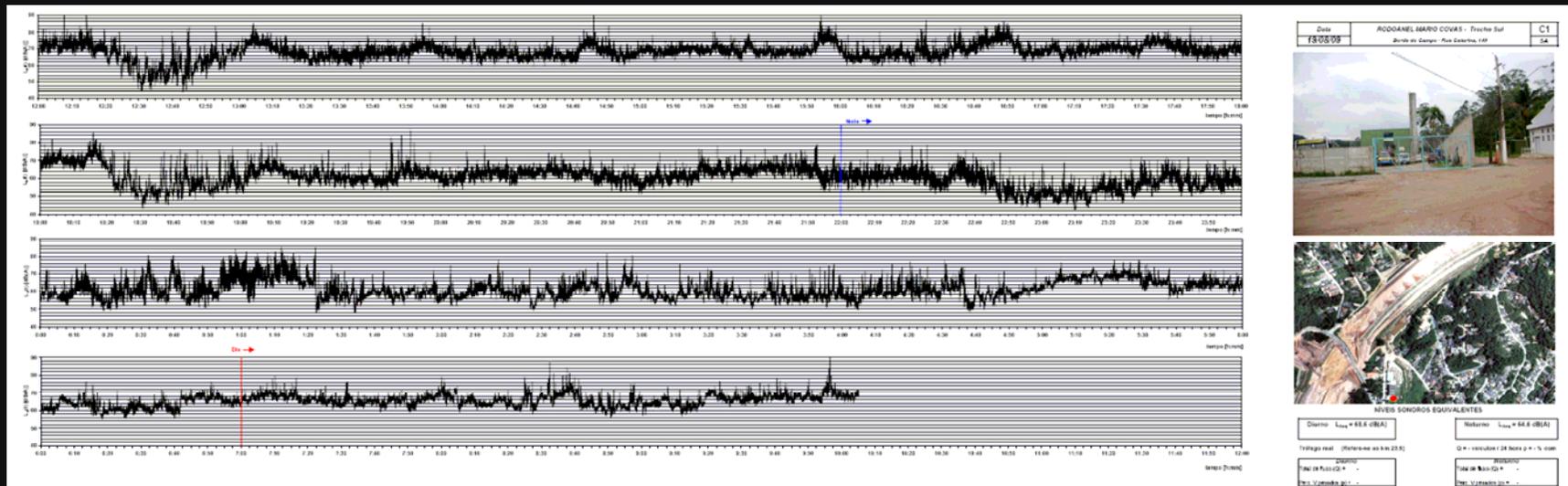
L'ECEDENZA DI LIVELLO SONORO AMMESSO IN BRASILE È PARI A 5 dB, → CIOÈ CORRISPONDE AD UNA REAZIONE DELLA POPOLAZIONE RITENUTA LIEVE.



▪ Esempio_Ponto 5A (Borda do Campo) Rodoanel Trecho Sul

TIPOS DE AREAS	Diurno (7:00-22:00) dB(A)	Notturmo (22:00-7:00) dB(A)
Áreas mista, predominantemente residencial	55	50

▪ Rilievi di rumore a lungo termine



Rilievi di rumore a breve termine



RIODANEL, BAIRÒ COVAS - Tronche Ovest

PT01

13/08/09

Resumo dos resultados e níveis estatísticos

Momento	Leq	Leq	Leq
Momento 01	52,6	51,6	50,6
Momento 02	50,6	49,6	48,6
Momento 03	53,1	52,1	51,1
Momento 04	38,9	37,9	36,9
Momento 05	53,5	52,5	51,5
Momento 06	52,4	51,4	50,4
Momento 07	49,4	48,4	47,4
Momento 08	48,0	47,0	46,0
Momento 09	48,9	47,9	46,9

RIODANEL, BAIRÒ COVAS - Tronche Est

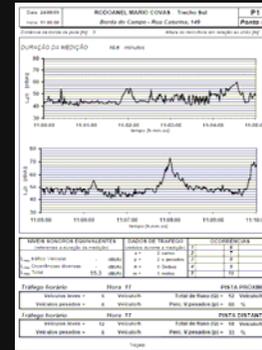
PT1

13/08/09

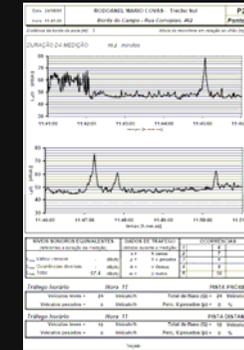
Resumo dos resultados e níveis estatísticos

Momento	Leq	Leq	Leq
Momento 01	52,6	51,6	50,6
Momento 02	50,6	49,6	48,6
Momento 03	53,1	52,1	51,1
Momento 04	38,9	37,9	36,9
Momento 05	53,5	52,5	51,5
Momento 06	52,4	51,4	50,4
Momento 07	49,4	48,4	47,4
Momento 08	48,0	47,0	46,0
Momento 09	48,9	47,9	46,9

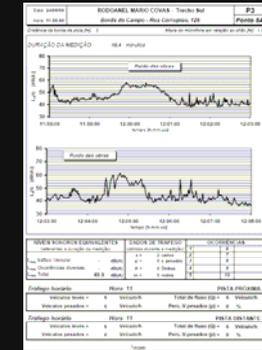
Scheda giornaliera



Punto P1



Punto P2



Punto P3

Mappa del rumore di fondo



NUOVI LIMITI STABILITI NEI PUNTI

Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
C1	4,5	52,6
P1	1,5	51,6
P2	1,5	50,6
P3	1,5	53,1
R1 PT	1,5	38,9
R11 PT	4,5	38,9
R2 PT	1,5	53,5
R2 PT	4,5	52,4
R3 PT	1,5	49,4
R3 PT	4,5	48,0
R4 PT	1,5	48,9

Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
R4 PT	4,5	47,7
R5 PT	1,5	51,9
R5 PT	4,5	51,8
R6 PT	1,5	50,5
R6 PT	4,5	49,6
R7 PT	1,5	45,4
R7 PT	4,5	45,2
R8 PT	1,5	42,3
R8 PT	4,5	45,7
R9 PT	1,5	49,2
R9 PT	4,5	45,9

Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
R10 PT	1,5	34,3
R10 PT	4,5	34,9
R11 PT	1,5	33,6
R11 PT	4,5	34,4
R12 PT	1,5	41,8
R12 PT	4,5	42,1
R13 PT	1,5	60,4
R13 PT	4,5	56,0
R14 PT	1,5	46,8
R14 PT	4,5	47,2
R15 PT	1,5	48,3

Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
R15 PT	4,5	48,7
R16 PT	1,5	48,5
R16 PT	4,5	48,2
R17 PT	1,5	55,0
R17 PT	4,5	52,9
R18 PT	1,5	47,0
R18 PT	4,5	47,0
R19 PT	1,5	41,9
R19 PT	4,5	42,4
R20 PT	1,5	34,3
R20 PT	4,5	36,7

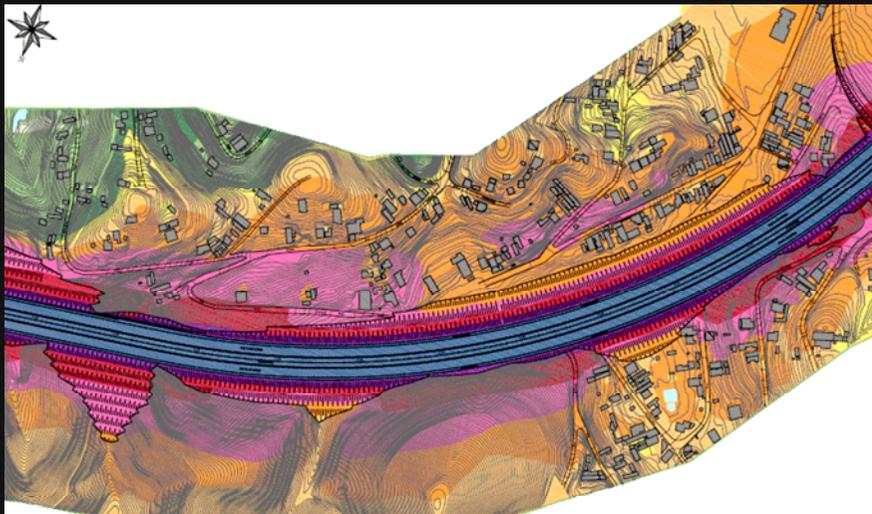
Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
R21 PT	1,5	37,4
R21 PT	4,5	37,8
R22 PT	1,5	46,0
R22 PT	4,5	46,8
R23 PT	1,5	33,8
R23 PT	4,5	34,3
R24 PT	1,5	33,5
R24 PT	4,5	33,5
R25 PT	1,5	28,5
R25 PT	4,5	29,8
R26 PT	1,5	28,8

Punto de medição	Altura do ponto [m]	Diã L _{Aeq,D} [dB(A)]
R26 PT	4,5	30,0
R27 PT	1,5	29,4
R27 PT	4,5	30,5
R28 PT	1,5	65,7
R28 PT	4,5	58,1
R29 PT	1,5	45,7
R29 PT	4,5	45,6
R30 PT	1,5	42,7
R30 PT	4,5	44,5
P4	1,5	56,6
P6	1,5	52,3



Secondo le indicazioni stabilite dalla normativa, dove il **RUMORE DI FONDO** risulta più elevato rispetto ai limiti stabiliti dalla legge, esso dovrà essere considerato come il **NUOVO LIMITE DA RISPETTARE**.

■ **Mappa del rumore con l'autostrada in esercizio**



Punto de medição	Altura do ponto [m]	Dia L _{Ass,D} [dB(A)]	Punto de medição	Altura do ponto [m]	Dia L _{Ass,D} [dB(A)]	Punto de medição	Altura do ponto [m]	Dia L _{Ass,D} [dB(A)]
C1	4.5	57.8	R4 PT	4.5	64.6	R10 PT	1.5	60.9
P1	1.5	63.0	R5 PT	1.5	59.6	R10 P1	4.5	62.9
P2	1.5	57.6	R6 PT	4.5	61.6	R11 PT	1.5	60.0
P3	1.5	65.0	R6 P1	1.5	64.6	R11 P1	4.5	61.9
R1 PT	1.5	69.5	R6 PT	4.5	64.6	R12 PT	1.5	60.3
R1 P1	4.5	69.6	R7 PT	1.5	64.1	R12 P1	4.5	62.4
R2 PT	1.5	70.8	R7 P1	4.5	64.4	R13 PT	1.5	61.1
R2 P1	4.5	70.0	R8 PT	1.5	44.9	R13 P1	4.5	62.4
R3 PT	1.5	66.7	R8 P1	4.5	47.3	R14 PT	1.5	55.6
R3 P1	4.5	68.6	R9 PT	1.5	57.1	R14 P1	4.5	57.4
R4 PT	1.5	63.3	R9 P1	4.5	60.5	R15 PT	1.5	75.4
R15 P1	4.5	75.4	R21 PT	1.5	59.3	R26 P1	4.5	55.5
R16 PT	1.5	69.6	R21 P1	4.5	60.3	R27 PT	1.5	52.4
R16 P1	4.5	69.9	R22 PT	1.5	68.2	R27 P1	4.5	54.0
R17 PT	1.5	72.2	R22 P1	4.5	70.5	R28 PT	1.5	44.7
R17 P1	4.5	72.2	R23 PT	1.5	57.1	R28 P1	4.5	51.0
R18 PT	1.5	65.2	R23 P1	4.5	59.8	R29 PT	1.5	60.7
R18 P1	4.5	65.4	R24 PT	1.5	56.7	R29 P1	4.5	61.9
R19 PT	1.5	61.2	R24 P1	4.5	60.5	R30 PT	1.5	60.6
R19 P1	4.5	64.9	R25 PT	1.5	54.0	R30 P1	4.5	60.9
R20 PT	1.5	60.4	R25 P1	4.5	55.3	P4	1.5	67.9
R20 P1	4.5	62.8	R26 PT	1.5	54.1	P6	1.6	72.9
						P6	1.5	67.3



Metodologia di progettazione delle opere di riduzione del rumore

AUTOSTRADA IN PROGETTO

1. Descrizione dell'area di studio (fascia di territorio 500 m per lato)
2. Definizione di una carta di sensibilità al rumore degli edifici
3. Determinazione dell'**inquinamento da rumore attuale** per la determinazione dei limiti da non superare, a fronte di ciascun ricettore nell'area di studio (**RUMORE DI FONDO**)
4. Confronto fra il rumore di fondo ed il limite imposto dalla normativa (**DETERMINAZIONE LIMITE DI SOGLIA**)
Redazione di una **MAPPA DI RUMORE**, preesistente alla realizzazione della strada
5. Redazione di una **CARTA E DI UNA MAPPA DI RUMORE FUTURO IMMESSO SUL TERRITORIO** con l'infrastruttura aperta al traffico
6. Individuazione delle **AREE CRITICHE** ove il rumore eccede i limiti di legge
7. Redazione dei **PROGETTI DI RIDUZIONE DEL RUMORE**

AUTOSTRADA ESISTENTE

1. Descrizione dell'area di studio (fascia di territorio 500 m per lato)
2. Definizione di una carta di sensibilità al rumore
3. La strada risulta già aperta al traffico. **NON È POSSIBILE RILEVARE IL RUMORE DI FONDO** prodotto dalle altre infrastrutture locali per determinare il livello del criterio di valutazione che può essere più elevato dei valori stabiliti dalla normativa
4. Confronto fra il rumore di fondo ed il limite imposto dalla normativa (**DETERMINAZIONE LIMITE DI SOGLIA**)
Redazione di una **MAPPA DI RUMORE**, preesistente alla realizzazione della strada
5. Redazione di una **CARTA E DI UNA MAPPA DI RUMORE FUTURO IMMESSO SUL TERRITORIO** con l'infrastruttura aperta al traffico
6. Individuazione delle **AREE CRITICHE** ove il rumore eccede i limiti di legge
7. Redazione dei **PROGETTI DI RIDUZIONE DEL RUMORE**



■ Conclusioni

- LA TANGENZIALE DI SAN PAOLO LUNGA 176 KM È UN'OPERA DI UN RILEVANTE IMPEGNO ECONOMICO ED AMBIENTALE.
- LA NORMATIVA BRASILIANA SUL RUMORE NON È STATA EMANATA PER IL RUMORE DI TRAFFICO PER CUI GLI ENTI DI CONTROLLO CERCANO DI ADATTARLA A QUESTA NUOVA REALTÀ.
- IL TERRITORIO È DIVISO IN AREE A DIVERSA DESTINAZIONE D'USO. I LIVELLI AMMESSI SONO MEDIAMENTE DI 5 dB INFERIORI PER IL GIORNO RISPETTO AI LIVELLI DELLA NORMATIVA ITALIANA. LA DIFFERENZA FRA I LIVELLI DIURNI E NOTTURNI IN BRASILE È DI SOLI 5dB.
- I LIMITI SONO DEFINITI PER LE DIVERSE AREE, IN RELAZIONE AL RUMORE DI FONDO CHE PREVALE SUI VALORI DELLA NORMATIVA.
- E' STATO CONVENUTO DI ACCETTARE DIFFERENZE DI 5 dB OLTRE I LIMITI STABILITI.



■ BIBLIOGRAFIA

- [1] Legge 26 ottobre 1995, n.447, *Legge Quadro sull'inquinamento acustico*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 254, 30/10/1995
- [2] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 280, 01/12/1997
- [3] Decreto del Presidente della Repubblica, n.142, 30 marzo 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*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie generale n. 127, 01/06/2004
- [4] NBR 10151: 2000, *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*
- [5] ISO R 1996: 1971, *Valutazione del rumore in rapporto alle reazioni della collettività*
- [6] ISO 9613-2:1996, *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*





FINE