

ALLEGATO 6: MONITORAGGIO AMBIENTALE POST OPERAM  
COMPONENTE VIBRAZIONI

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA

U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

PROGETTO ESECUTIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA  
SOPPRESSIONE PL AL KM 3+639

MONITORAGGIO AMBIENTALE POST OPERAM  
COMPONENTE VIBRAZIONI

SCALA:



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Data
A	Emissione esecutiva	ADRIA <i>F. P. Uccelli</i>	Aprile 2018		Aprile 2018		Aprile 2018	ITALFERR S.p.A. Dott. Ing. Donato Ludovici Ordine degli Ingegneri di Roma n. A16319	

RS1P00E22RHMAPO06002A

n Elab

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.1	NORMA ISO 2631/2.....	5
2.2	NORMA UNI 9614:1990 .....	8
3	PUNTI DI MISURA E METODICA DI MONITORAGGIO .....	11
4	RICETTORI MONITORATI.....	13
5	STRUMENTAZIONE .....	17
6	RISULTATI.....	18
	ALLEGATO 1 – REPORT DI MISURA .....	19

## 1 PREMESSA

Il presente rapporto documenta i risultati del monitoraggio delle vibrazioni post operam indotte dalle opere di completamento connesse al raddoppio della tratta ferroviaria Bicocca-Catenanuova.

Le campagne di rilievo sono state svolte durante la fase Post Operam tra il 16 ed il 17 aprile 2018 presso due distinti ricettori situati nel comune di Catenanuova, in un'area prospiciente alle opere realizzate.

Gli interventi eseguiti, nell'ambito del nuovo collegamento ferroviario della linea Palermo-Catania, si riferiscono nello specifico alla soppressione del passaggio a livello al km 3+639.



Figura 1.1 – Inquadramento aerofotogrammetrico dell'area di monitoraggio



RELAZIONE DI SINTESI	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
	RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	4 di 19

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95 e relativi decreti attuativi, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni, se non in ambito di igiene e sicurezza sul lavoro. Sussistono invece norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "*Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)*". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385. Nel mese di Aprile 2004 è stata pubblicata la norma UNI9916:2004 in revisione della norma UNI9916:1991. La norma già nella versione del 1991 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

## 2.1 Norma ISO 2631/2

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo,  $T$  è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione.

La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrante della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie); i valori dei fattori di moltiplicazione sono indicati in Tabella .

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione rms perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

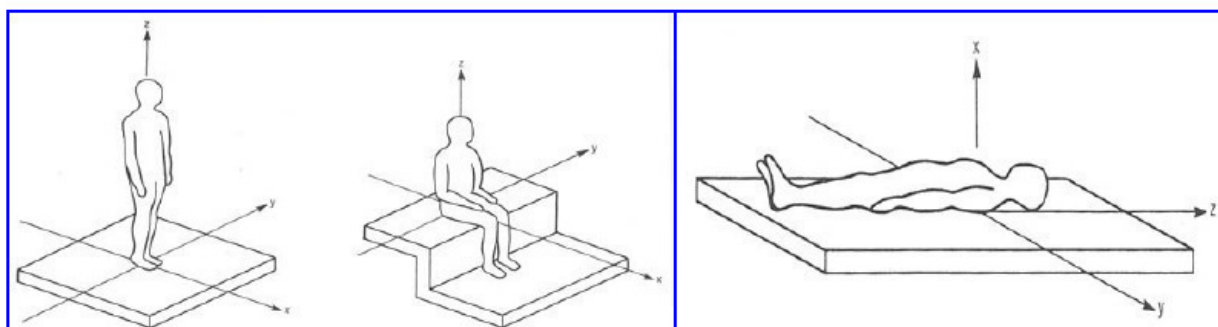


Figura 2.1 - Rappresentazione delle tre componenti in funzione della posizione del corpo

RELAZIONE DI SINTESI

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	6 di 19

Frequenza [Hz]	Accelerazione in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Asse Z	Assi X-Y	Assi combinati
1	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.6	8.00	3.60	3.60
2	7.00	3.60	3.60
2.5	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4	5.00	7.21	4.07
5	5.00	9.02	4.30
6.3	5.00	11.40	4.60
8	5.00	14.40	5.00
10	6.30	18.00	6.30
12.5	7.81	22.50	7.80
16	10.00	28.90	10.00
20	12.50	36.10	12.50
25	15.60	45.10	15.60
31.5	19.70	56.80	19.70
40	25.00	72.10	25.00
50	31.30	90.20	31.30
63	39.40	114.00	39.40
80	50.00	144.00	50.00

Tabella 2.1 - Valori numerici per le curve di ponderazione

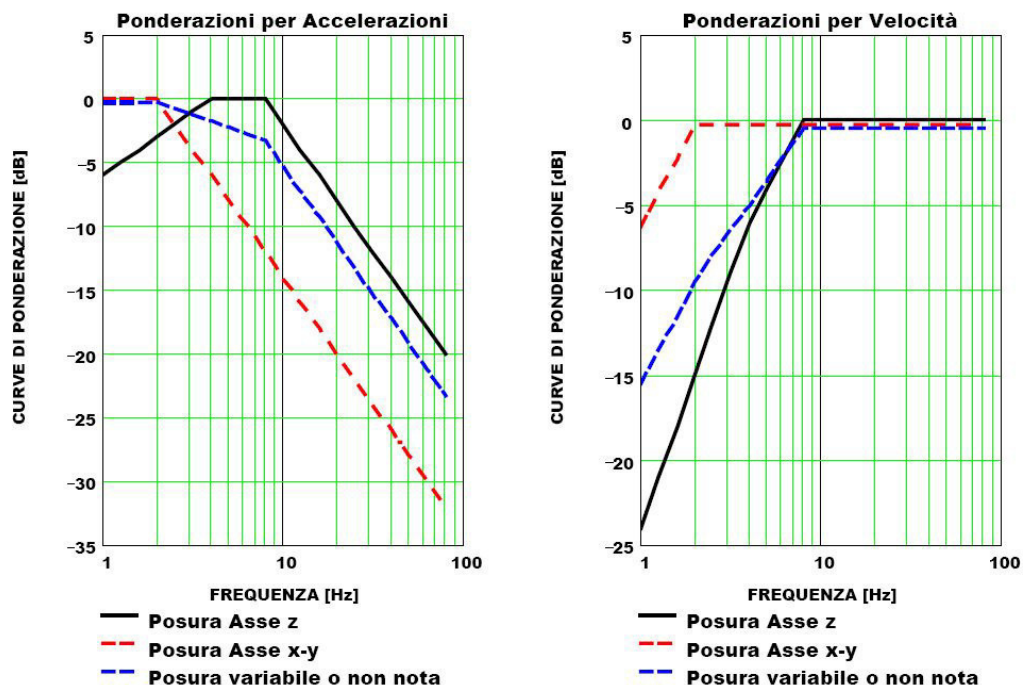


Figura 2.2 - Curve di ponderazione (ISO) per le vibrazioni lungo gli assi verticali, orizzontali e per postura non nota per le frequenze da 1 Hz a 80 Hz

Destinazione d'uso	Periodo	Vibrazioni continue intermittenti	Vibrazioni transitorie
Luoghi di lavoro critici (camere operatorie, laboratori di precisione, teatri, ecc.)	Giorno Notte	1	1
Edifici residenziali	Giorno	2÷4	30÷90
	Notte	1.4	1.4÷20
Uffici	Giorno	4	60÷128
	Notte		
Luoghi di lavoro	Giorno	8	90÷128
	Notte		

Tabella 2.2 - Fattori di moltiplicazione delle curve base (ISO 2631-2 Annex A)

## 2.2 Norma UNI 9614:1990

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione rms ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (giorno, dalle 7:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614:1990 si configura come più restrittiva.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente,  $a_w$  e  $L_w$ . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come  $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6})$  [m/s<sup>2</sup>].

Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede una attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato.

Nell'Appendice della norma UNI 9614:1990, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III (Tabelle 3 e 4).

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace.



I limiti (Tabella ) possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$ . Per impulsi di durata maggiore si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$ , con  $k = 1.22$  per pavimenti in calcestruzzo e  $k = 0.32$  per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

DESTINAZIONE D'USO	$a_w$ [m/s <sup>2</sup> ]	$L_w$ [dB]
Aree critiche	$5.0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7.0 \times 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10.0 \times 10^{-3}$	80
Uffici	$20.0 \times 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40.0 \times 10^{-3}$	92

Tabella 2.3 - Limite UNI 9614:1990 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per l'asse Z

DESTINAZIONE D'USO	$a_w$ [m/s <sup>2</sup> ]	$L_w$ [dB]
Aree critiche	$3.6 \times 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5.0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7.2 \times 10^{-3}$	77
Uffici	$14.4 \times 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28.8 \times 10^{-3}$	89

Tabella 2.4 - Limite UNI 9614:1990 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per gli assi X-Y

DESTINAZIONE D'USO	$a_w$ (Z) [m/s <sup>2</sup> ]	$a_w$ (X-Y) [m/s <sup>2</sup> ]
Aree critiche	$5.0 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7.0 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

Tabella 2.5 - Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza in presenza di vibrazioni impulsive

RELAZIONE DI SINTESI

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	10 di 19

Avendo impiegato il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo, vanno assunti come limiti dei livelli di accelerazione ponderata in frequenza i valori definiti per gli assi x e y indicati in tabella 2.4: limite diurno / notturno: 77 / 74 dB.

Secondo il punto A.4 della UNI 9614:1990, nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari e immesse nelle abitazioni, i risultati di alcune sperimentazioni indicano come riferimento i valori 0.03 m/s<sup>2</sup> (asse z) e 0.0216 m/s<sup>2</sup> (assi x e y), pari rispettivamente a 89.6 dB e 86.7 dB.

### 3 PUNTI DI MISURA E METODICA DI MONITORAGGIO

Per il monitoraggio delle vibrazioni indotte nella fase Post Operam sono stati individuati n. 2 ricettori distanti tra loro circa 240 m in linea d'aria, ubicati entrambi lungo la SS 192, in una zona prettamente agricola del Comune di Catenanuova (EN).

Non è stato possibile effettuare la misura in corrispondenza del ricettore "VIC 02" oggetto delle precedenti rilevazioni a causa dell'indisponibilità della proprietà. Per tale ragione è stato scelto un altro ricettore vicino, simile per distanza dalla sorgente, che è stato rinominato "VIC 02 bis".

Il tratto ferroviario Bicocca-Catenanuova passa presso i ricettori analizzati a distanza di circa 140 m circa da VIC 01 e 80 m da VIC 02 bis.

Il monitoraggio vibrazionale è stato svolto in accordo con la norma UNI 9614:1990, mediante misure di durata giornaliera (24 ore) effettuate tra il 16 ed il 17 aprile 2018.

Le postazioni di misura sono state collocate all'interno degli ambienti abitativi, in locali destinati alla permanenza di persone. Per entrambi i ricettori è stato indagato il piano terra.

Di seguito, si riporta una descrizione sintetica delle misure di durata giornaliera svolte presso i ricettori individuati; per maggiori dettagli (inquadramento geografico, descrizione del contesto urbano, immagini dei punti di misura, ecc.) si rimanda alle descrizioni dei punti oggetto di rilevazioni vibrazionali, presenti all'inizio dei singoli report di misura in allegato 1.

Codice punto	Indirizzo	Coordinate geografiche	Destinazione d'uso	Inizio misura	Piano indagato
VIC 01	SS 192, Catenanuova (EN)		Residenziale	10:30 16/04/18	P. terra
VIC 02 bis	SS 192, Catenanuova (EN)		Residenziale	10:30 16/04/18	P. terra

Tabella 3.1 - Elenco dei punti di misura

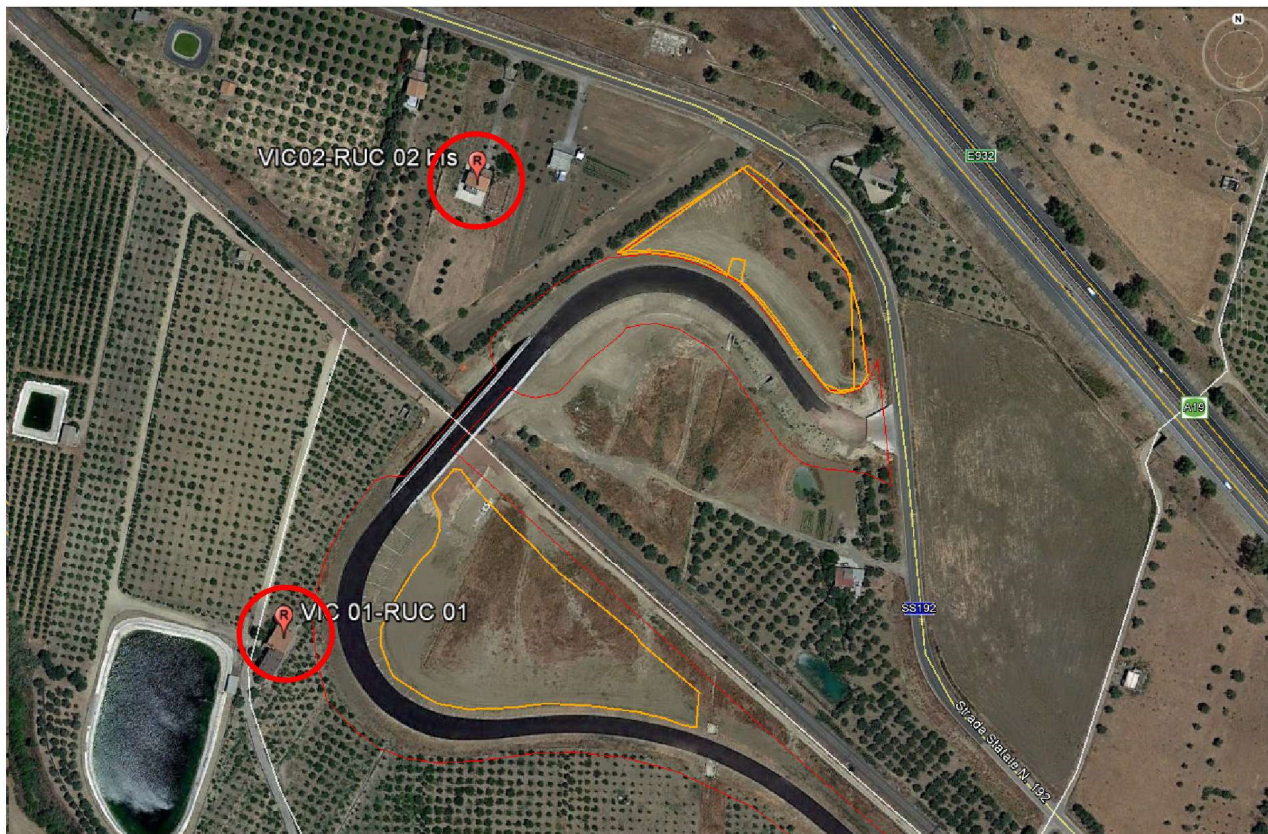


Figura 3.1 – Inquadramento dei ricettori VIC 01 e VIC 02 bis

#### 4 RICETTORI MONITORATI

Di seguito vengono descritti i ricettori monitorati e riportati in tabella i relativi livelli di accelerazione orari riscontrati nella campagna di monitoraggio Post Operam. Oltre ai livelli di accelerazione ( $L_w$ ) orari per ogni asse, sono riportati, per ciascuna ora di monitoraggio, anche i livelli massimi ( $L_{max}$ ).

##### VIC 01

Il ricettore monitorato è un edificio residenziale a due piani fuori terra. Le misure sono state svolte posizionando la terna accelerometrica sulla pavimentazione del vano di ingresso al piano terra.



Figura 4.1 – Facciata del ricettore VIC 01



RELAZIONE DI SINTESI

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	14 di 19

Time(s)	Asse X		Asse Y		Asse Z		Limiti UNI 9614
	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	dB
16/04/2018 10:30	35,0	58,4	31,5	51,9	45,8	70,2	77
16/04/2018 11:00	36,7	60,5	32,7	54,5	47,9	72,8	77
16/04/2018 12:00	42,2	65,0	37,9	60,1	50,7	73,9	77
16/04/2018 13:00	28,2	35,6	24,6	37,6	27,9	39,8	77
16/04/2018 14:00	28,2	43,8	25,0	38,7	28,8	39,7	77
16/04/2018 15:00	28,8	37,2	25,3	36,9	29,1	37,0	77
16/04/2018 16:00	28,8	34,9	25,1	35,5	28,4	39,0	77
16/04/2018 17:00	29,2	35,2	25,7	34,9	29,9	36,1	77
16/04/2018 18:00	29,2	35,1	25,3	36,0	28,4	34,7	77
16/04/2018 19:00	28,2	33,5	24,0	37,3	28,5	34,7	77
16/04/2018 20:00	27,0	32,0	23,5	34,8	26,9	34,5	77
16/04/2018 21:00	26,9	33,0	23,3	27,7	26,4	35,5	77
16/04/2018 22:00	26,6	33,3	23,4	35,8	27,7	36,3	74
16/04/2018 23:00	26,4	31,7	23,2	27,5	26,1	34,1	74
17/04/2018 00:00	26,3	31,2	23,1	26,7	26,1	33,6	74
17/04/2018 01:00	26,6	30,8	23,2	28,3	27,6	34,4	74
17/04/2018 02:00	26,4	31,0	23,1	28,8	25,7	34,5	74
17/04/2018 03:00	26,4	31,2	23,1	27,1	25,7	34,2	74
17/04/2018 04:00	26,9	31,1	23,3	28,8	27,3	33,9	74
17/04/2018 05:00	26,9	31,1	23,4	34,5	26,0	33,8	74
17/04/2018 06:00	39,0	64,1	33,3	58,7	50,1	76,2	74
17/04/2018 07:00	40,0	62,6	37,0	55,7	45,5	66,5	77
17/04/2018 08:00	37,0	65,4	31,8	57,7	45,4	74,8	77
17/04/2018 09:00	32,4	51,5	31,3	51,0	33,5	54,6	77
17/04/2018 10:00	33,7	57,0	29,2	51,6	43,9	68,8	77

Lw D (diurno)	<b>35,0</b>	<b>31,2</b>	<b>42,9</b>
Lw N (notturno)	<b>31,1</b>	<b>26,3</b>	<b>40,7</b>
Lmax D	<b>65,4</b>	<b>60,1</b>	<b>74,8</b>
Lmax N	<b>64,1</b>	<b>58,7</b>	<b>76,2</b>

Tabella 4.1 – Livelli orari equivalenti dell'accelerazione ponderata rilevati sui tre assi in corrispondenza del piano terra del ricettore VIC 01

## **VIC 02 bis**

L'edificio monitorato si sviluppa su due piani fuori terra e sorge in un'area completamente rurale. Le misure sono state svolte posizionando la terna accelerometrica sulla pavimentazione del soggiorno.



*Figura 4.2 – Facciata del ricettore VIC 02 bis*

RELAZIONE DI SINTESI

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	16 di 19

Time(s)	Asse X		Asse Y		Asse Z		Limiti UNI 9614
	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	dB
16/04/2018 15:00	38,1	44,4	37,3	44,3	38,6	47,7	77
16/04/2018 16:00	38,2	43,2	37,3	43,0	38,6	49,7	77
16/04/2018 17:00	38,1	42,1	37,3	41,9	38,5	44,5	77
16/04/2018 18:00	38,1	42,5	37,3	43,7	38,5	46,2	77
16/04/2018 19:00	38,0	42,0	37,2	42,6	38,2	44,2	77
16/04/2018 20:00	38,0	42,6	37,1	41,5	38,1	44,2	77
16/04/2018 21:00	38,0	42,5	37,1	41,4	38,1	41,9	77
16/04/2018 22:00	38,0	42,0	37,1	41,5	38,0	42,2	74
16/04/2018 23:00	38,1	42,4	37,1	41,6	38,1	43,0	74
17/04/2018 00:00	38,0	42,1	37,1	41,0	38,1	42,5	74
17/04/2018 01:00	38,0	42,3	37,1	41,1	38,0	41,8	74
17/04/2018 02:00	38,0	43,3	37,0	41,7	38,1	42,2	74
17/04/2018 03:00	38,0	42,0	37,1	41,0	38,0	41,6	74
17/04/2018 04:00	38,0	41,9	37,1	41,2	38,1	43,8	74
17/04/2018 05:00	38,0	42,1	37,1	41,2	38,1	44,1	74
17/04/2018 06:00	38,0	42,2	37,1	42,2	38,2	44,1	74
17/04/2018 07:00	38,1	42,2	37,1	41,5	38,2	46,7	77
17/04/2018 08:00	38,1	42,0	37,2	41,1	38,1	50,4	77
17/04/2018 09:00	38,0	42,7	37,2	41,4	38,3	44,7	77
17/04/2018 10:00	38,0	42,1	37,2	44,9	38,2	47,3	77
17/04/2018 11:00	38,1	42,7	37,2	42,2	38,4	52,2	77
17/04/2018 12:00	38,1	42,7	37,2	44,1	38,5	51,3	77
17/04/2018 13:00	38,1	42,2	37,2	42,1	38,3	46,7	77
17/04/2018 14:00	38,2	43,4	37,3	44,8	38,5	47,3	77

Tabella 4.2 – Livelli orari equivalenti dell'accelerazione ponderata rilevati sui tre assi in corrispondenza del piano primo del ricevitore VIC 02 bis

## 5 STRUMENTAZIONE

Per l'esecuzione delle misure vibrazionali sono stati utilizzati n. 2 analizzatori multicanale Sinus Soundbook composti da:

- n. 2 sistemi di acquisizione e analisi dati a 4 canali con software di gestione Samurai;
- PC Portatile Panasonic Toughbook s.n. 6062;
- PC Portatile Panasonic Toughbook s.n. 7099;
- n. 2 terne accelerometriche costituite da 3 accelerometri monoassiali PCB Piezotronics modello 393A03 - Sensibilità 1000 mV/g;
- n. 2 massetti metallici per il fissaggio degli accelerometri;
- calibratore PCB Piezotronics mod. 394C06 s.n. LW6087.

La calibrazione delle catene di misura è stata eseguita in loco, preliminarmente all'avvio dell'acquisizione, utilizzando il calibratore di vibrazioni operante alla frequenza 159.2 Hz e 1 g di accelerazione *rms*.

Per la post-elaborazione delle misure è stato utilizzato il software *Noise&Vibration Works*.

La terna accelerometrica abbinata al rispettivo massetto è stata posizionata sul pavimento del locale adibito al monitoraggio. I sensori sono stati posizionati in modo tale da non risultare d'intralcio per gli occupanti e quindi da non essere urtati con facilità, compatibilmente con l'ingombro degli arredi.

L'acquisizione dei dati di vibrazioni sui 3 assi è stata impostata con applicazione diretta dei filtri di ponderazione previsti dalla norma UNI 9614:1990 per postura non nota (condizione cautelativa); il tempo di campionamento è stato impostato a 0,1 s con costante di integrazione "slow". I filtri in frequenza per le vibrazioni sono stati impostati ad 1/3 d'ottava nel range 1-80 Hz.

## 6 RISULTATI

Di seguito vengono analizzati i risultati del monitoraggio post operam delle vibrazioni indotte a seguito delle opere di completamento connesse al raddoppio della tratta ferroviaria Bicocca-Catenanuova e nello specifico a seguito della soppressione del passaggio a livello al km 3+639.

### **VIC 01**

Presso il ricettore VIC 01 il livello di accelerazione massimo istantaneo riscontrato nel periodo diurno (07:00-22:00) è risultato pari a **74.8 dB**, registrato alle ore 08:00 del 17/04/2018.

Nel periodo notturno (22:00-07:00) si è rilevato un livello di accelerazione massimo istantaneo pari a **76.2 dB**, registrato alle ore 06:58 del 17/04/2018.

Durante il periodo diurno non sono stati rilevati superamenti del livello limite delle accelerazioni ponderate in frequenza per edifici a destinazione d'uso residenziale suggerito dalla Norma UNI 9614:1990, ovvero 77 dB per il periodo diurno.

E' stato invece rilevato un solo superamento al limite di 74 dB nel periodo notturno registrato alle 06:58 con un livello di accelerazione ponderata riferita all'asse Z pari a 76,2 dB, tuttavia tale valore è dovuto ad un evento locale estraneo alla sorgente ferroviaria indagata.

Si evidenzia, inoltre, l'azionamento di un impianto dalle 12:20 del 16 aprile alle 06:40 circa del giorno successivo, visibile particolarmente nella time history dell'accelerazione sull'asse Z.

### **VIC 02 bis**

Presso il ricettore VIC 02 bis il livello di accelerazione massimo istantaneo rilevato nel periodo diurno è risultato pari a **52.5 dB** registrato alle ore 11:17 del 17/04/2018.

Nel periodo notturno si è rilevato un livello di accelerazione massimo istantaneo pari a **44.1 dB**, registrato alle ore 05:27 e alle 06:25 del 17/04/2018.

Si evidenzia che i livelli riscontrati sono nettamente inferiori ai limiti diurno/notturno: 77 / 74 dB proposti dalla UNI:9614 per edifici residenziali con ponderazione per postura non nota.





LINEA FERROVIARIA NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA  
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA  
SOPPRESSIONE P.L. AL KM 3+639  
MONITORAGGIO AMBIENTALE POST OPERAM – COMPONENTE VIBRAZIONI

RELAZIONE DI SINTESI

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA	PROG.	REV	FOGLIO
RS1P	00	E	22	RH	MAPO06	002	A.	19 di 19

## ALLEGATO 1 – REPORT DI MISURA

# VIBRAZIONI

## REPORT DI FINE MISURA

**VIC 01 - RUC 01**  
SS 192, Catenanuova (EN)

## 1. Premessa

Il presente documento costituisce il report di misura delle indagini vibrazionali Post Operam condotte nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale relativo al raddoppio ferroviario della tratta Bicocca-Catenanuova - Soppressione passaggio a livello al km 3-639, facente parte del nuovo collegamento Palermo - Catania.

La postazione di misura è stata posizionata in corrispondenza di un edificio residenziale di due piani fuori terra, situato lungo la SS 192, presso il Comune di Catenanuova (EN), ed ha codice da PMA "VIC 01".

La terna accelerometrica è stata collocata al piano terra del ricettore oggetto d'indagine, in corrispondenza del garage (causa indisponibilità della proprietà non è stato possibile effettuare la misura all'interno di un vano abitativo).

## 2. Organizzazione delle misure

Le misurazioni sono state effettuate mediante terne accelerometriche posizionate al centro dei solai e collegate ad un sistema di acquisizione. Ciascuna terna di misura risulta composta da tre accelerometri disposti secondo tre assi mutuamente ortogonali denominati x, y e z. Gli accelerometri sono collegati all'acquisitore multicanale tramite cavi coassiali schermati in modo da avere l'acquisizione simultanea delle accelerazioni sui tre assi.

Le misurazioni sono state effettuate in continuo per la durata di 24 h memorizzando la time-history del livello di accelerazione lineare e ponderato in frequenza secondo il filtro per postura non nota. E' stato inoltre acquisito lo spettro in terzi di ottava nell'intervallo di frequenze 1-80 Hz.

In fase di elaborazione vengono restituiti:

- livello equivalente dell'accelerazione ponderata in frequenza su base oraria;
- livello equivalente medio dell'accelerazione;
- valore massimo orario;
- livello di accelerazione per eventuali eventi significativi correlati alle attività oggetto di indagine.

## 3. Parametri oggetto delle misure

La grandezza principale per la valutazione del disturbo da vibrazioni, secondo la UNI 9614:1990 è individuata nel valore efficace (RMS - Root-Mean-Square) dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $a_w$ , definito dalla relazione:

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0,5}$$

dove:

- t è il tempo;
- a(t) è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza;
- T è la durata del periodo di riferimento.

Una rappresentazione equivalente è data dal livello di accelerazione L, definito dalla relazione:

$$L = 20 \text{ LOG} \left( \frac{a_w}{a_0} \right)$$

dove  $a_0$  è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a  $10^{-6}$  m/s<sup>2</sup>. Nel caso si utilizzino sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato in fase di elaborazione dall'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz.

## 4. Normativa di riferimento

L'inquinamento da vibrazioni viene regolamentato da normative tecniche inerenti al disturbo sull'uomo e agli effetti sugli edifici, dal momento che non esiste a tutt'oggi una legislazione specifica in merito a livello nazionale. Tali norme introducono le grandezze e i parametri che devono essere valutati e definiscono le caratteristiche dei sistemi di rilevazione e della strumentazione da impiegare per le misure.

Il problema del disturbo causato dalle vibrazioni sull'uomo viene trattato, in particolare, dalla norma ISO 2631 e dalla UNI 9614 che risultano sostanzialmente in accordo. Gli standard di protezione sull'uomo previsti dalle suddette normative garantiscono ampiamente rispetto alla possibile insorgenza di danni agli edifici e, pertanto, l'azione sugli edifici deve essere valutata nel caso di beni monumentali o storici per i quali possono essere assunti limiti più restrittivi.

Nella successiva tabella sono riportati i limiti previsti dalla UNI 9614:1990.

<b>GRANDEZZE DI RIFERIMENTO PER L'ELABORAZIONE</b>						
<b>Parametro di riferimento (UNI 9614 – Appendice A)</b>						
<i>Tipologia di vibrazioni</i>			<i>Parametro</i>	<i>Tabella limiti</i>		
<b>A 1</b> – Di livello costante (livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza variabile entro un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB)			RMS	Prospetto III		
<b>A 2</b> – Di livello non costante (livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza variabile entro un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB)			$a_{w,eq}$	Prospetto III		
<b>A 3</b> – Impulsive (rapido innalzamento e abbassamento del valore dell'accelerazione e oscillazioni)			$0,71 a_{pk}$	Prospetto V		
<b>A 4</b> – Prodotte da veicoli ferroviari nelle abitazioni			$a^p$	Sperimentale		
<b>Limiti di riferimento</b>						
<i>Tipologia ricettore</i>	<i>Limite UNI 9614 – Prospetto II/III</i>			<i>Limite UNI 9614 – Prospetto V</i>		
	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ (*) [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ (*) [mm/s <sup>2</sup> ]
<b>Aree critiche</b>	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	5,0
<b>Abitazioni (notte)</b>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0
<b>Abitazioni (giorno)</b>	7,2	7,2	7,2	220	220	300
<b>Uffici</b>	14,4	14,4	14,4	460	460	640
<b>Fabbriche</b>	28,8	28,8	28,8	460	460	640
(*) Per postura non nota o variabile						
<i>Tipologia ricettore</i>	<i>Limite UNI 9614 – veicoli ferroviari</i>			<i>Curva Limite ISO 2631</i>		
	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a$ [mm/s <sup>2</sup> ]		
<b>Aree critiche</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 1		
<b>Abitazioni (notte)</b>	21,6	21,6	30,0	ISO 2631 XYZ x 1.4		
<b>Abitazioni (giorno)</b>				ISO 2631 XYZ x 2:4		
<b>Uffici</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 4		
<b>Fabbriche</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 8		

A partire da settembre 2017 è in vigore la nuova UNI 9614:2017, che prevede una nuova metodica di elaborazione dei dati e i seguenti limiti di  $V_{sor}$  per ambienti ad uso abitativo in giornate feriali (9.1):

- 7,2 mm/s<sup>2</sup> in periodo diurno
- 3,6 mm/s<sup>2</sup> in periodo notturno.

Come specificato al punto 1 della UNI 9614:2017, la nuova norma non si applica ai progetti già autorizzati a settembre 2017, per cui nel seguito l'analisi sarà effettuata in accordo con la UNI 9614:1990.

## Informazioni generali

<b>Codice ricettore</b>	VIC 01-RUC 01
<b>Tipologia ricettore</b>	Residenziale
<b>Coordinate geografiche</b>	37°32'37.55"N 14°43'20.80"E
<b>Piano indagato</b>	Piano terra
<b>Sorgente indagata</b>	Raddoppio della tratta Bicocca-Catenanuova. Soppressione p.l. al km 3+639
<b>Descrizione dell'ambiente di misura</b>	
Il monitoraggio ha avuto durata di 24 ore, utilizzando una terna accelerometrica posizionata al piano terra del ricettore oggetto d'indagine all'interno del garage (causa indisponibilità della proprietà non è stato possibile effettuare la misura all'interno di un vano abitativo).	
<b>Caratteristiche dell'area e principali sorgenti di vibrazioni</b>	
Il ricettore è ubicato in una zona prettamente agricola nella periferia Sud-Est di Catenanuova (EN). L'edificio si trova a circa 140 m dalla tratta ferroviaria Bicocca-Catenanuova, 400 m dall'Autostrada A19, e 315 m dalla SS 192.	
<b>Data e ora di inizio misura</b>	16/04/2018 - 10:30
<b>Data e ora di fine misura</b>	17/04/2018 - 10:30
<b>Durata del rilievo</b>	24 ore
<b>Strumentazione utilizzata</b>	
N. 1 analizzatore multicanale Sinus Soundbook composto da: <ul style="list-style-type: none"><li>- sistema di acquisizione e analisi dati a 4 canali con software di gestione Samurai;</li><li>- PC Portatile Panasonic Toughbook sn 7099;</li><li>- una terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali PCB Piezotronics modello 393A03 - Sensibilità 1000 mV/g;</li><li>- massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri;</li><li>- calibratore PCB Piezotronics mod. 394C06.</li></ul> Software di elaborazione: Noise and Vibration Works.	



## Vista aerea dell'area in cui è inserito il ricettore



## Vista esterna del ricettore





### Posizionamento strumentazione piano terra (misura vibrazioni)



### Posizionamento fonometro al piano 1° (misura rumore)



## RISULTATI

Time(s)	VIBRAZIONI						RUMORE		
	Asse X		Asse Y		Asse Z		Limiti UNI 9614	LAeq	Limiti DPCM 01/03/91
	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	dB	dB(A)	dB(A)
16/04/2018 10:30	35,0	58,4	31,5	51,9	45,8	70,2	77	50,3	70
16/04/2018 11:00	36,7	60,5	32,7	54,5	47,9	72,8	77	50,7	
16/04/2018 12:00	42,2	65,0	37,9	60,1	50,7	73,9	77	51,0	
16/04/2018 13:00	28,2	35,6	24,6	37,6	27,9	39,8	77	54,9	
16/04/2018 14:00	28,2	43,8	25,0	38,7	28,8	39,7	77	55,9	
16/04/2018 15:00	28,8	37,2	25,3	36,9	29,1	37,0	77	56,1	
16/04/2018 16:00	28,8	34,9	25,1	35,5	28,4	39,0	77	54,1	
16/04/2018 17:00	29,2	35,2	25,7	34,9	29,9	36,1	77	60,8	
16/04/2018 18:00	29,2	35,1	25,3	36,0	28,4	34,7	77	62,0	
16/04/2018 19:00	28,2	33,5	24,0	37,3	28,5	34,7	77	56,6	
16/04/2018 20:00	27,0	32,0	23,5	34,8	26,9	34,5	77	42,0	
16/04/2018 21:00	26,9	33,0	23,3	27,7	26,4	35,5	77	37,7	
16/04/2018 22:00	26,6	33,3	23,4	35,8	27,7	36,3	74	39,9	
16/04/2018 23:00	26,4	31,7	23,2	27,5	26,1	34,1	74	37,0	
17/04/2018 00:00	26,3	31,2	23,1	26,7	26,1	33,6	74	32,8	
17/04/2018 01:00	26,6	30,8	23,2	28,3	27,6	34,4	74	33,0	
17/04/2018 02:00	26,4	31,0	23,1	28,8	25,7	34,5	74	37,3	
17/04/2018 03:00	26,4	31,2	23,1	27,1	25,7	34,2	74	40,4	
17/04/2018 04:00	26,9	31,1	23,3	28,8	27,3	33,9	74	44,0	
17/04/2018 05:00	26,9	31,1	23,4	34,5	26,0	33,8	74	47,2	
17/04/2018 06:00	39,0	64,1	33,3	58,7	50,1	76,2	74	57,3	
17/04/2018 07:00	40,0	62,6	37,0	55,7	45,5	66,5	77	64,5	
17/04/2018 08:00	37,0	65,4	31,8	57,7	45,4	74,8	77	58,8	
17/04/2018 09:00	32,4	51,5	31,3	51,0	33,5	54,6	77	62,9	
17/04/2018 10:00	33,7	57,0	29,2	51,6	43,9	68,8	77	56,8	

Lw D (diurno)	35,0	31,2	42,9	LAeq D	58,5
Lw N (notturno)	31,1	26,3	40,7	LAeq N	41,5
Lmax D	65,4	60,1	74,8	LAeq max D	64,5
Lmax N	64,1	58,7	76,2	LAeq max N	47,2

### Vibrazioni

Il monitoraggio vibrazionale Post Operam presso il ricettore "VIC 01" è stato svolto per 24 h in continuo, a partire dalle ore 10:30 del 16/04/2018, all'interno di un vano al piano terra (garage) di un immobile residenziale.

Durante il periodo diurno non sono stati rilevati superamenti del livello limite delle accelerazioni ponderate in frequenza per edifici a destinazione d'uso residenziale suggerito dalla Norma UNI 9614:1990, ovvero 77 dB per il periodo diurno.

E' stato invece rilevato un solo superamento al limite di 74 dB nel periodo notturno registrato alle 06:58 con un livello di accelerazione ponderata riferita all'asse Z pari a 76,2 dB, tuttavia tale valore è dovuto ad un evento locale estraneo alla sorgente ferroviaria indagata.

Si evidenzia l'azionamento di un impianto dalle 12:20 del 16 aprile alle 06:40 circa del giorno successivo, visibile particolarmente nella time history dell'accelerazione sull'asse Z.

### Rumore

Il monitoraggio della componente rumore è stato effettuato presso il medesimo ricettore "RUC 01" per un periodo di 24 h in continuo, a partire dalle ore 10:30 del 16/04/2018, con posizionamento del microfono in corrispondenza del balcone al piano primo ad un'altezza di 4,5 m.

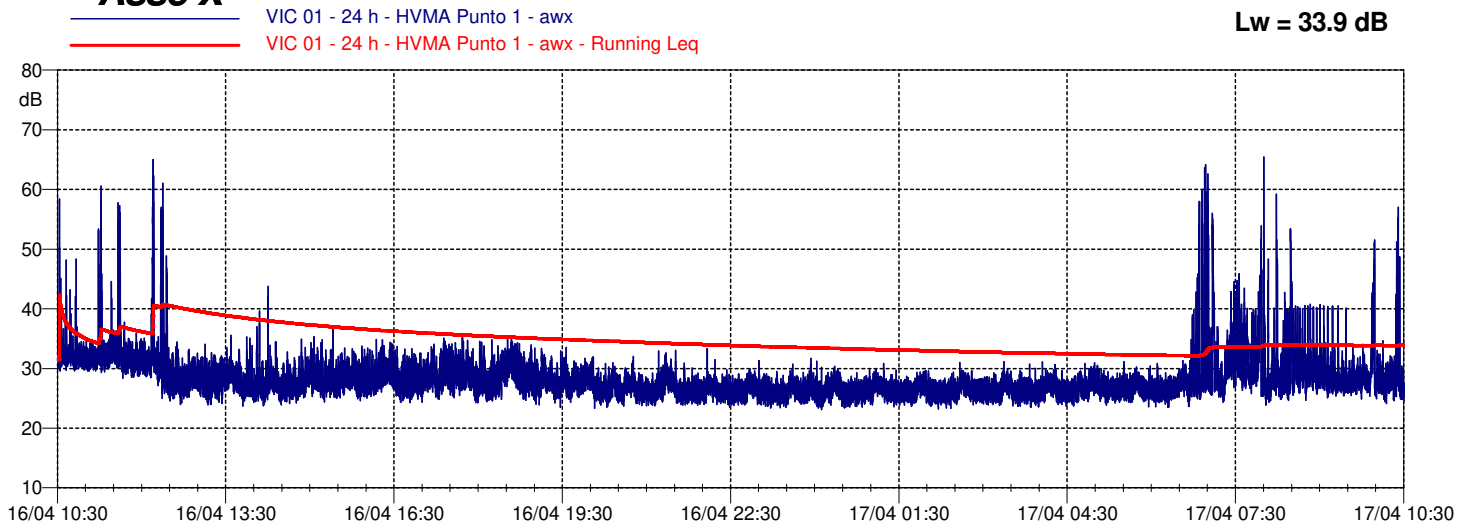
Nel periodo di monitoraggio si è rilevato il rispetto dei limiti previsti per la zona territoriale di inserimento del ricettore, pari a 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni.

## Elaborazioni grafiche

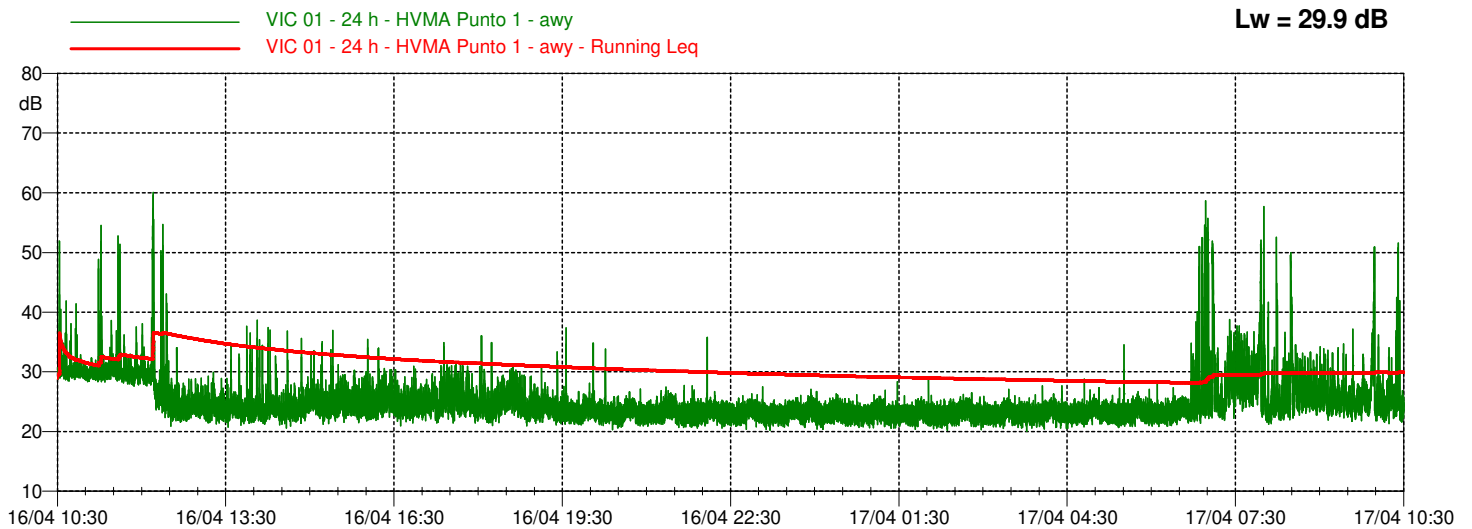
## LIVELLI VIBRAZIONALI - TIME HISTORY

### VIC 01 - 24 h (Piano terra)

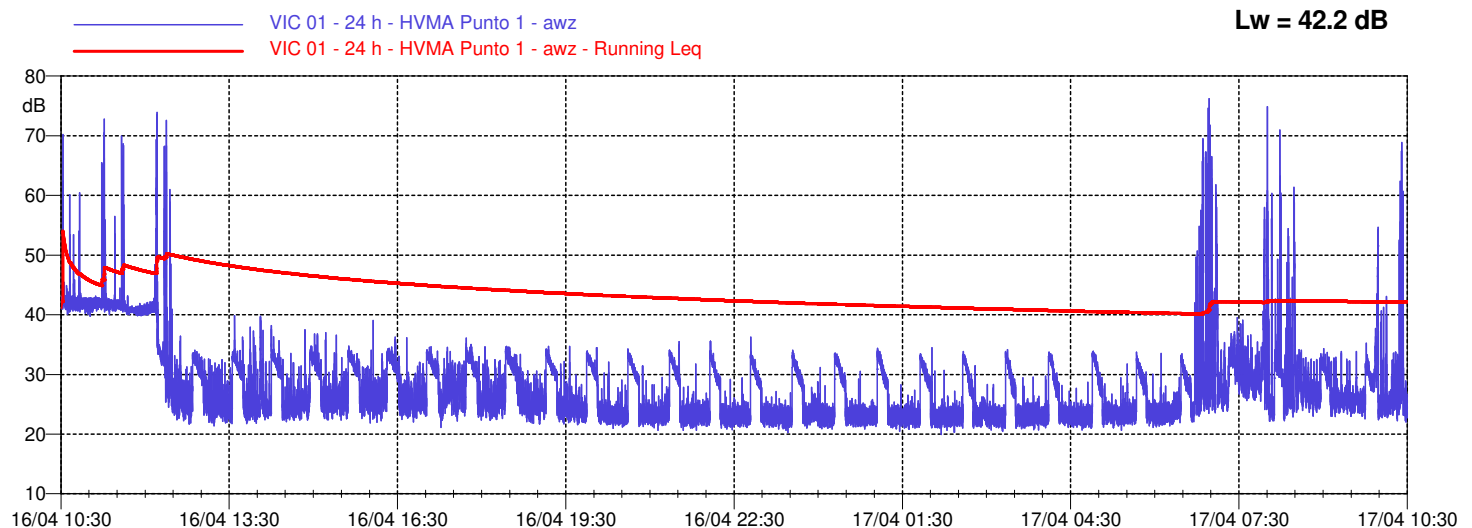
#### Asse X



#### Asse Y

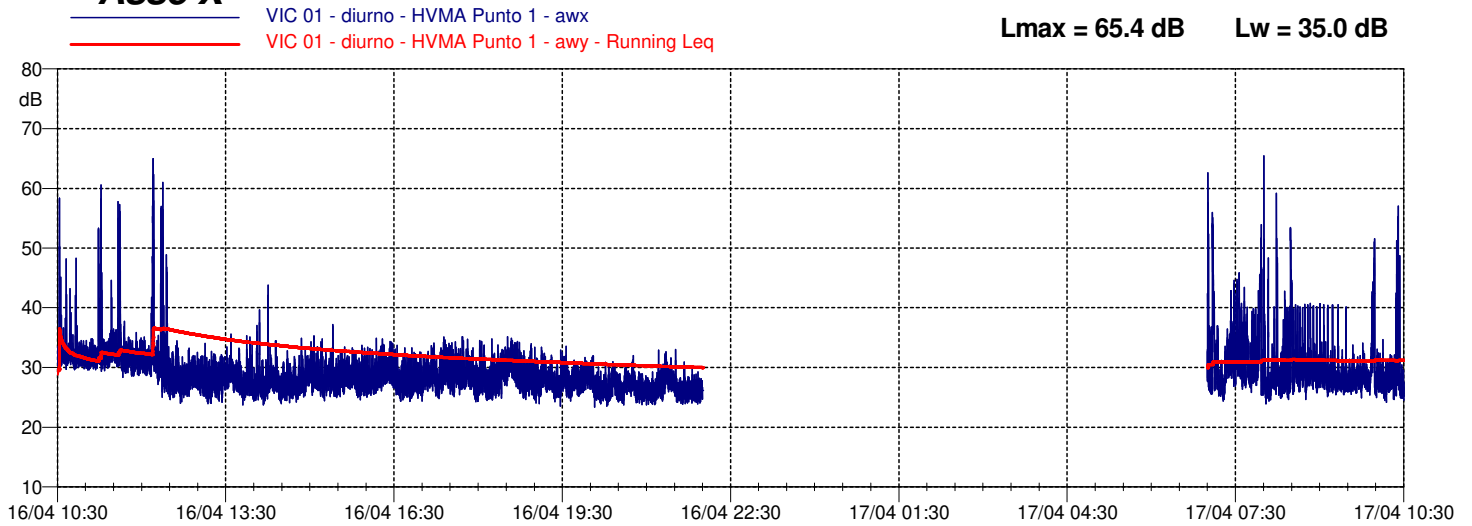


#### Asse Z

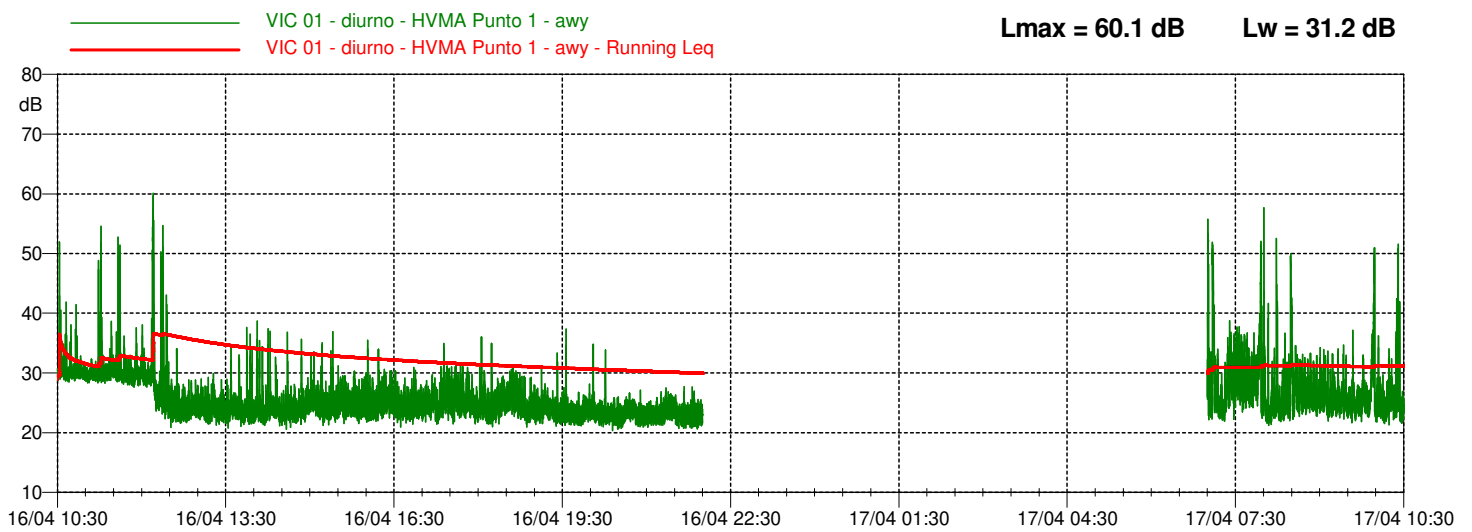


## Periodo diurno (07:00-22:00)

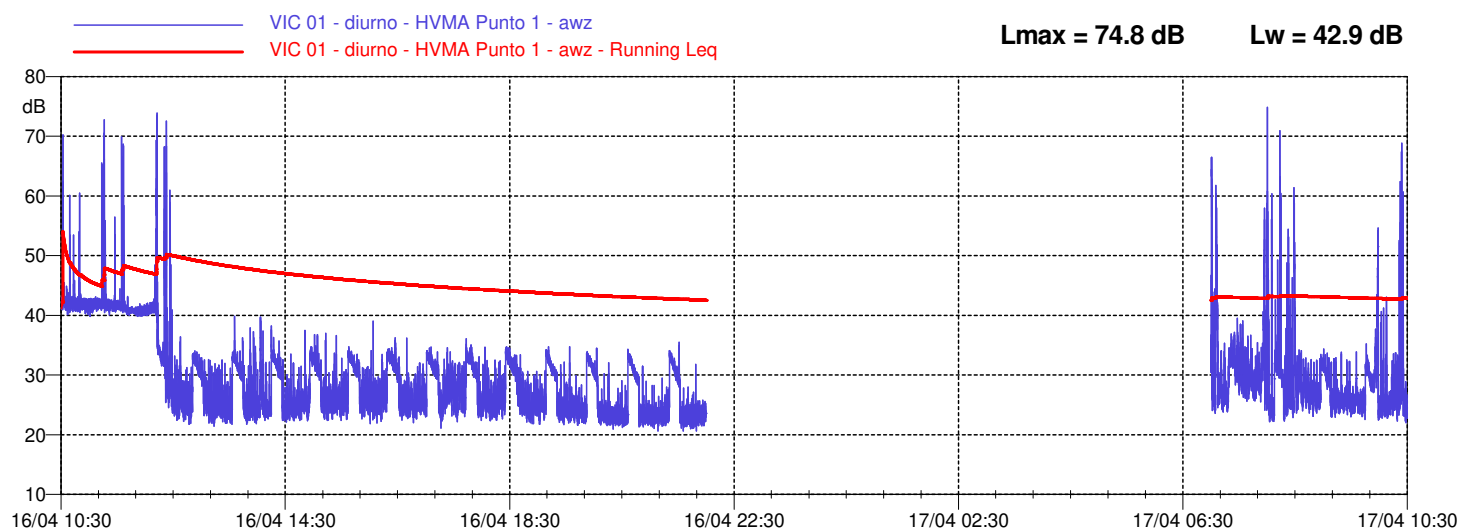
### Asse X



### Asse Y



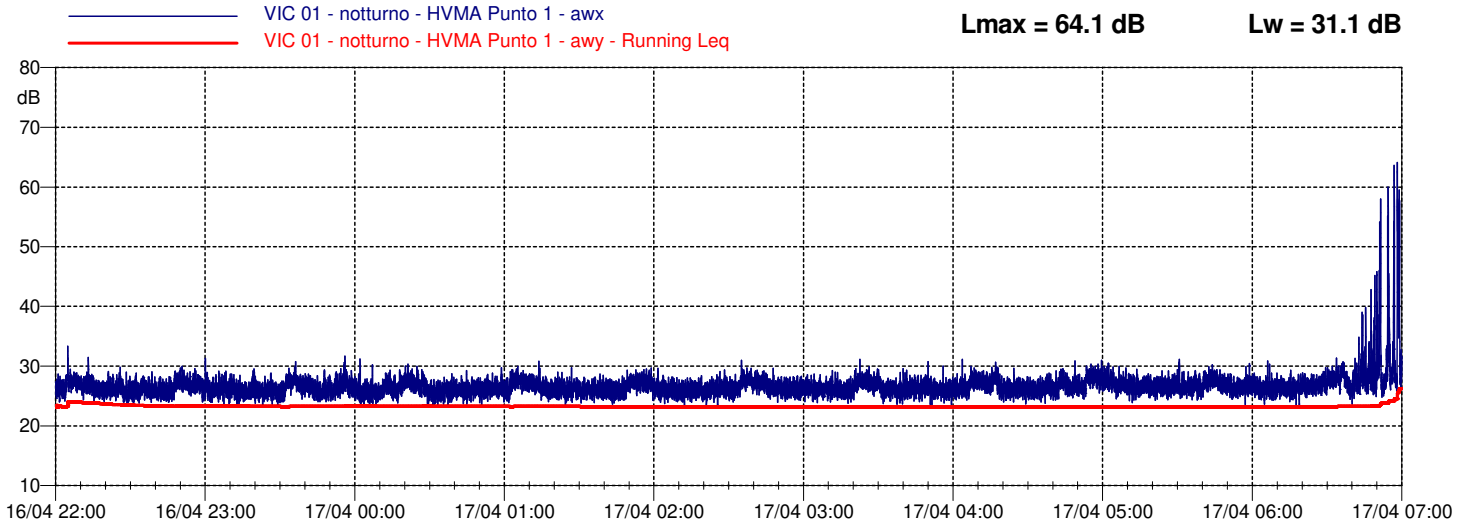
### Asse Z



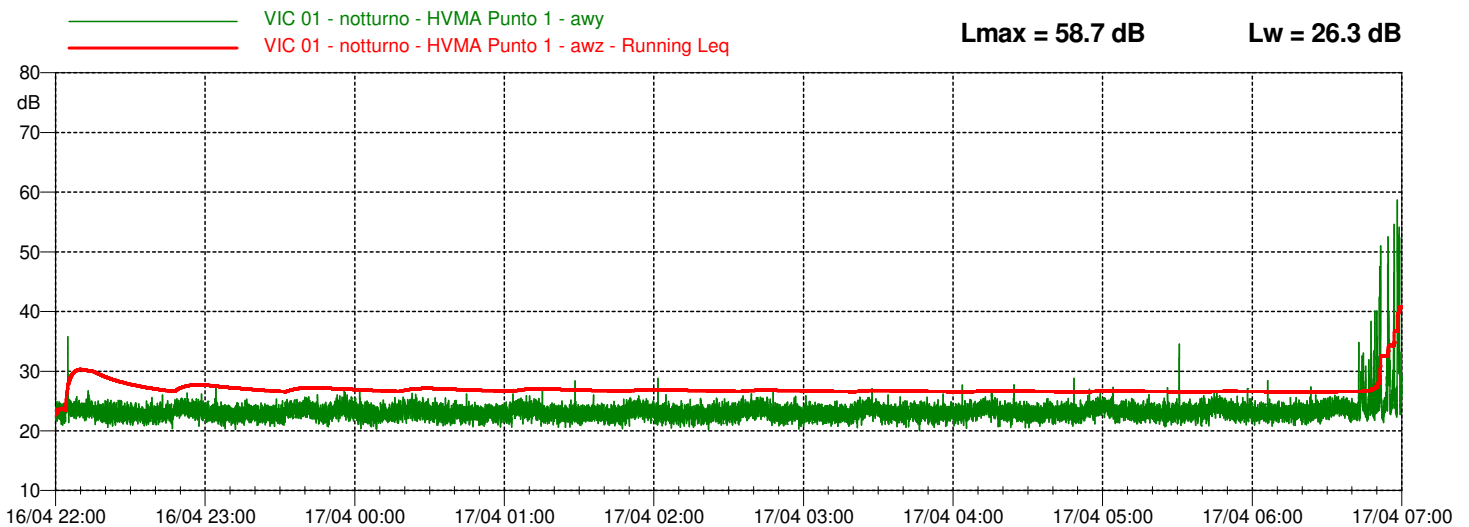


## Periodo notturno (22:00-07:00)

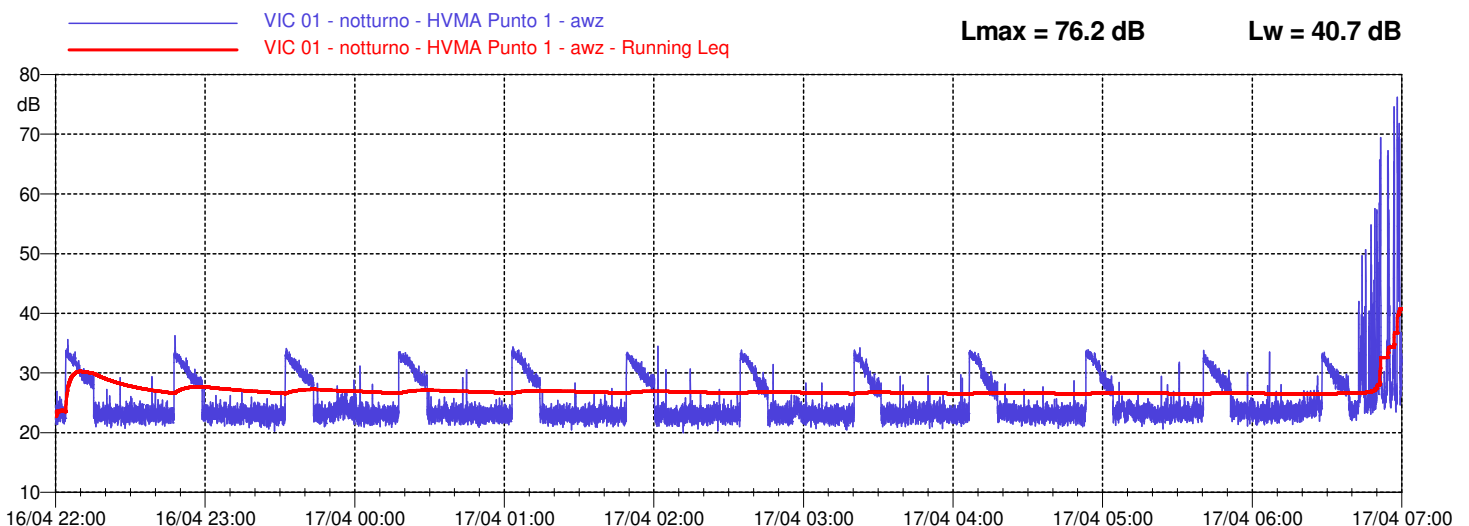
### Asse X



### Asse Y



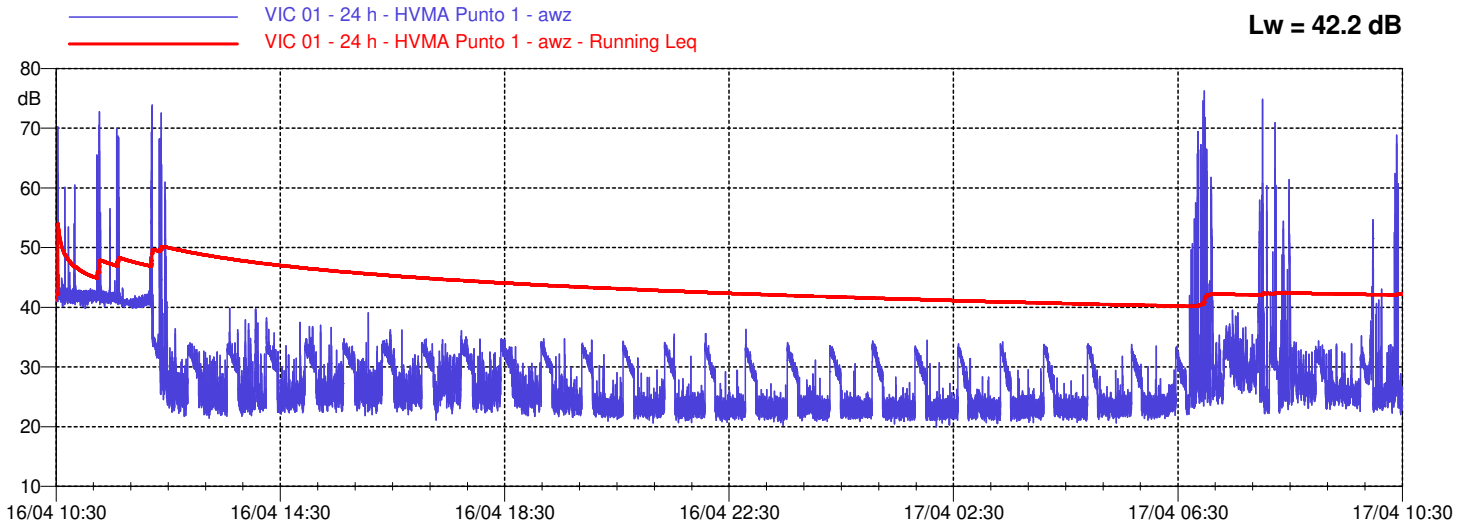
### Asse Z



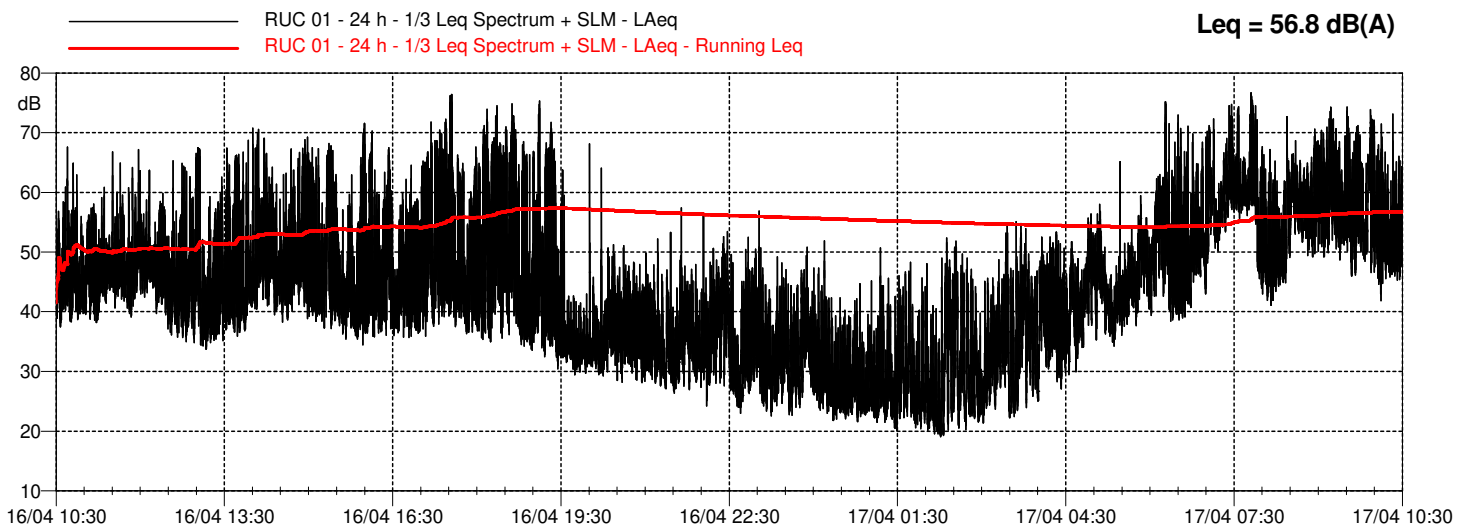


## 24 h - confronto vibrazioni (sopra) - rumore esterno (sotto)

### VIC-01 24 h - asse z



### RUC 01 - 24 h



## Livelli vibrazionali - Analisi oraria

16/04/2018 10:30-11:00

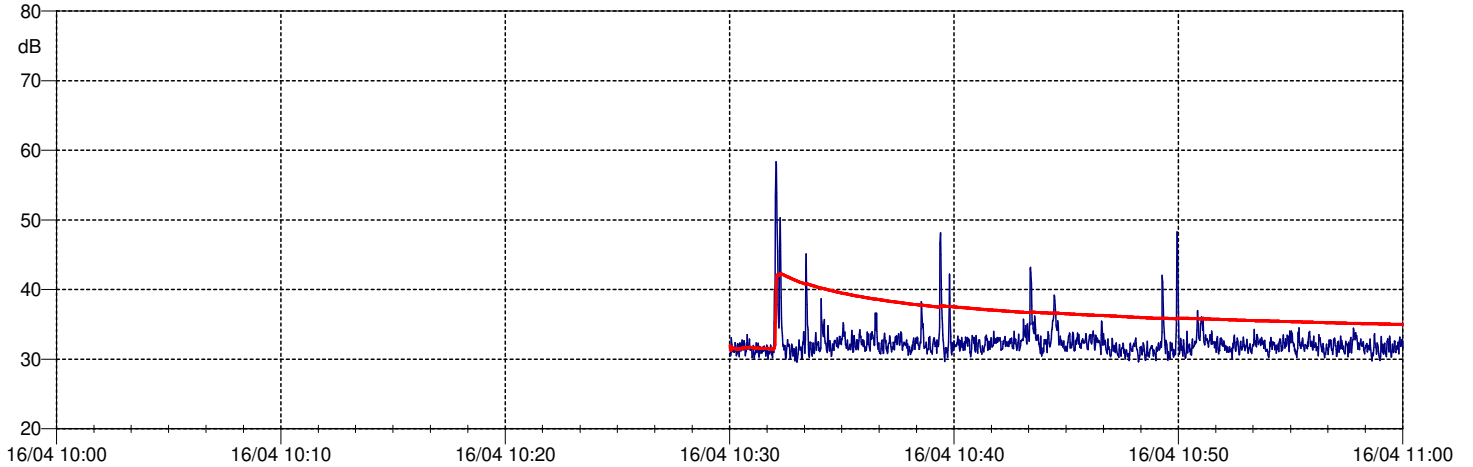
### Asse X

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx

Lmax = 58.4 dB

Lw = 35.0 dB

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq



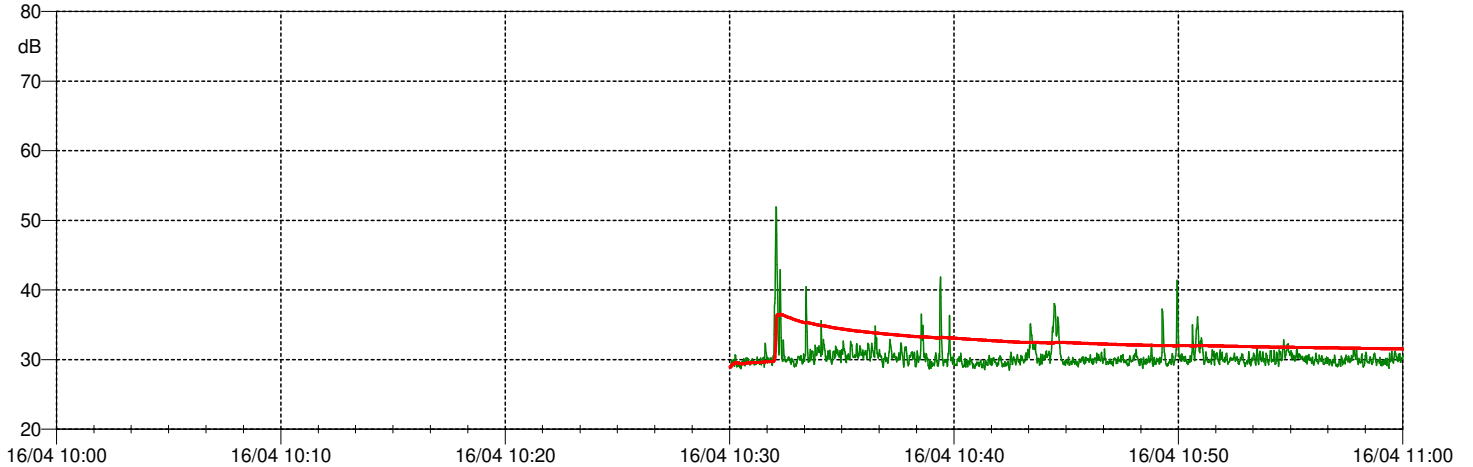
### Asse Y

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy

Lmax = 51.9 dB

Lw = 31.5 dB

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq



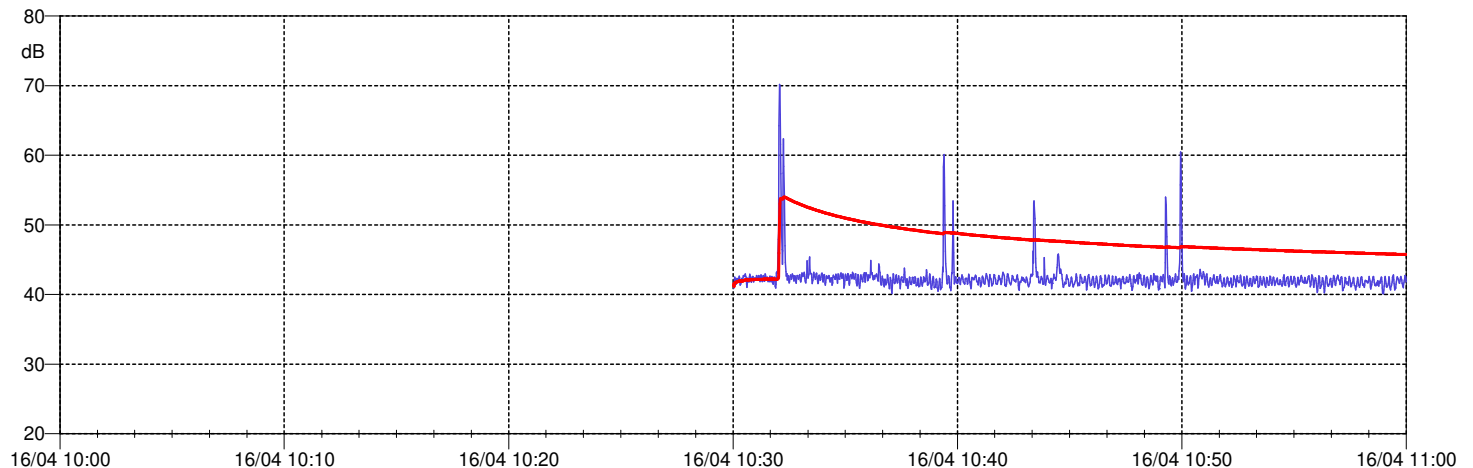
### Asse Z

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz

Lmax = 70.2 dB

Lw = 45.8 dB

(1) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

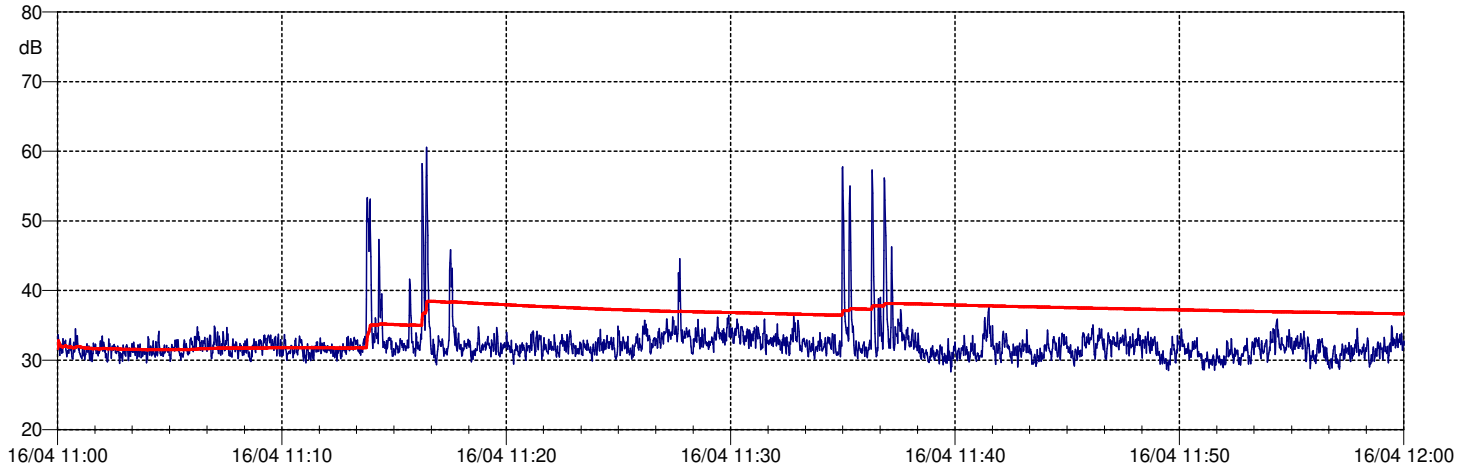


16/04/2018 11:00-12:00

### Asse X

(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

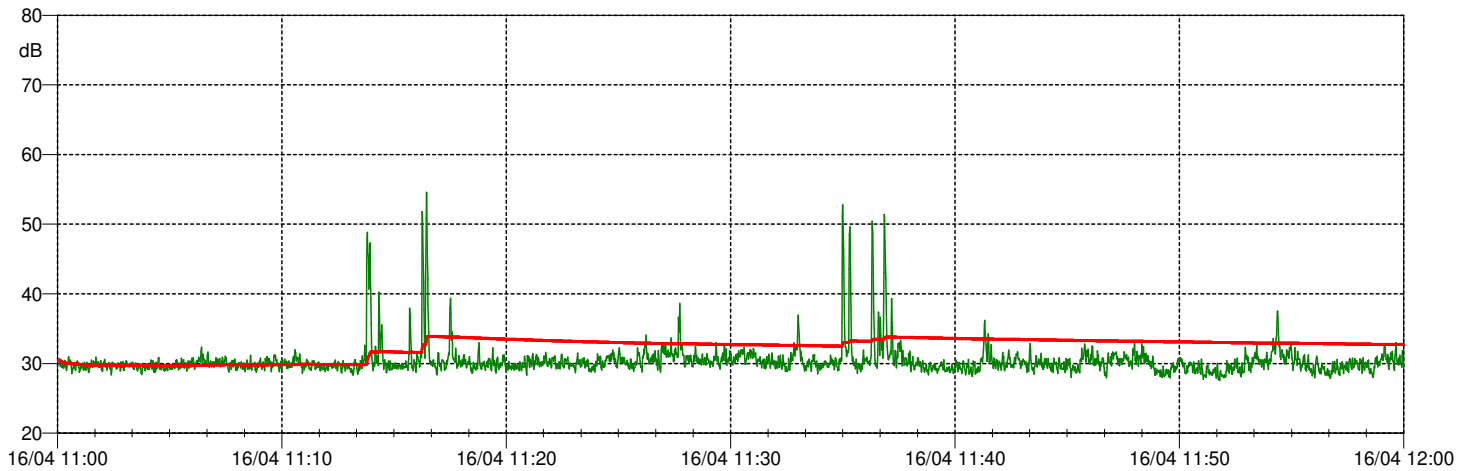
**Lmax = 60.5 dB**      **Lw = 36.7 dB**



### Asse Y

(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

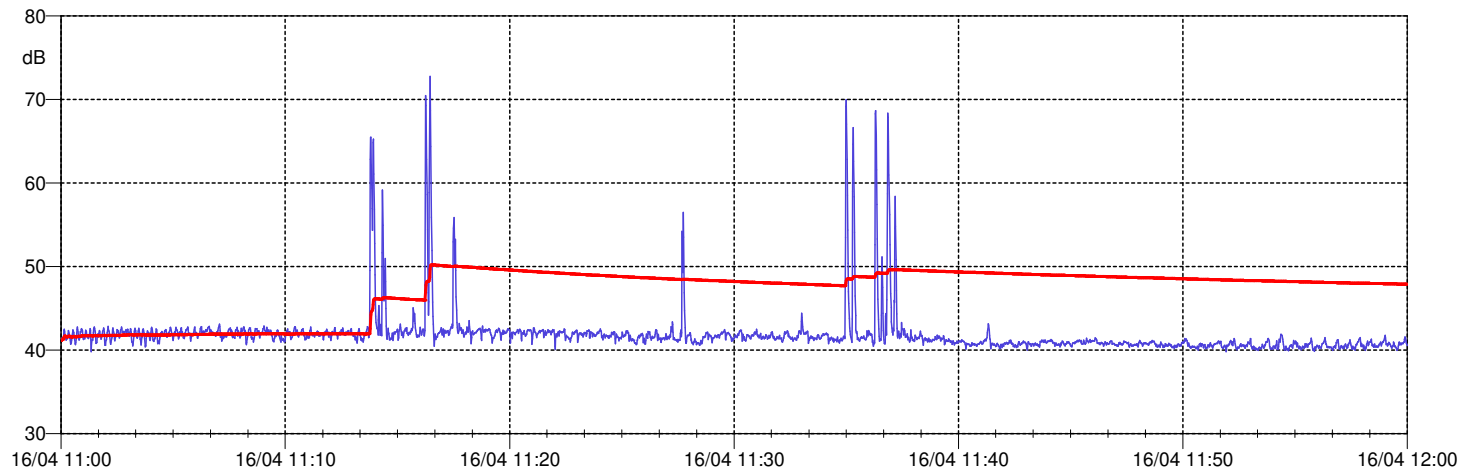
**Lmax = 54.5 dB**      **Lw = 32.7 dB**



### Asse Z

(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(2) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 72.8 dB**      **Lw = 47.9 dB**



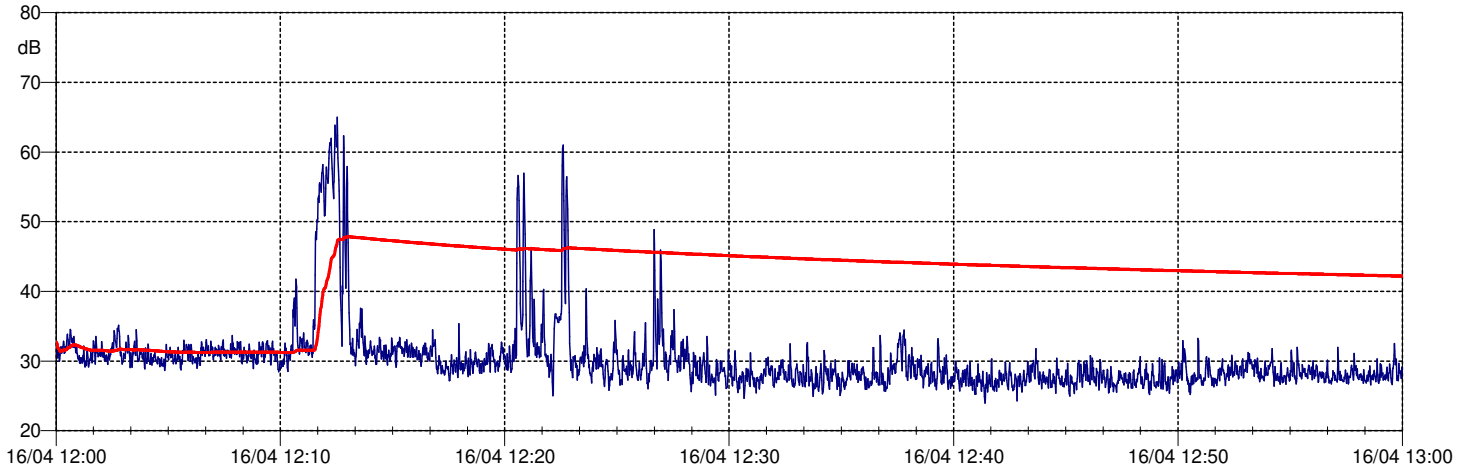
**16/04/2018 12:00-13:00**

**Asse X**

(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 65.0 dB**

**Lw = 42.2 dB**

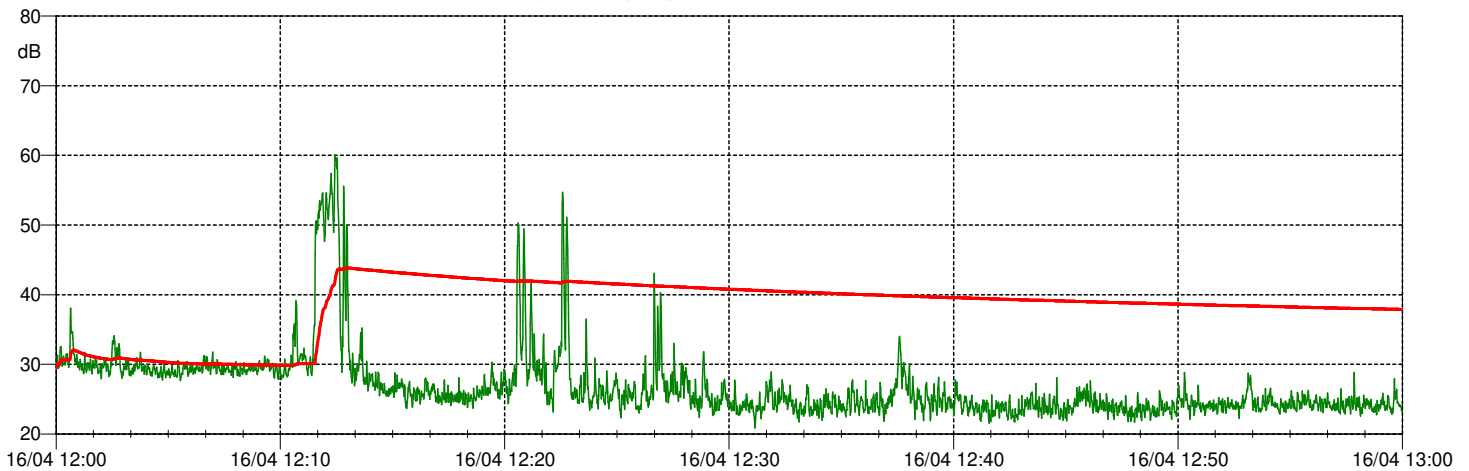


**Asse Y**

(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 60.1 dB**

**Lw = 37.9 dB**

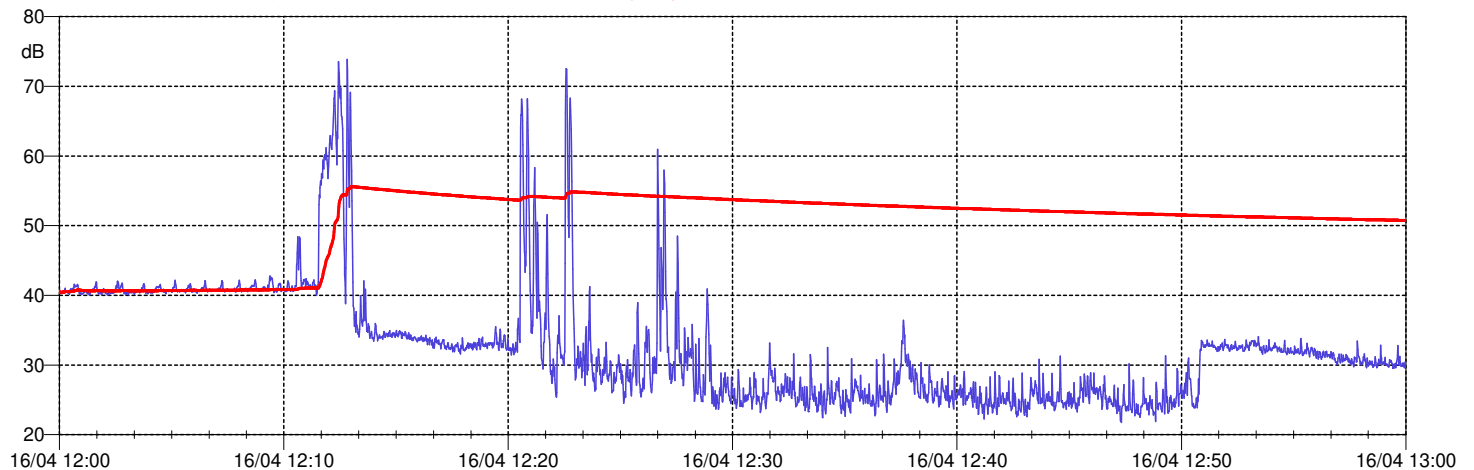


**Asse Z**

(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(3) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 73.9 dB**

**Lw = 50.7 dB**



16/04/2018 13:00-14:00

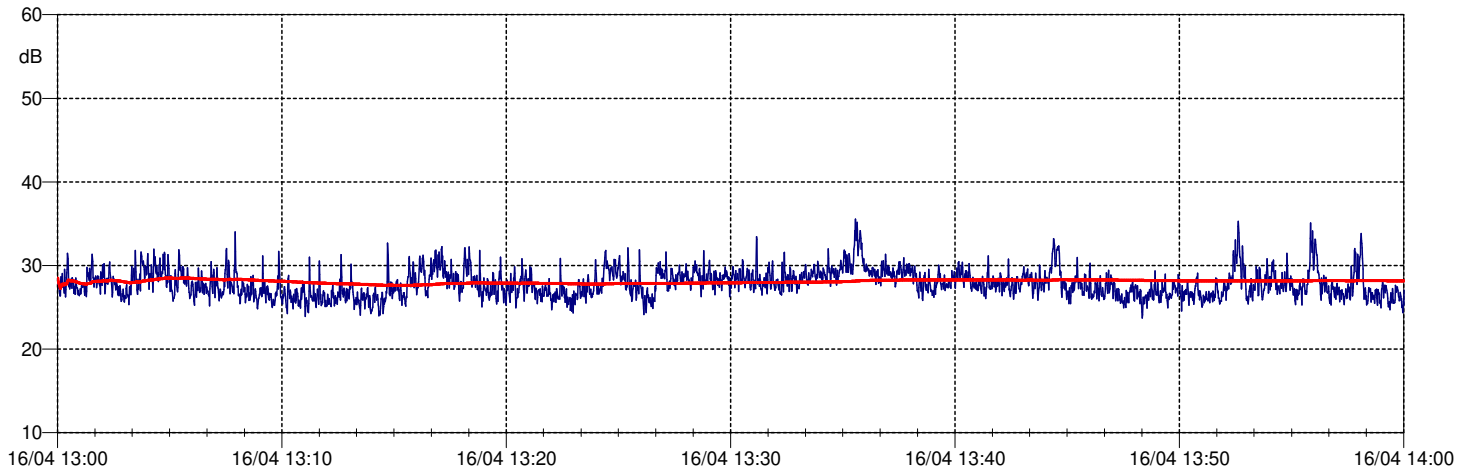
**Asse X**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx

**Lmax = 35.6 dB**

**Lw = 28.2 dB**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq



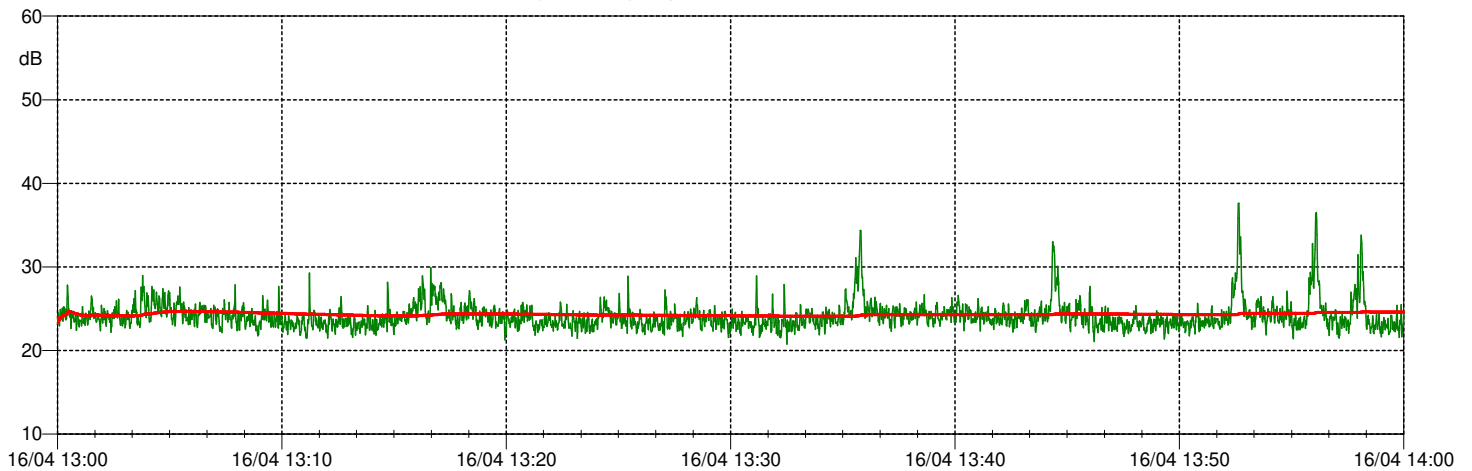
**Asse Y**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy

**Lmax = 37.6 dB**

**Lw = 24.6 dB**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq



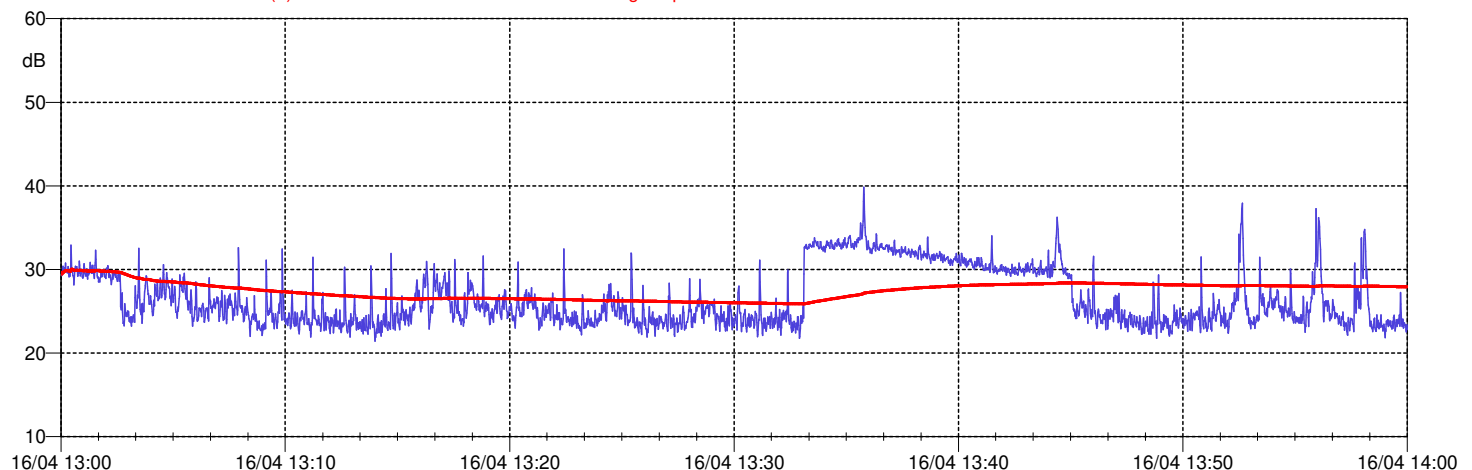
**Asse Z**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz

**Lmax = 39.8 dB**

**Lw = 27.9 dB**

(4) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

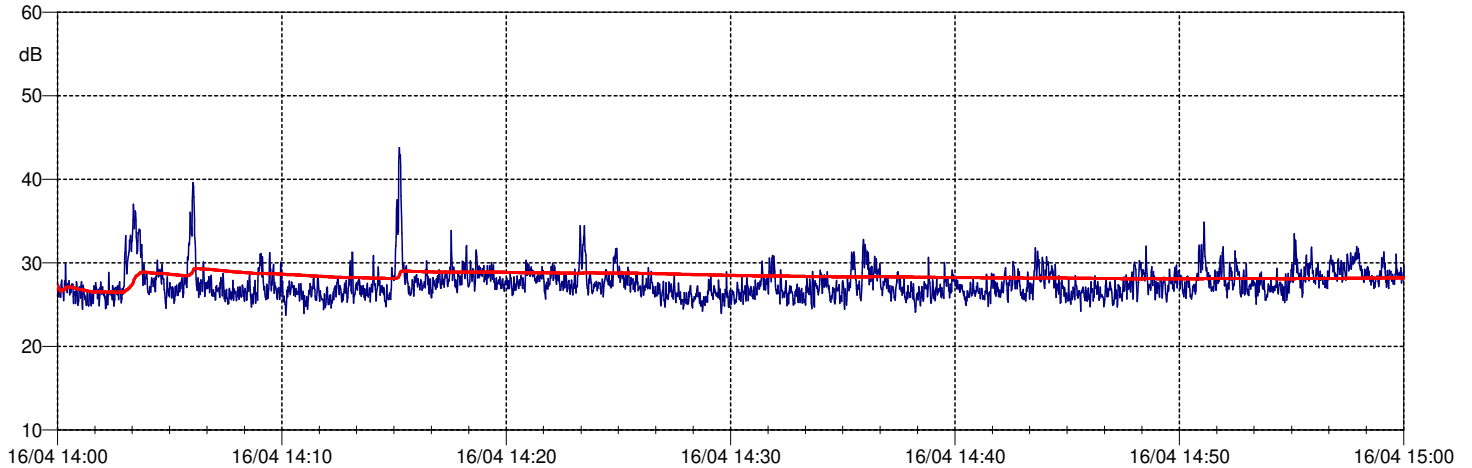


**16/04/2018 14:00-15:00**

**Asse X**

(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

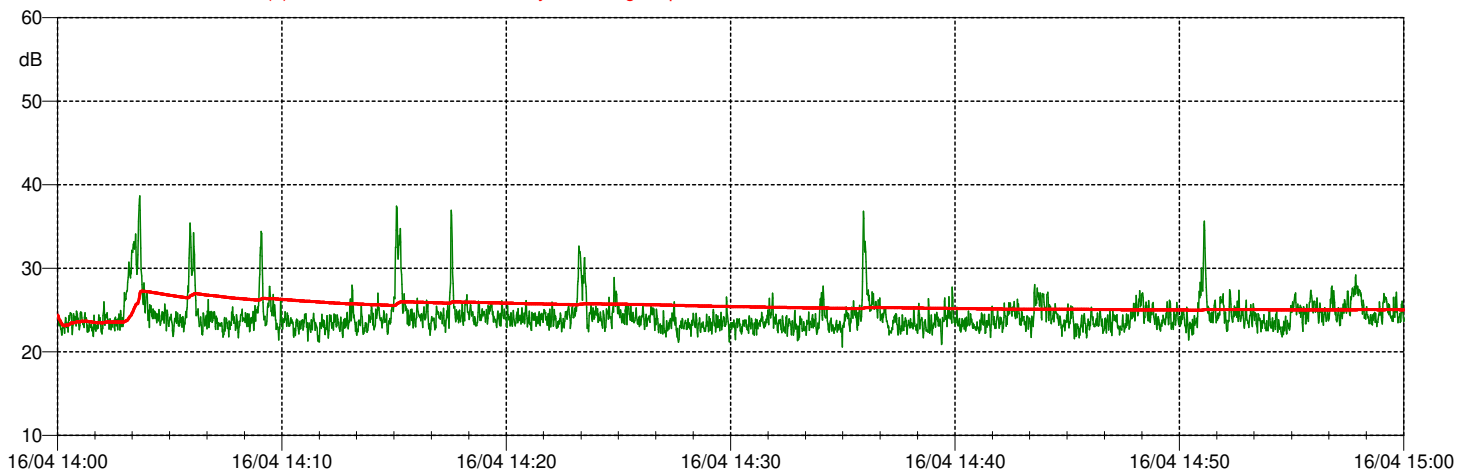
**Lmax = 43.8 dB      Lw = 28.2 dB**



**Asse Y**

(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

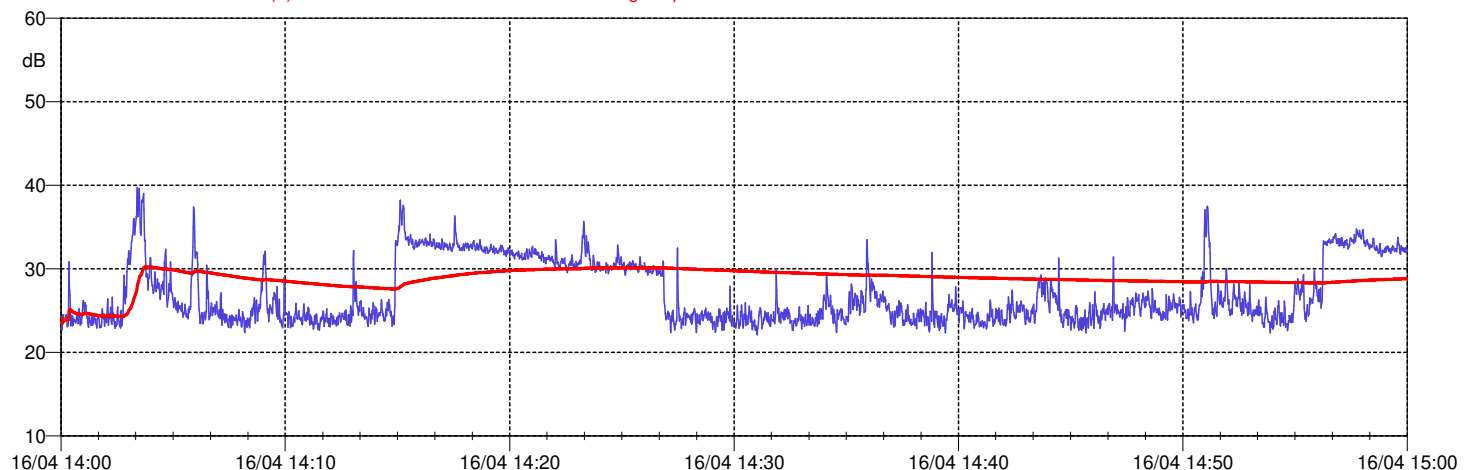
**Lmax = 38.7 dB      Lw = 25.0 dB**



**Asse Z**

(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(5) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 39.7 dB      Lw = 28.8 dB**



**16/04/2018 15:00-16:00**

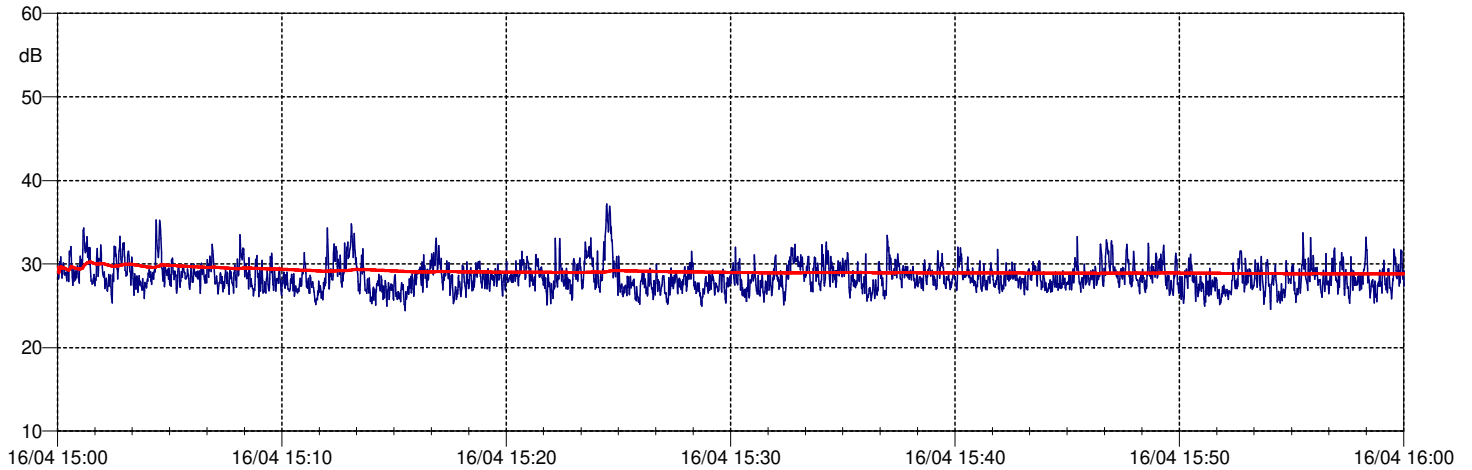
**Asse X**

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 37.2 dB**

**Lw = 28.8 dB**



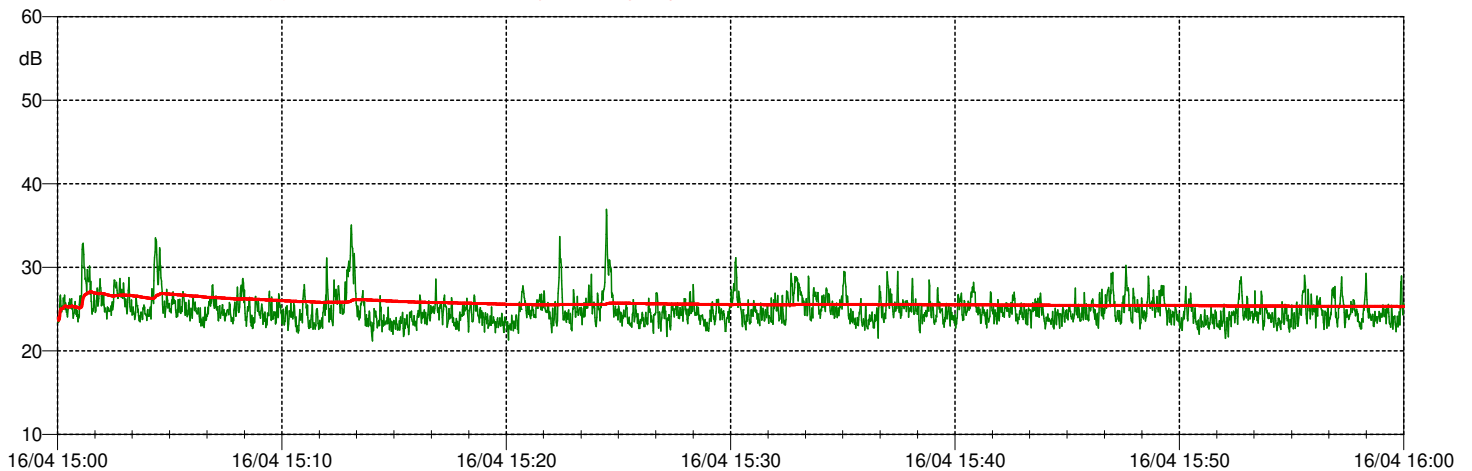
**Asse Y**

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 36.9 dB**

**Lw = 25.3 dB**



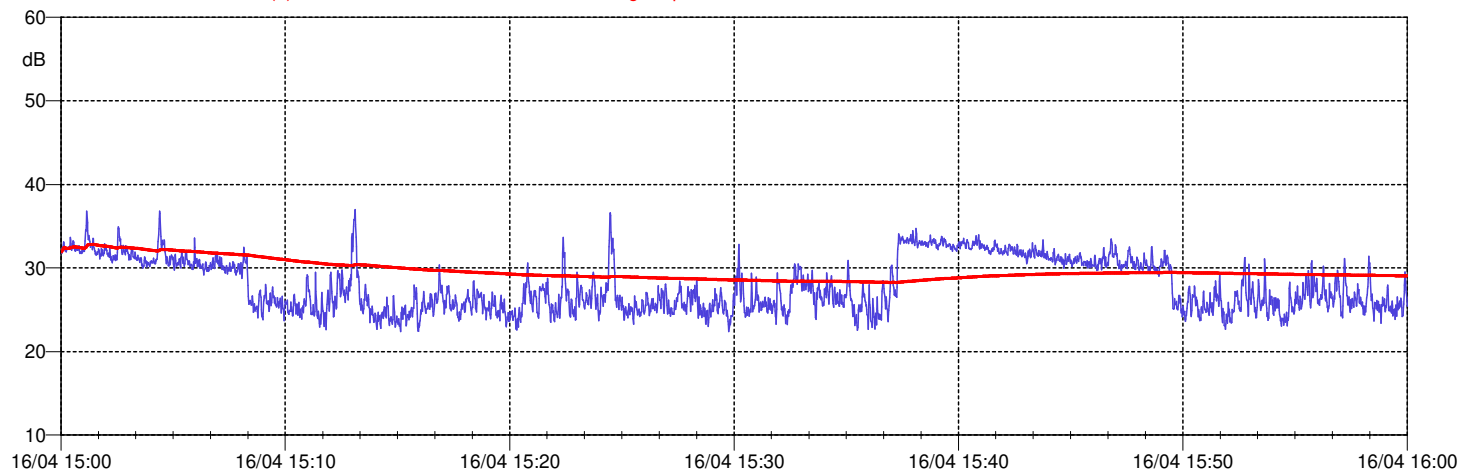
**Asse Z**

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz

(6) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 37.0 dB**

**Lw = 29.1 dB**





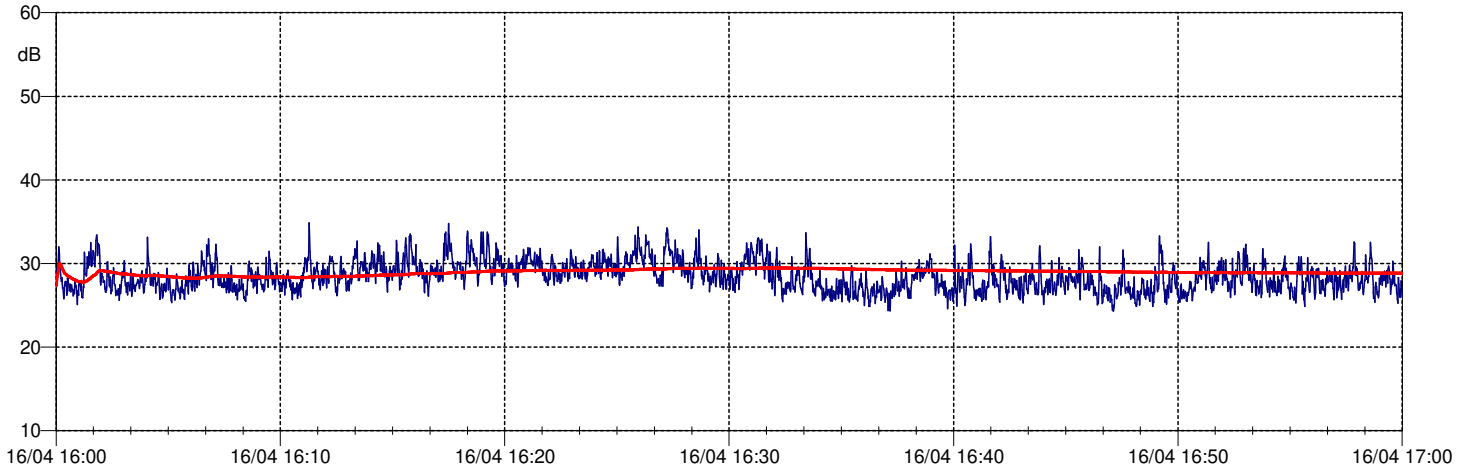
**16/04/2018 16:00-17:00**

**Asse X**

(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 34.9 dB**

**Lw = 28.8 dB**

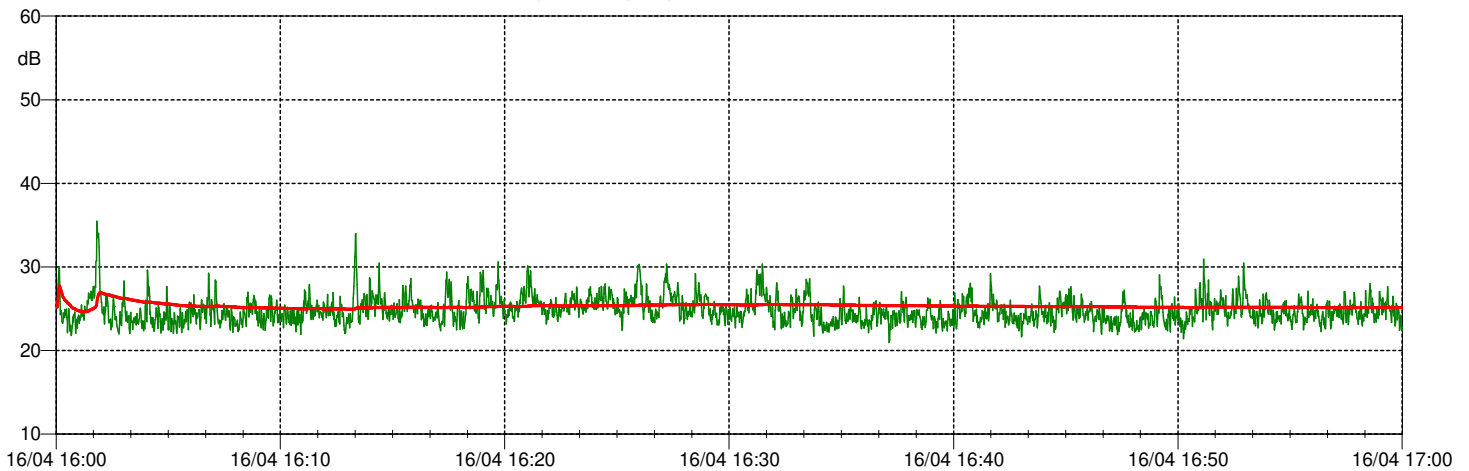


**Asse Y**

(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 35.5 dB**

**Lw = 25.1 dB**

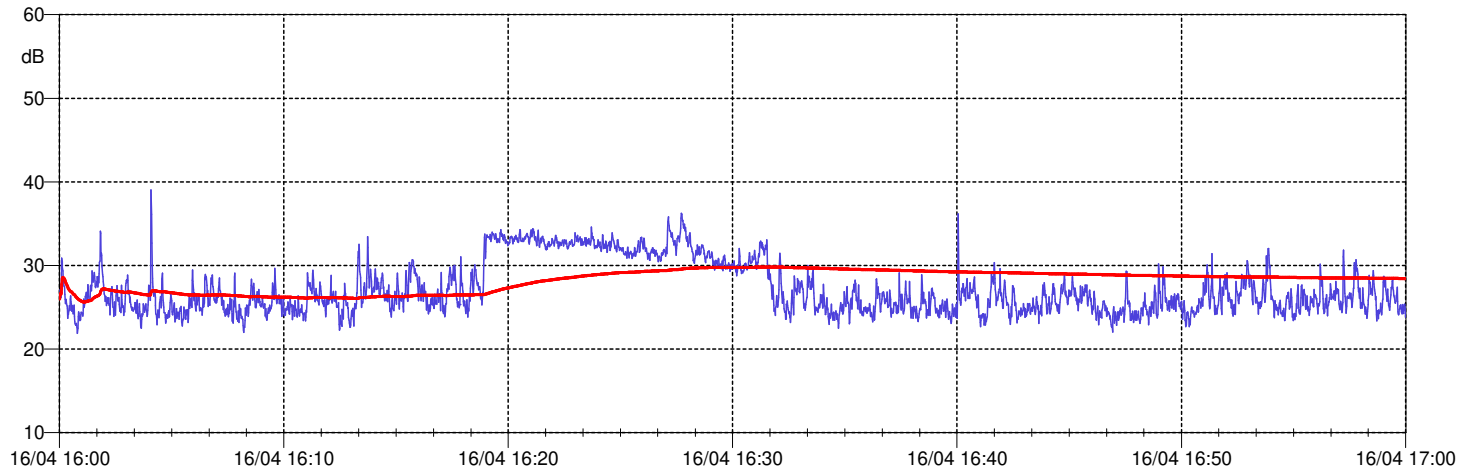


**Asse Z**

(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(7) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 39.0 dB**

**Lw = 28.4 dB**



16/04/2018 17:00-18:00

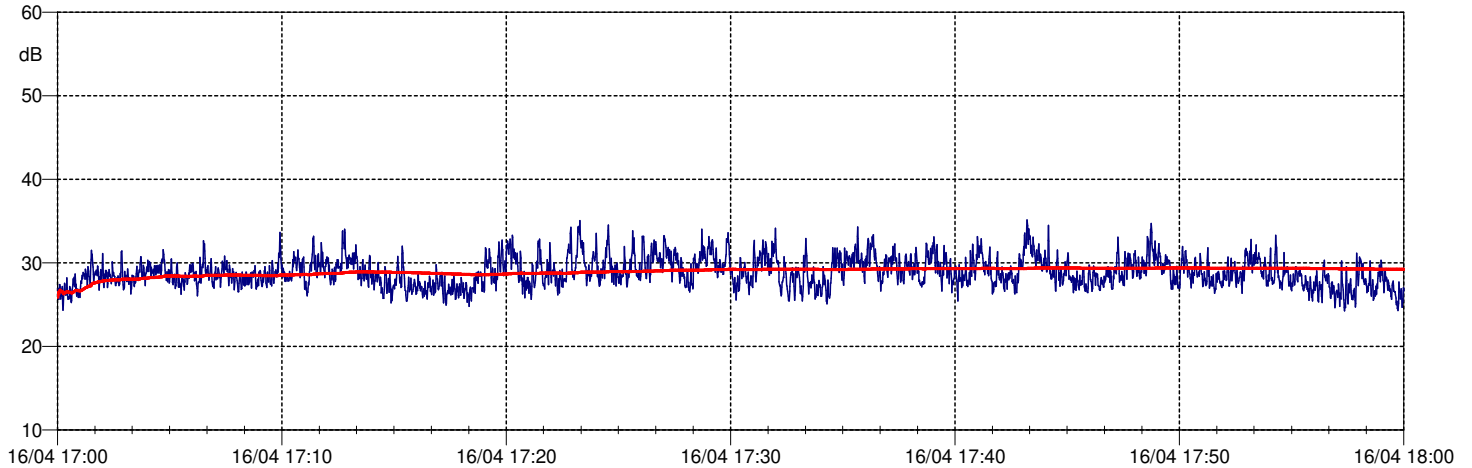
### Asse X

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

Lmax = 35.2 dB

Lw = 29.2 dB



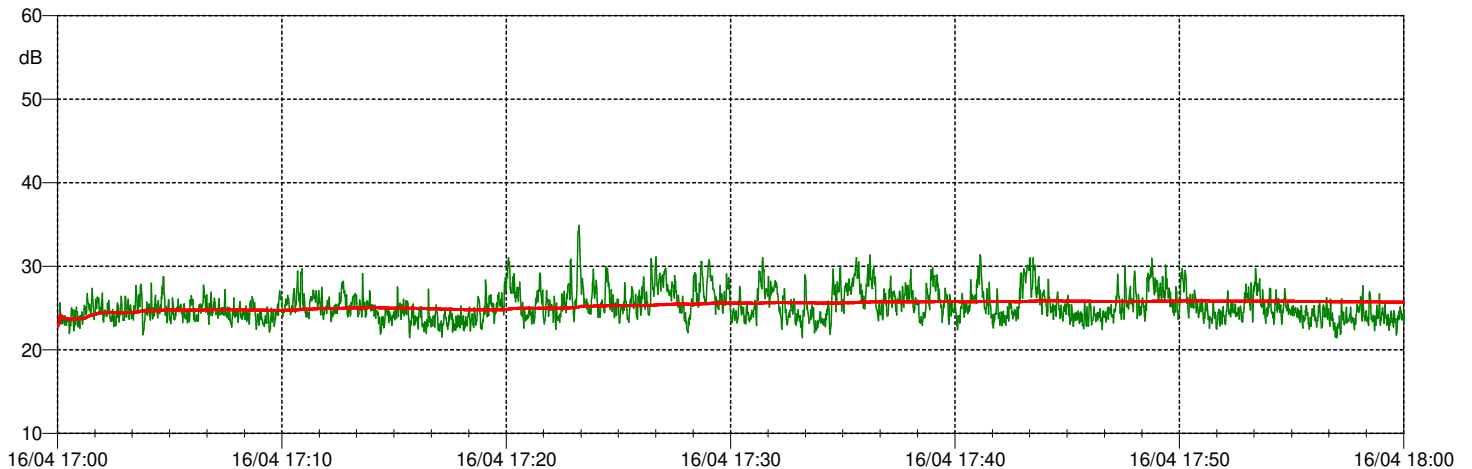
### Asse Y

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

Lmax = 34.9 dB

Lw = 25.7 dB



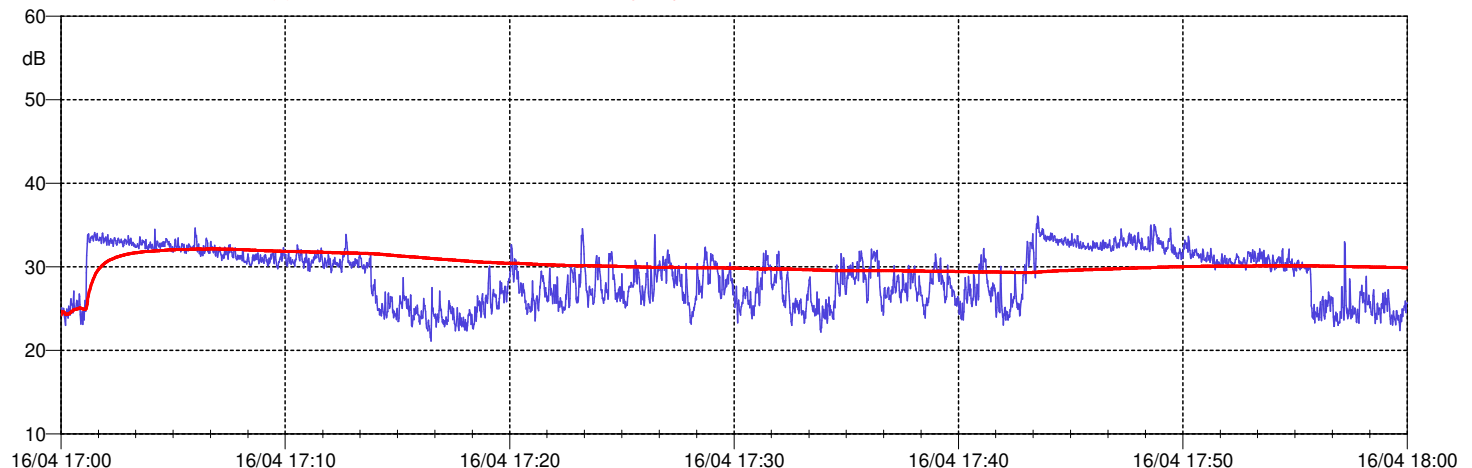
### Asse Z

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz

(8) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

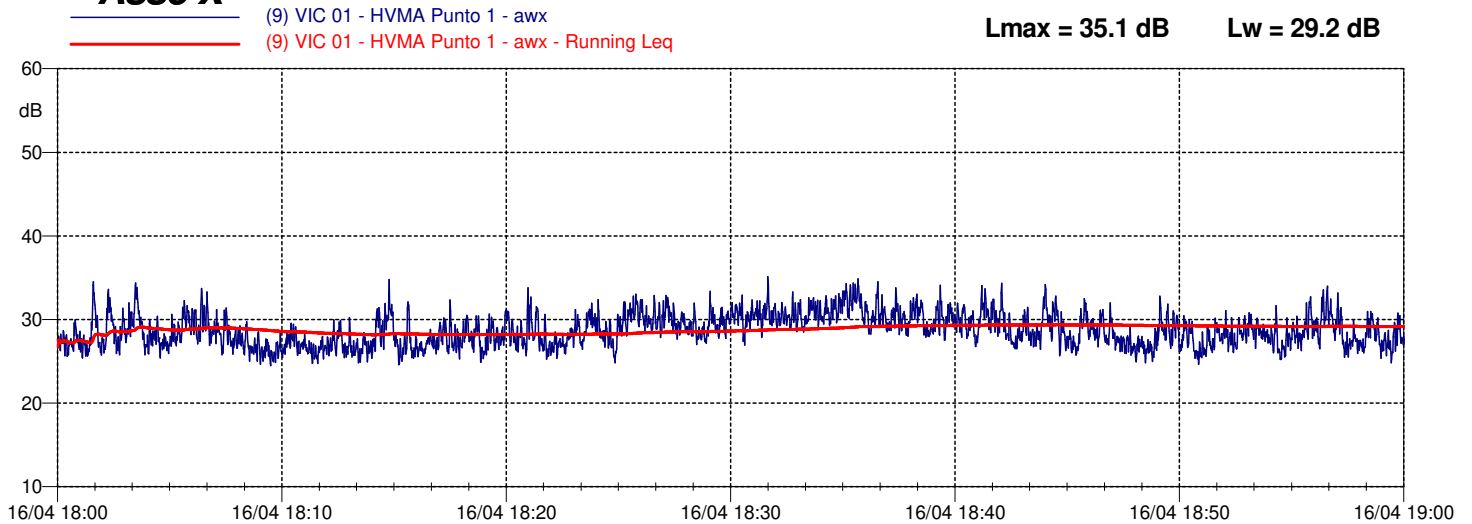
Lmax = 36.1 dB

Lw = 0.0 dB

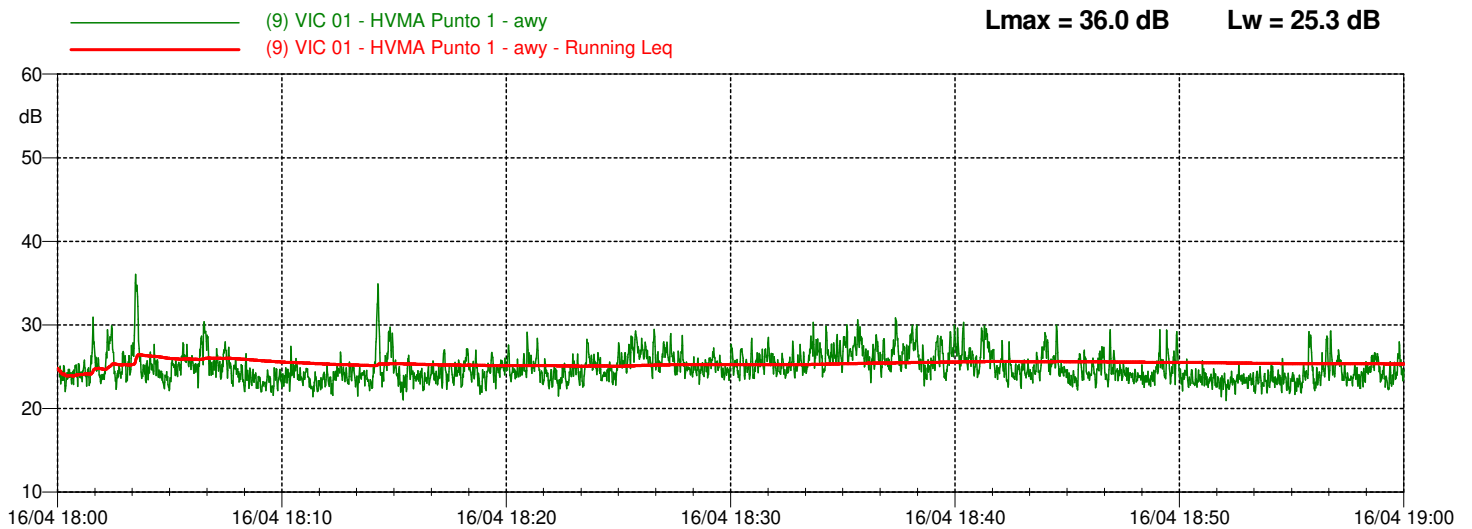


16/04/2018 18:00-19:00

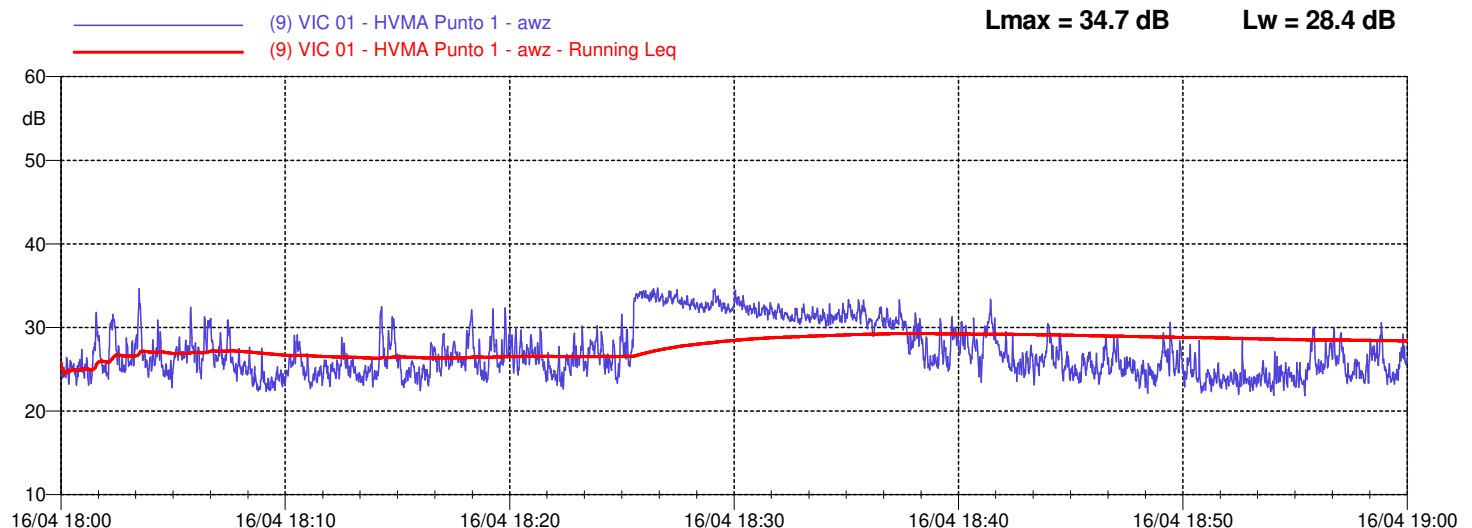
### Asse X



### Asse Y

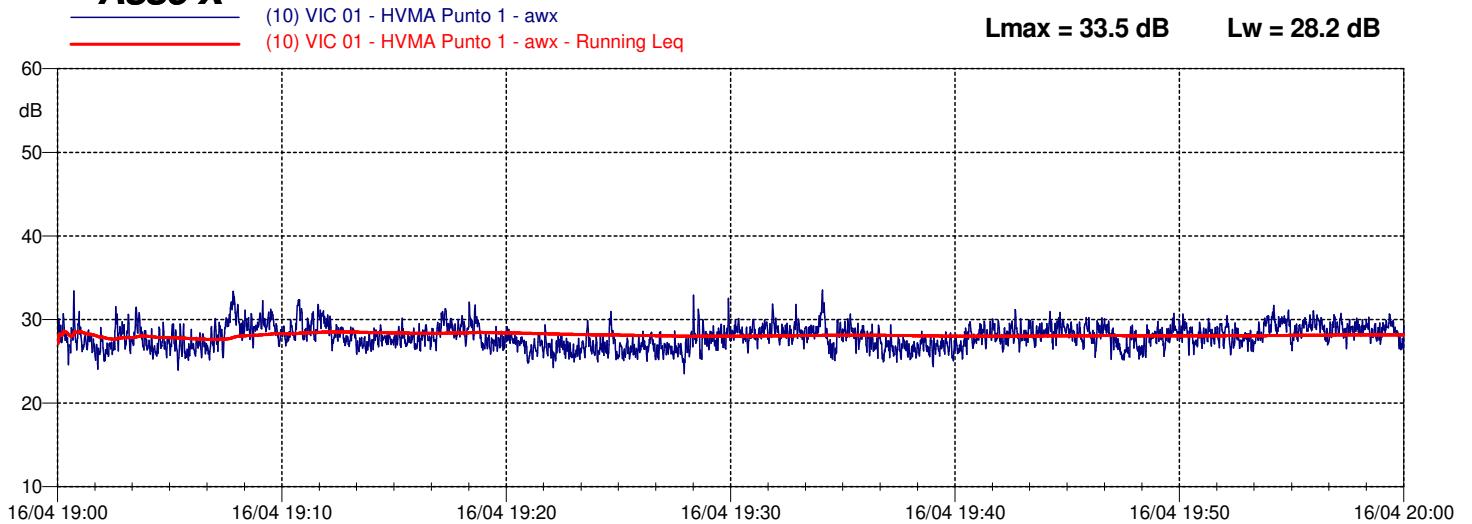


### Asse Z

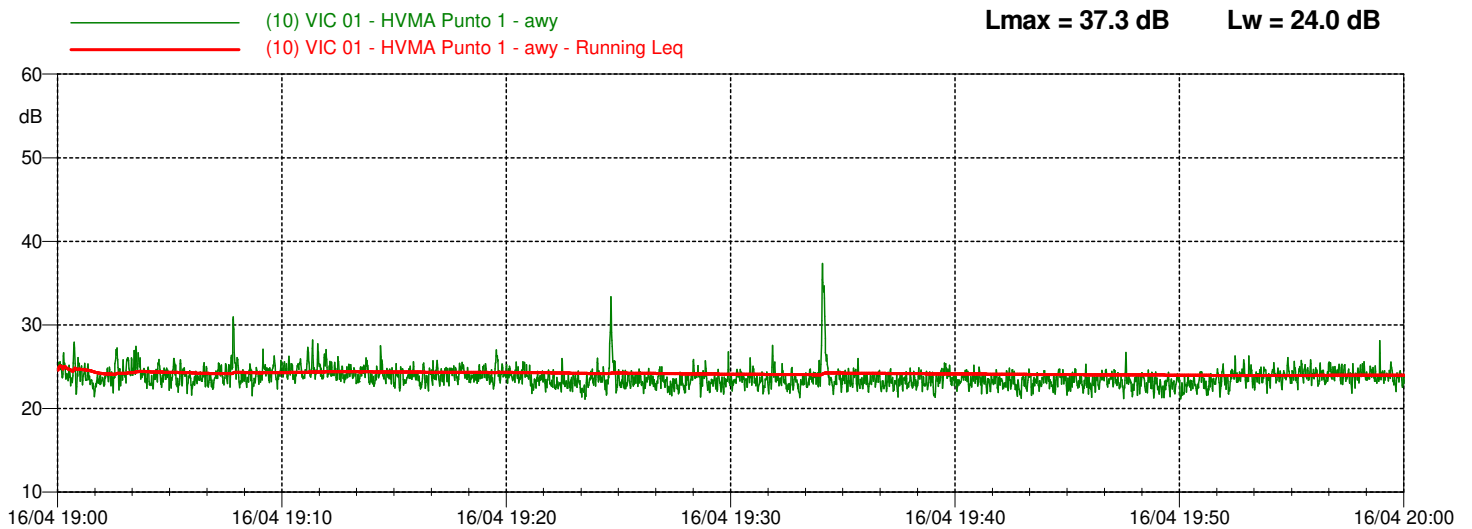


**16/04/2018 19:00-20:00**

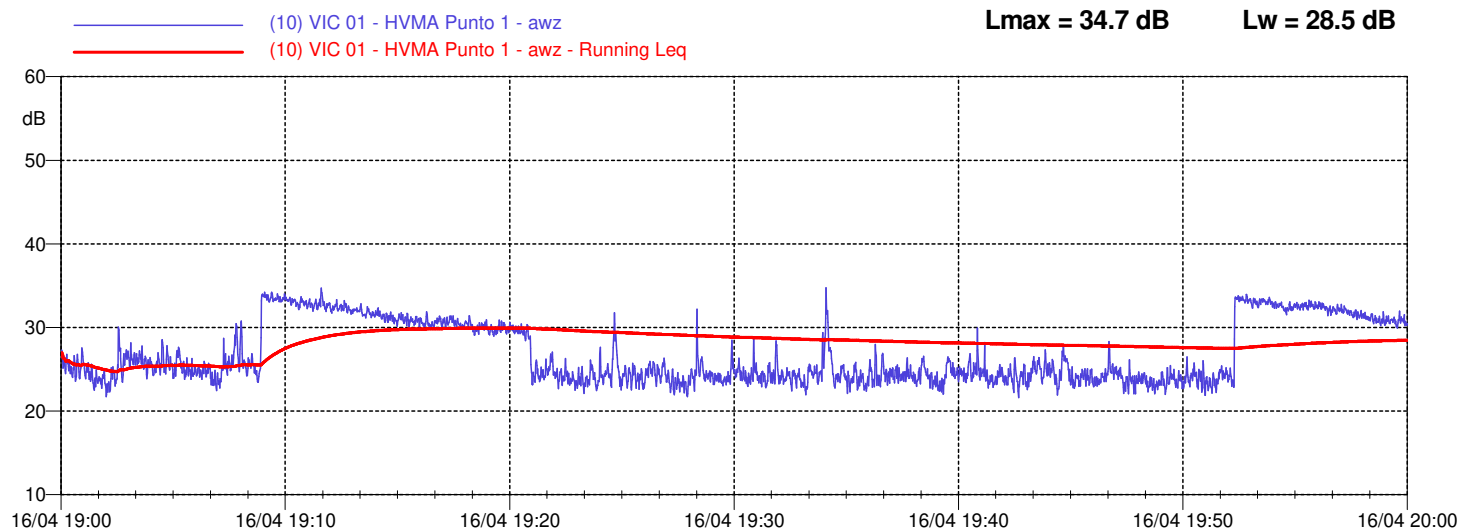
**Asse X**



**Asse Y**

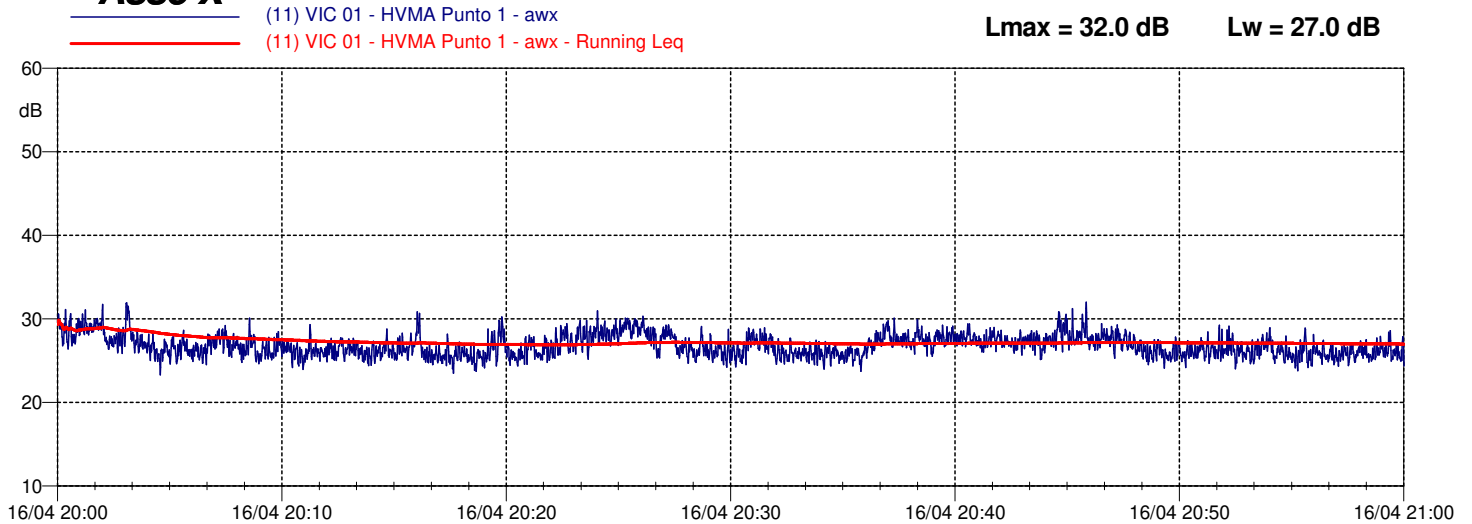


**Asse Z**

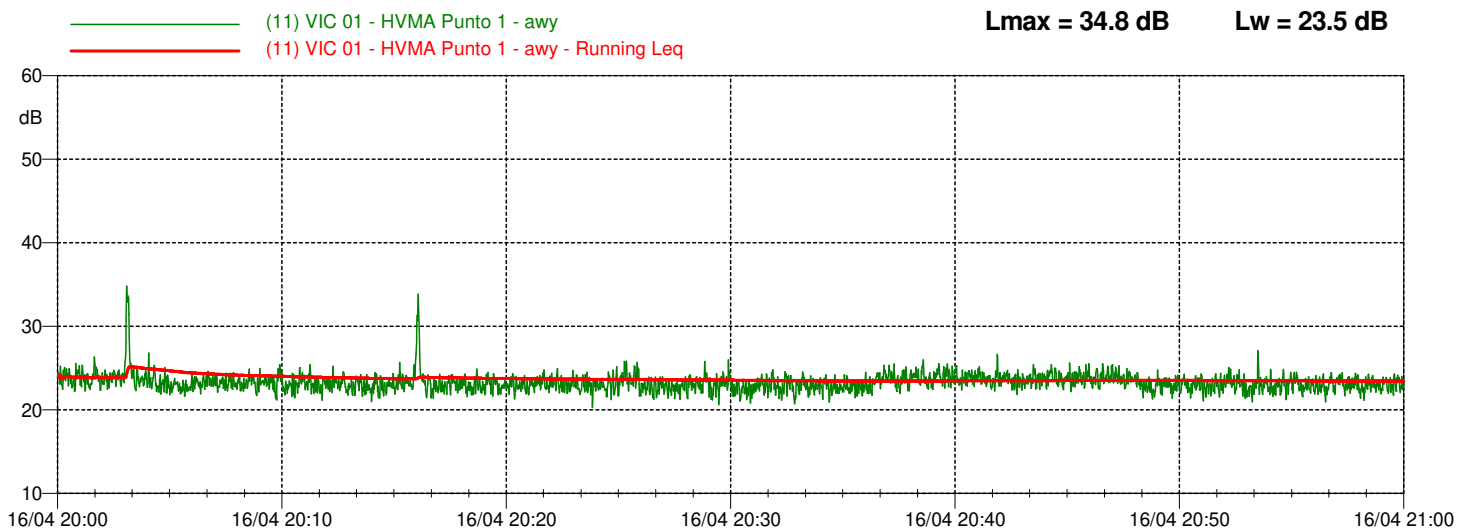


16/04/2018 20:00-21:00

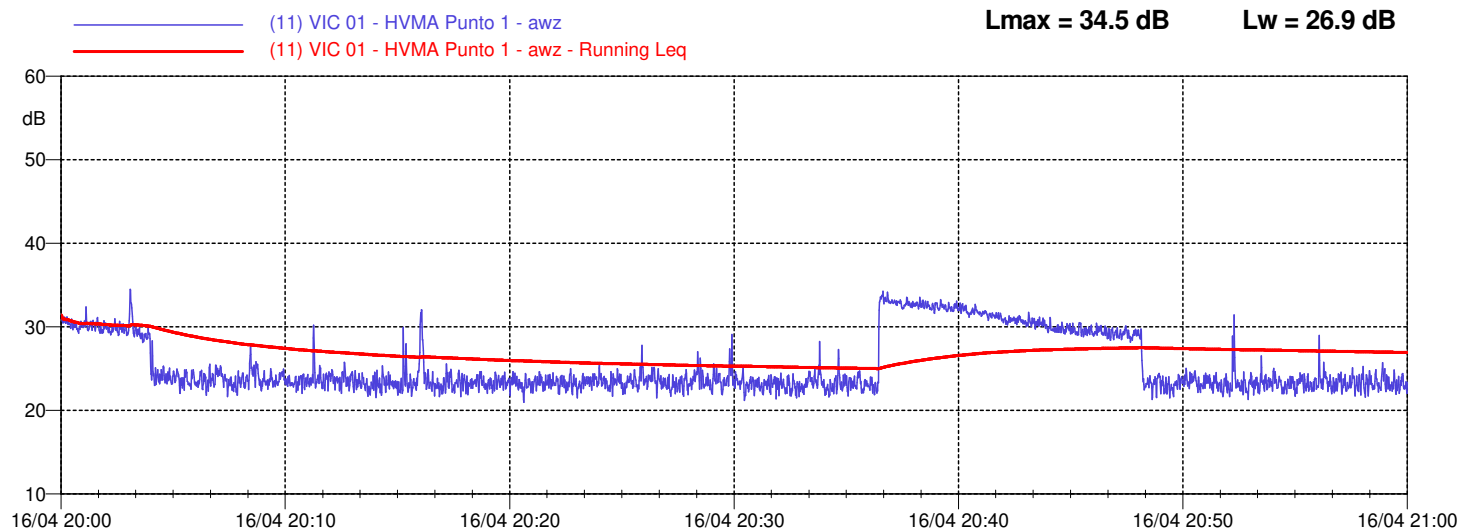
### Asse X



### Asse Y

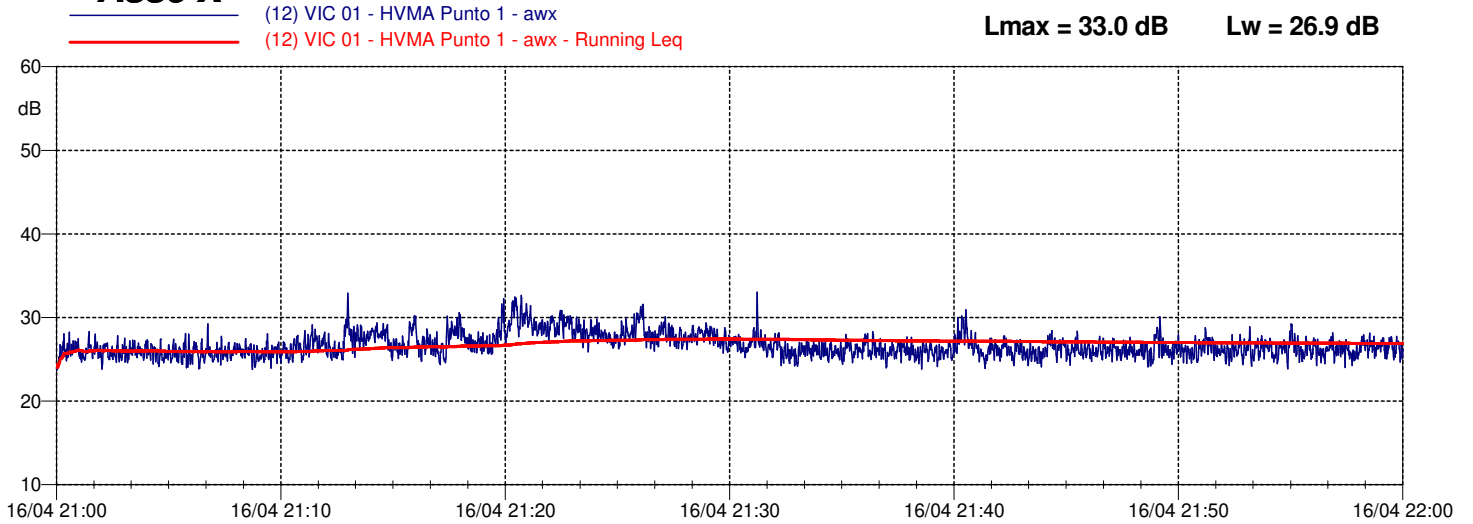


### Asse Z

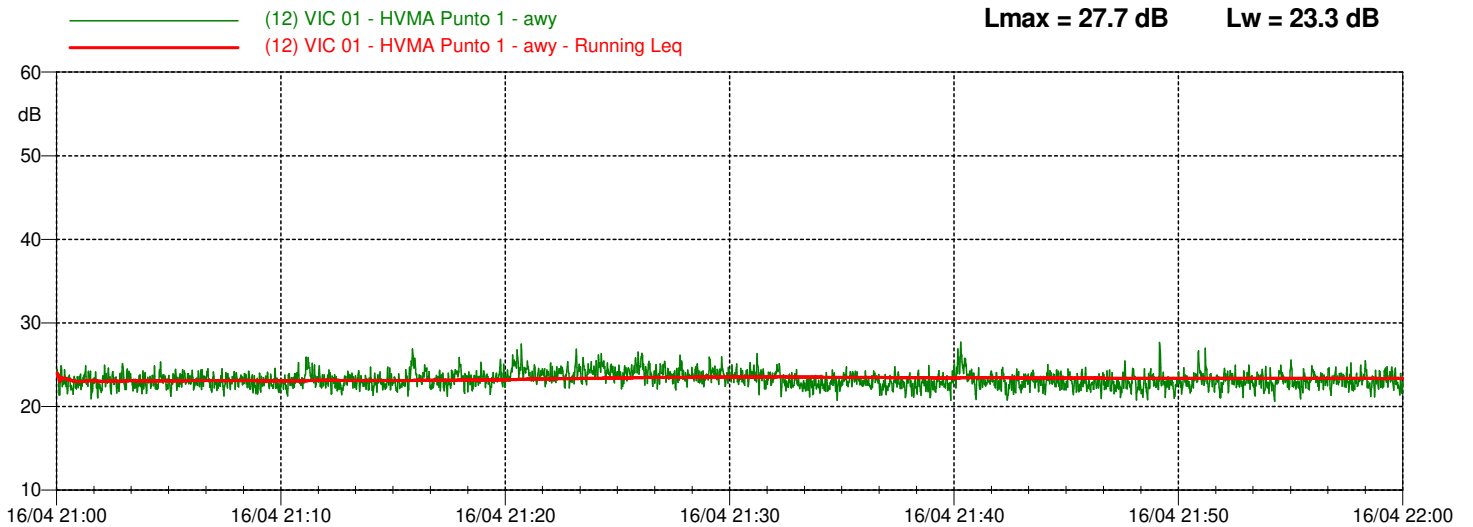


**16/04/2018 21:00-22:00**

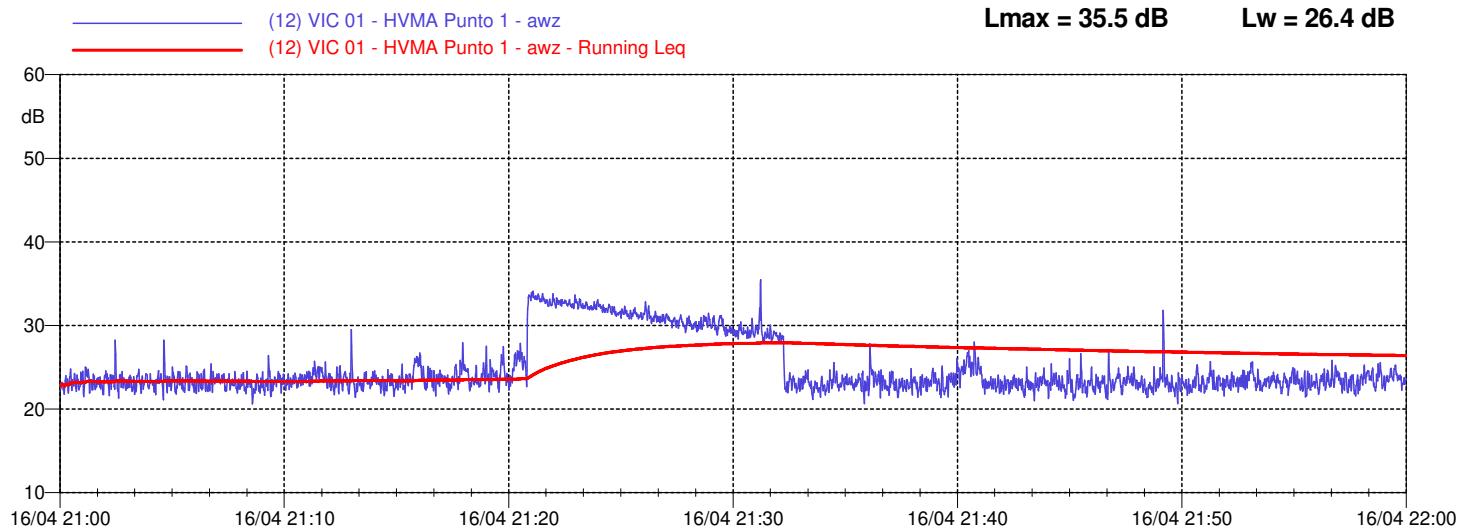
**Asse X**



**Asse Y**

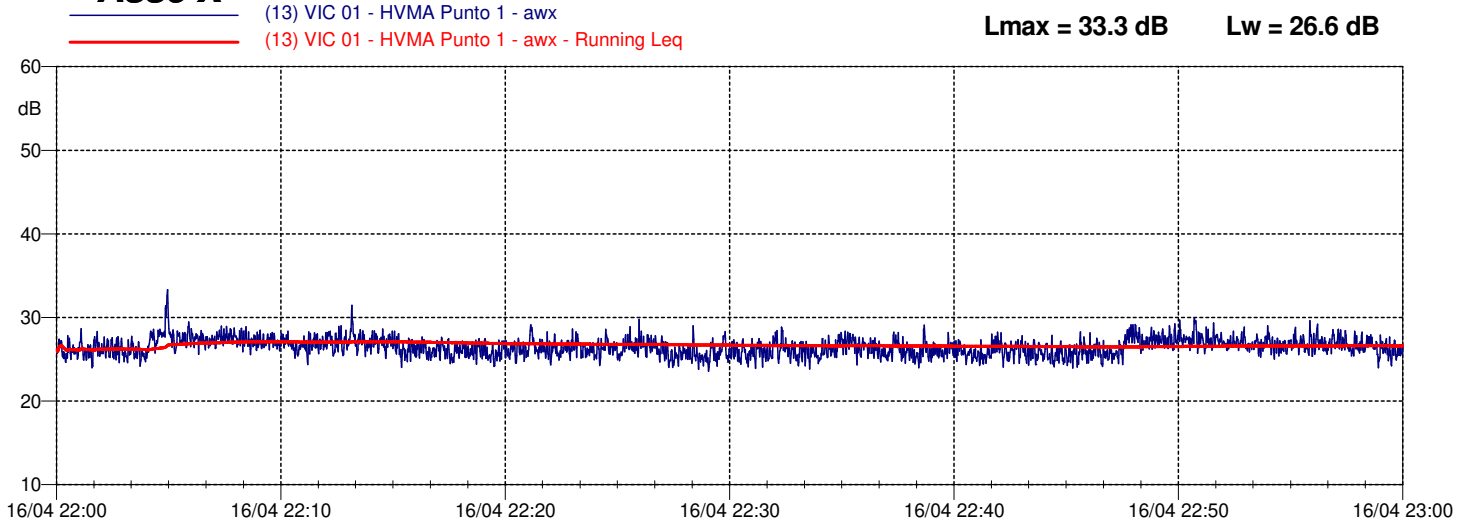


**Asse Z**

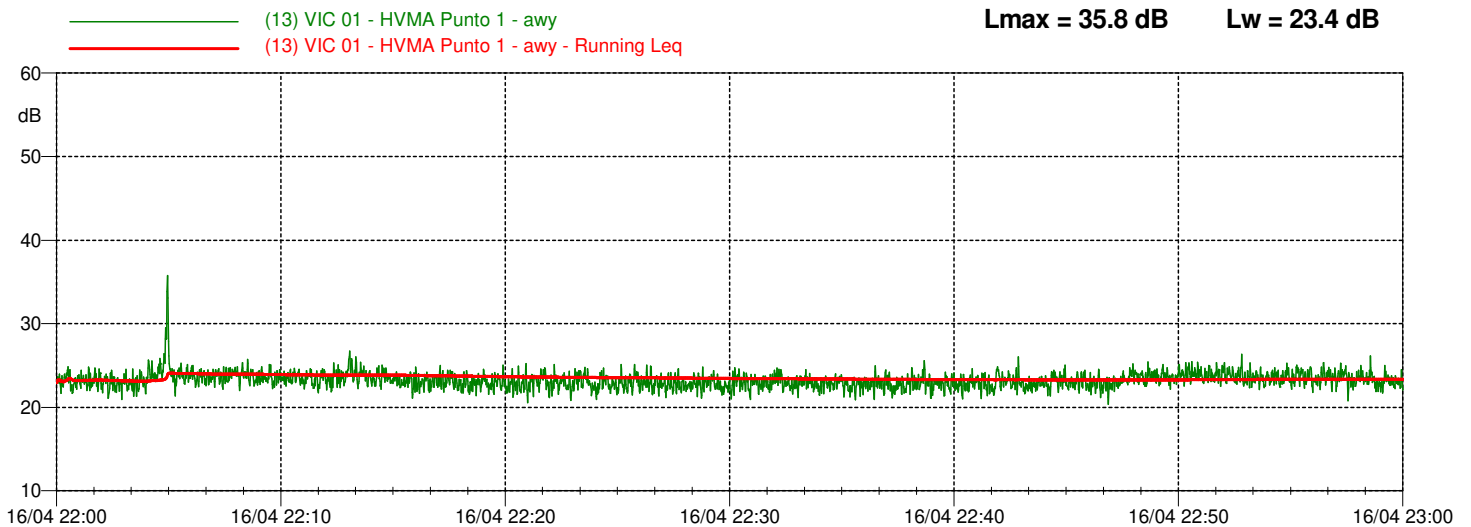


16/04/2018 22:00-23:00

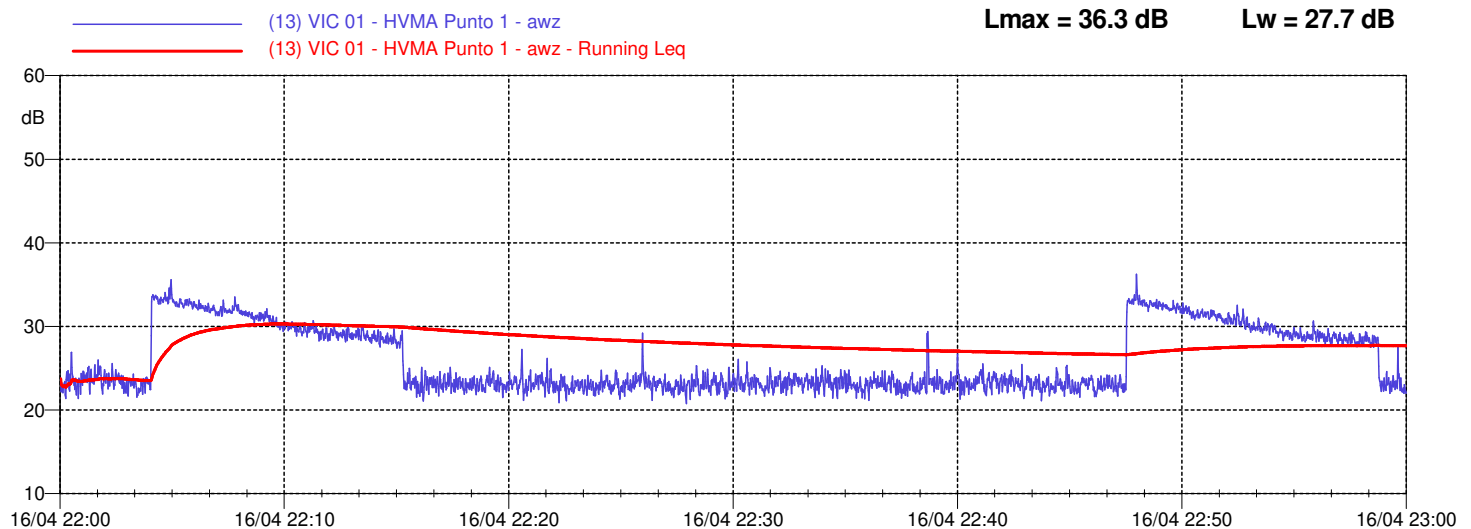
### Asse X



### Asse Y



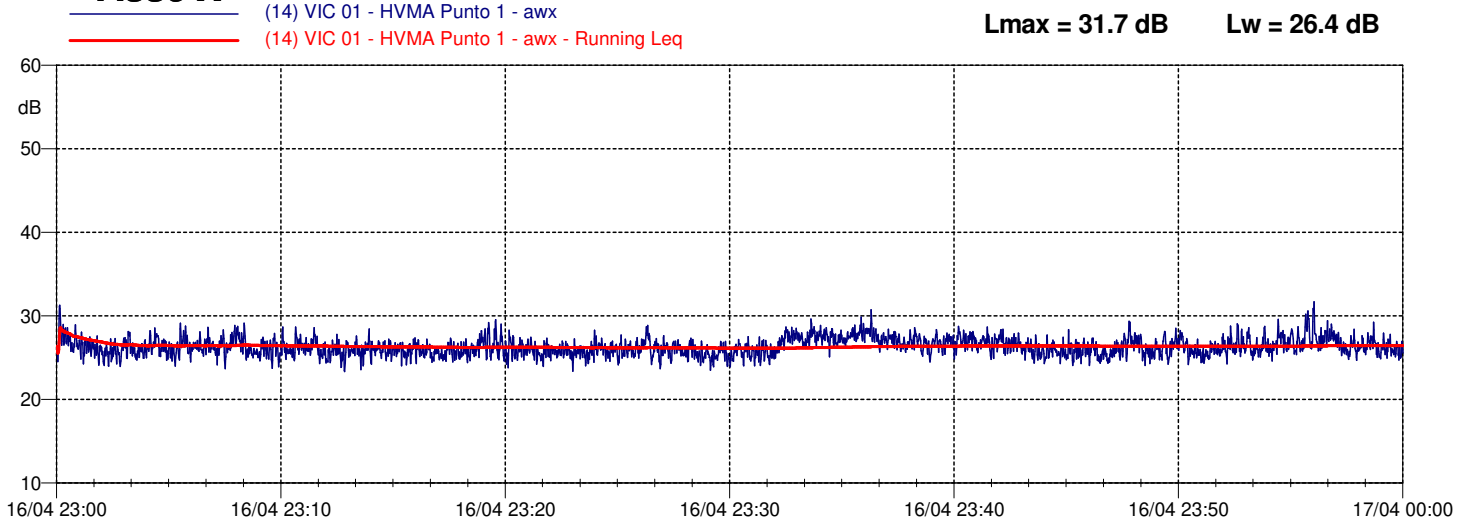
### Asse Z



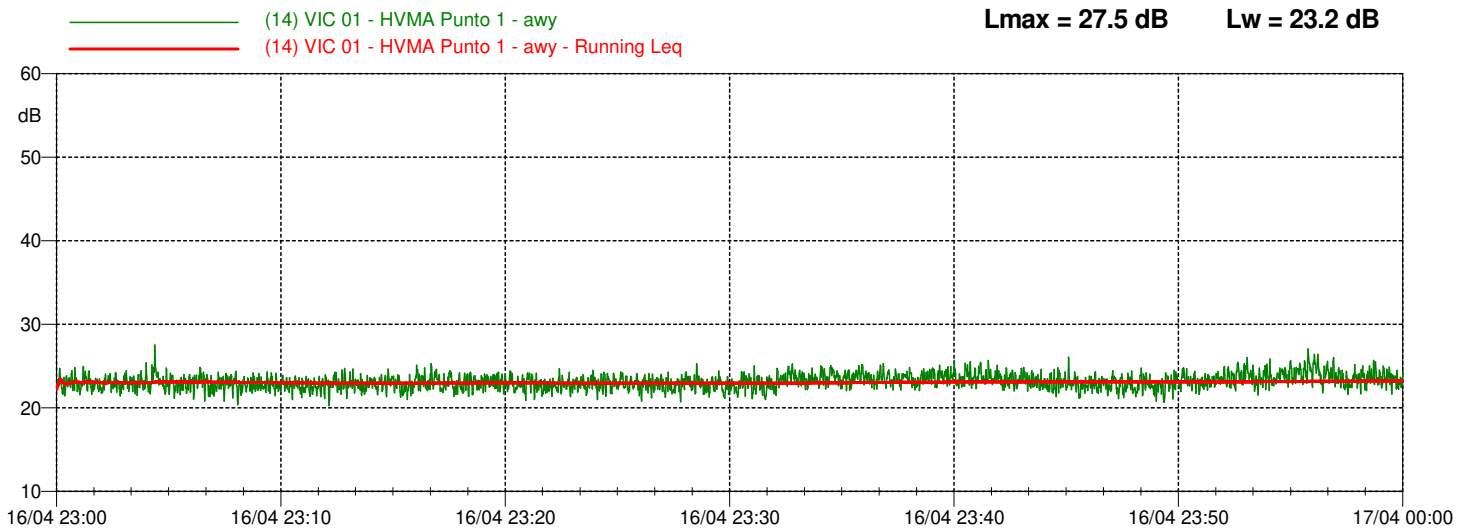


16/04/2018 23:00-00:00

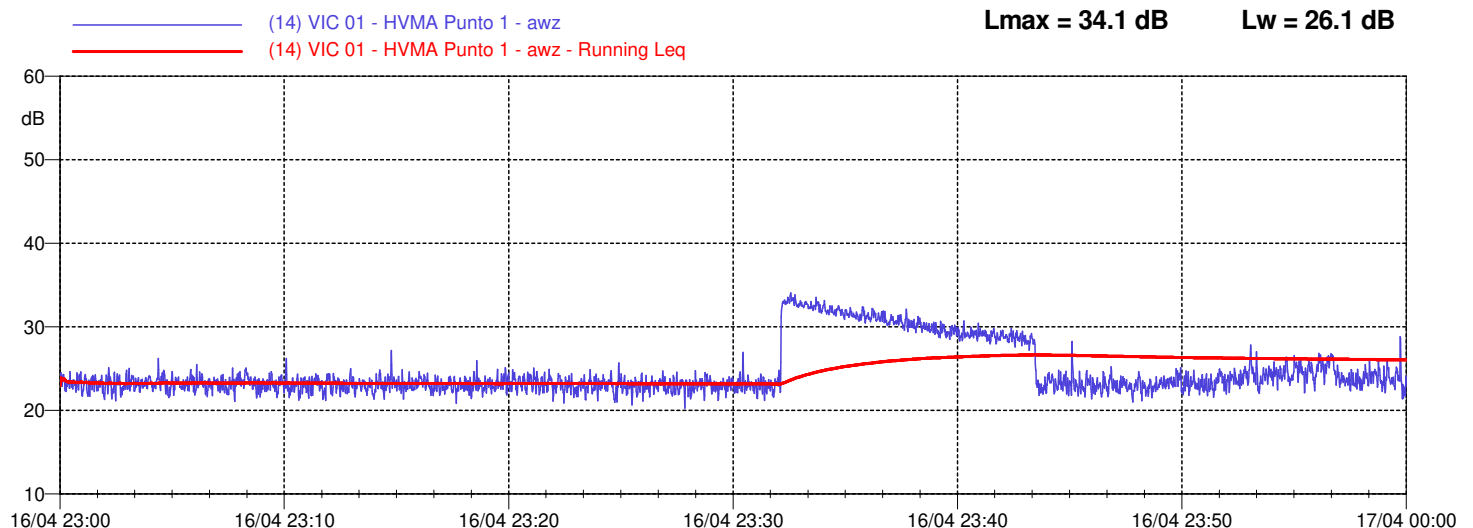
### Asse X



### Asse Y



### Asse Z

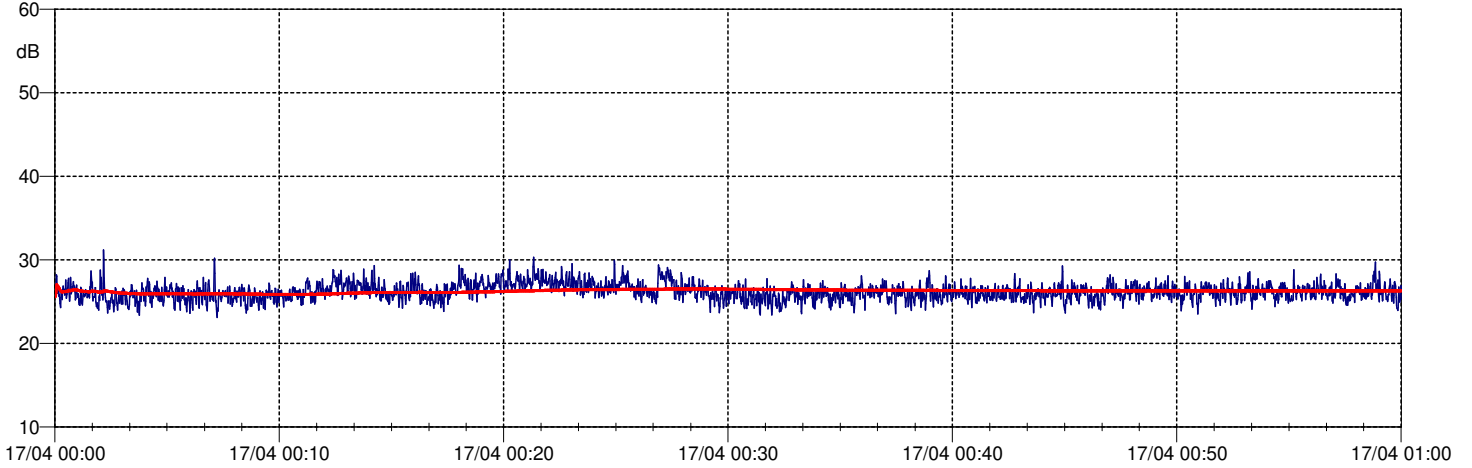


**17/04/2018 00:00-01:00**

**Asse X**

(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

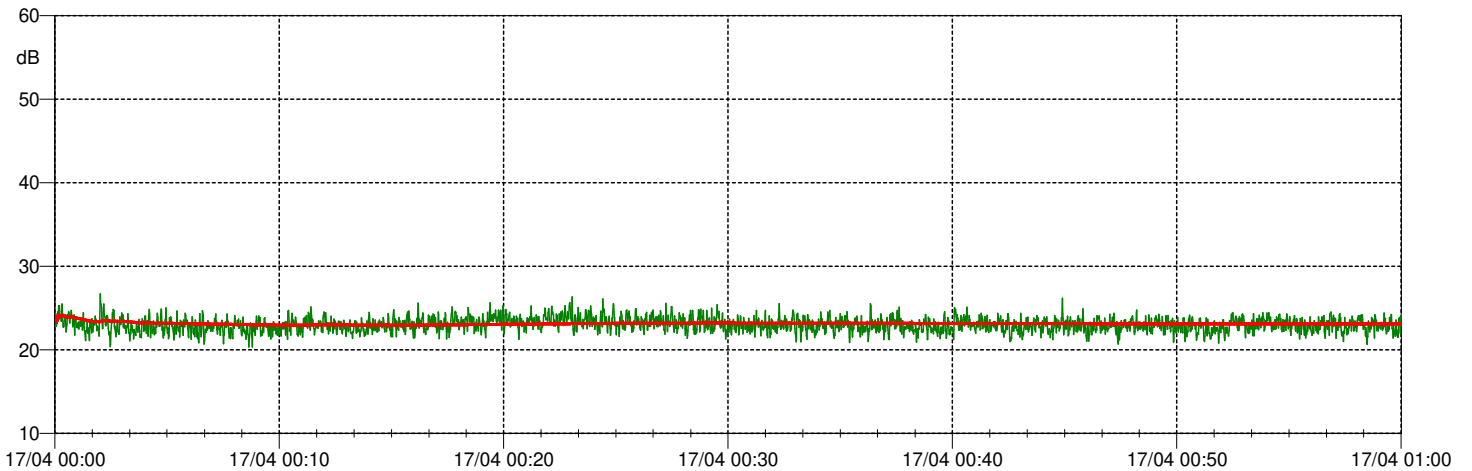
**Lmax = 31.2 dB      Lw = 26.3 dB**



**Asse Y**

(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

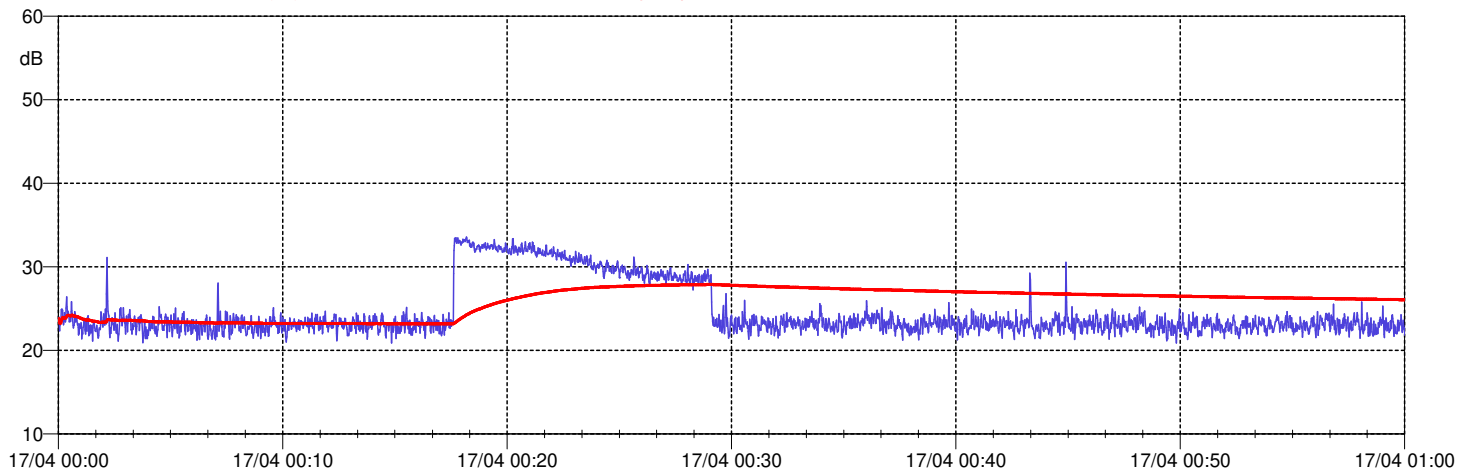
**Lmax = 26.7 dB      Lw = 23.1 dB**



**Asse Z**

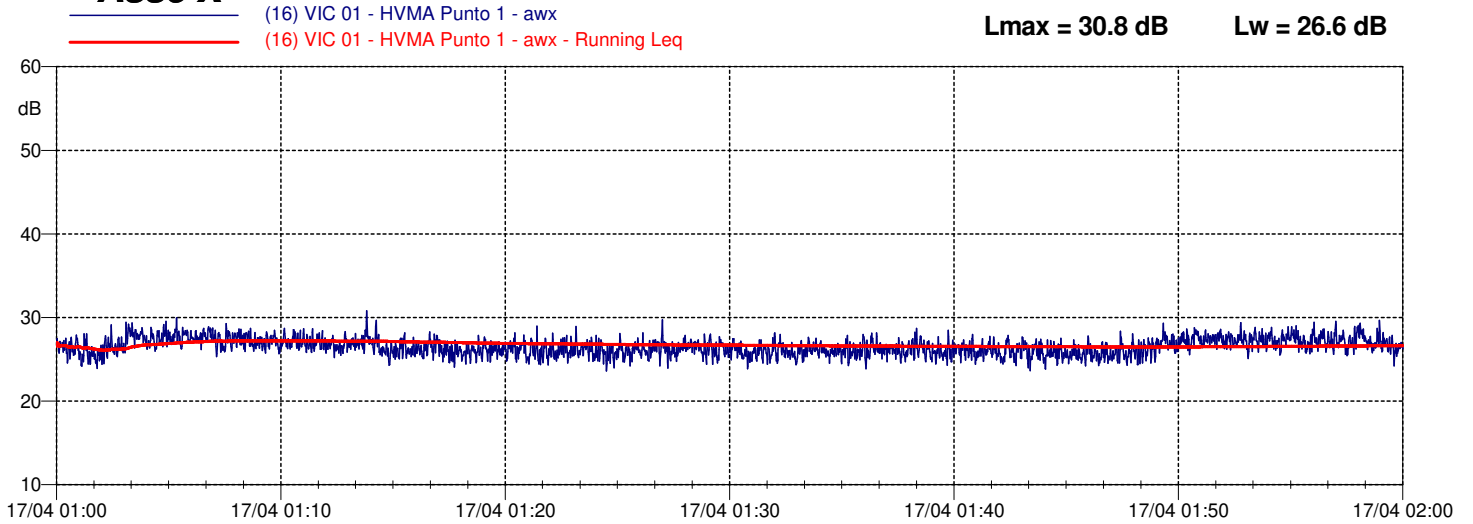
(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(15) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 33.6 dB      Lw = 26.1 dB**

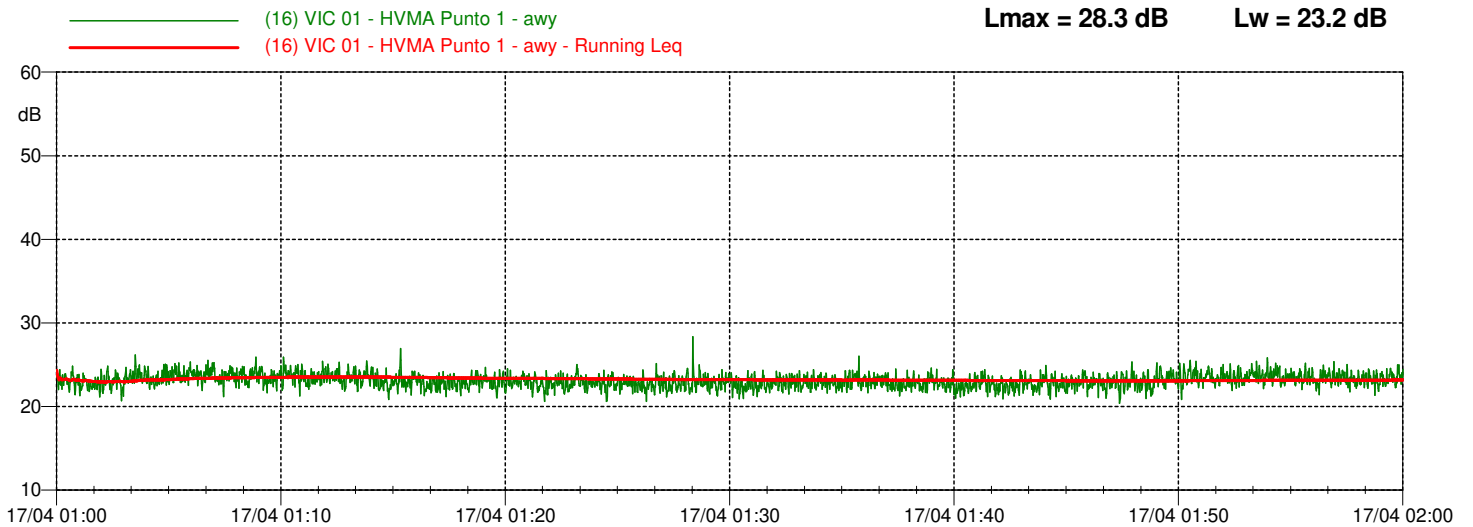


17/04/2018 01:00-02:00

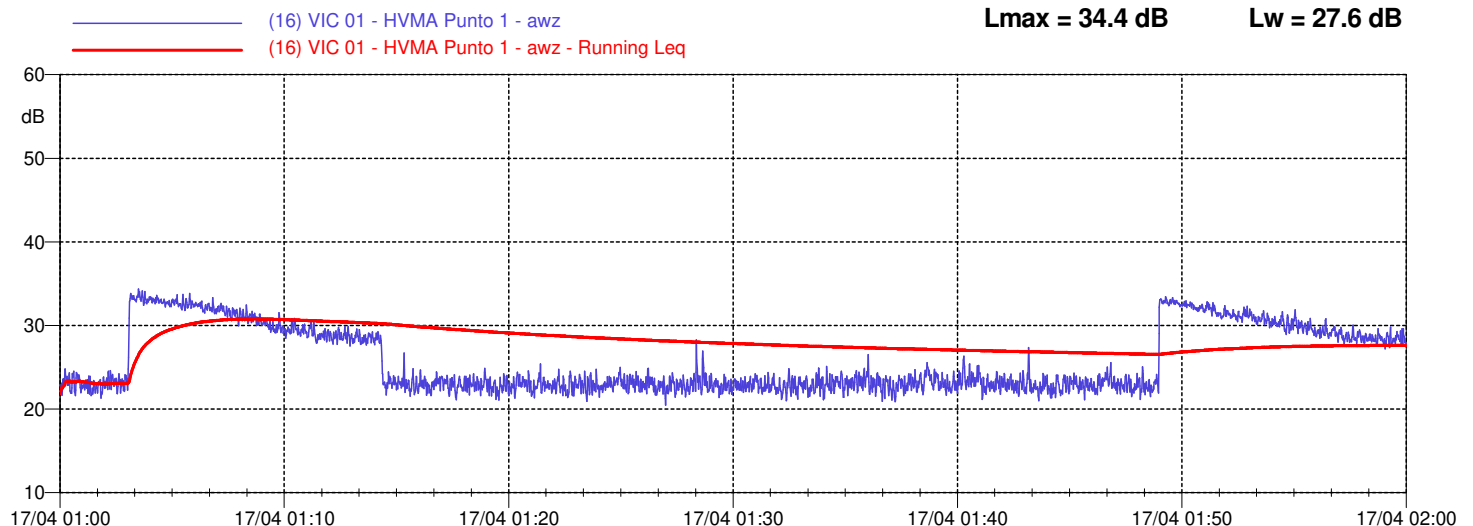
### Asse X



### Asse Y

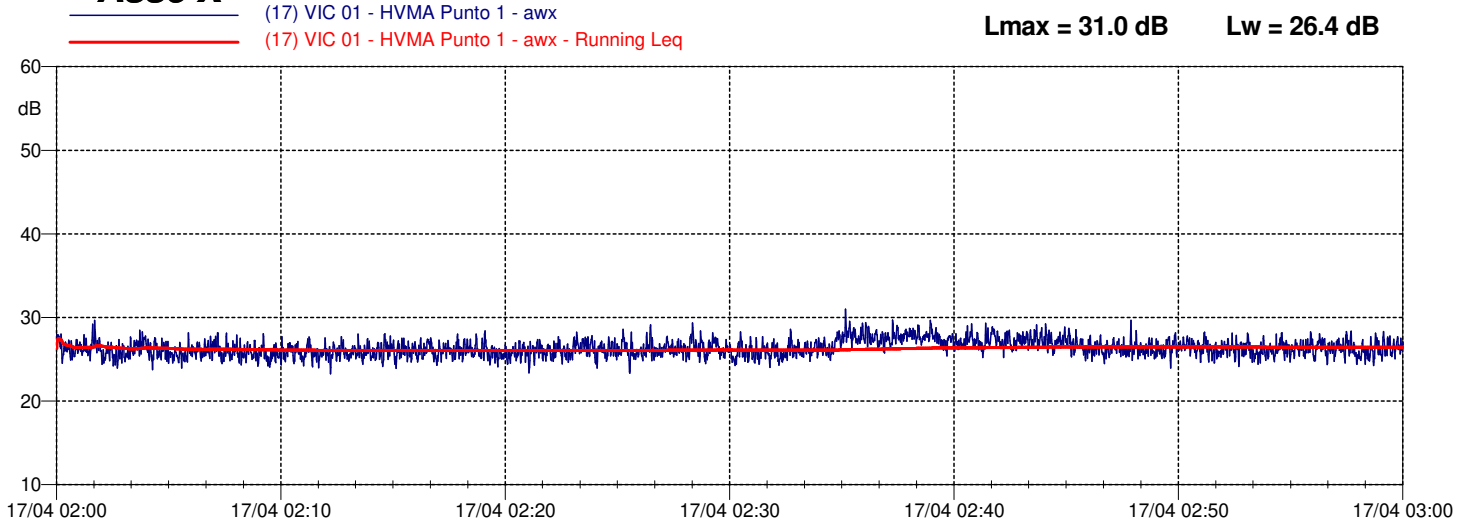


### Asse Z

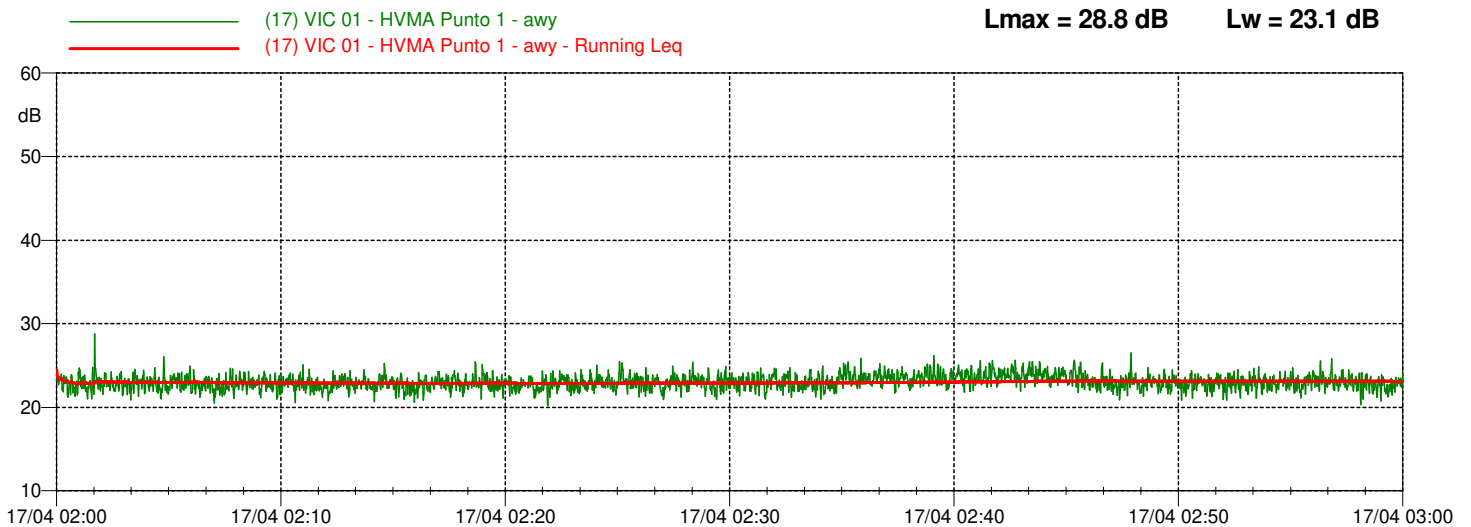


17/04/2018 02:00-03:00

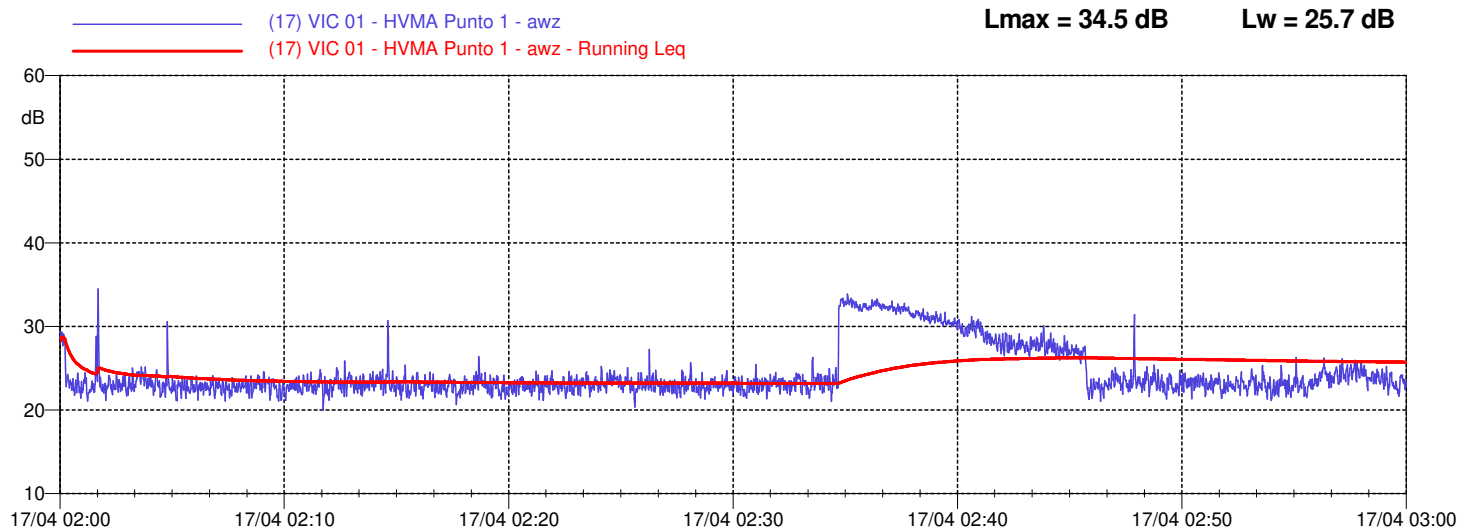
### Asse X



### Asse Y

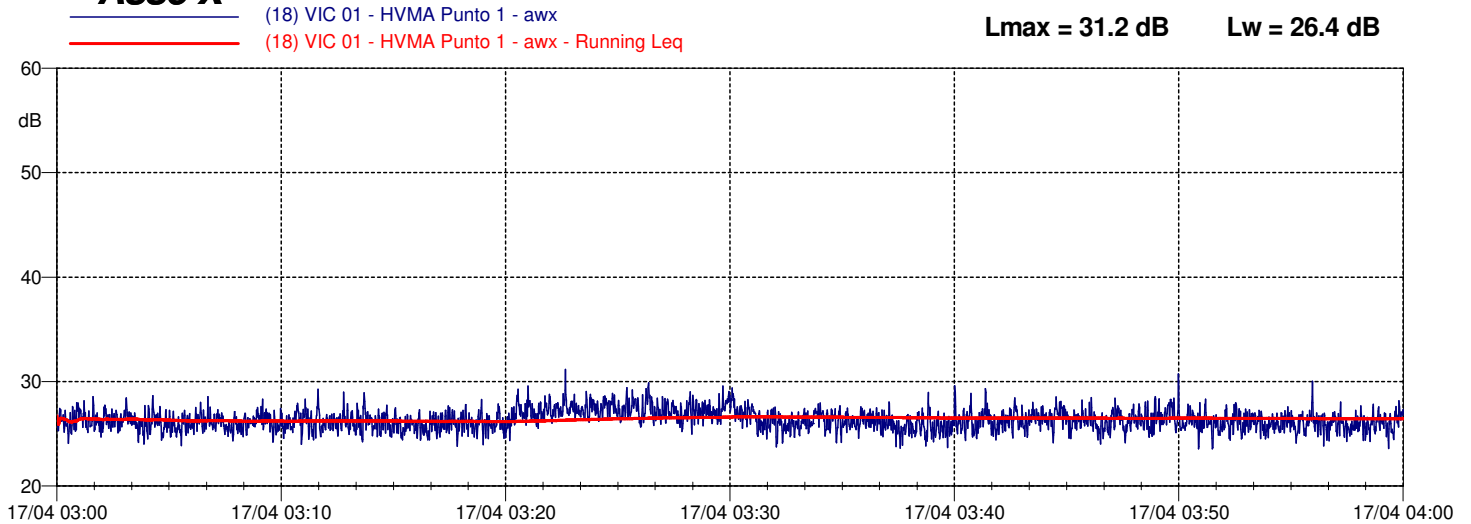


### Asse Z

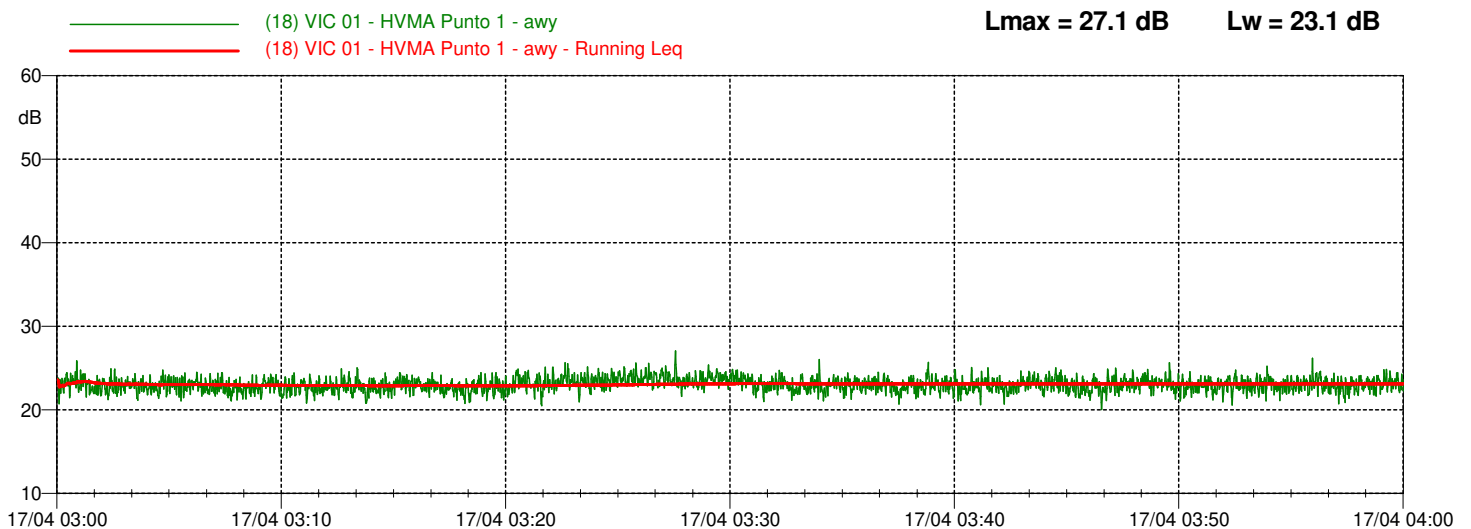


**17/04/2018 03:00-04:00**

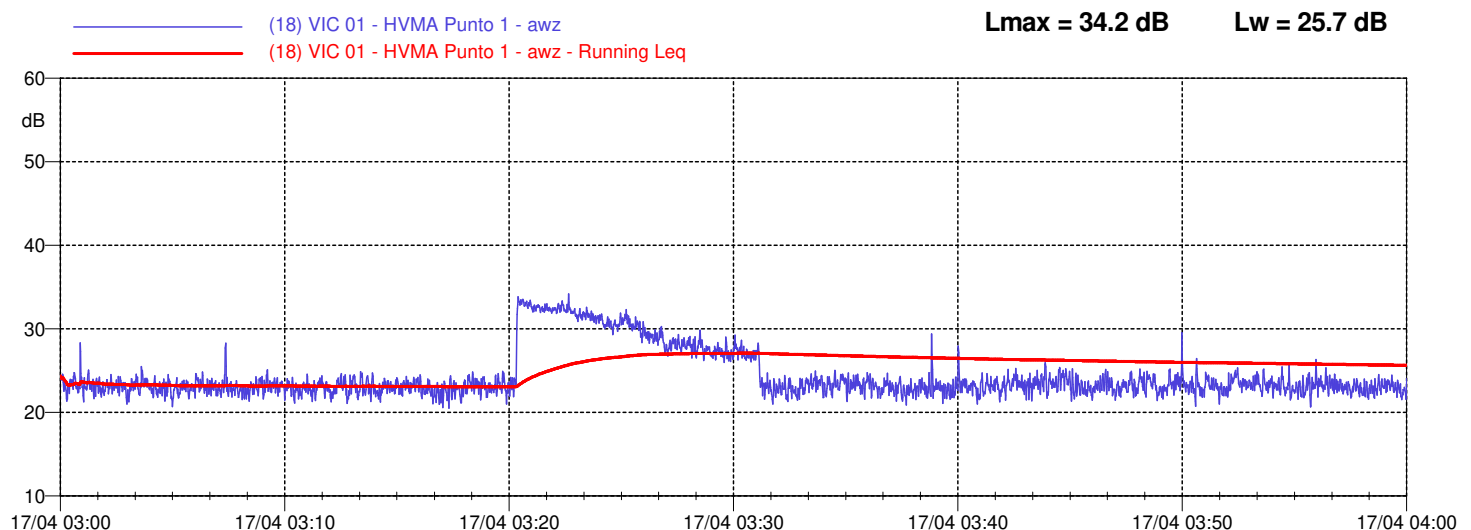
**Asse X**



**Asse Y**

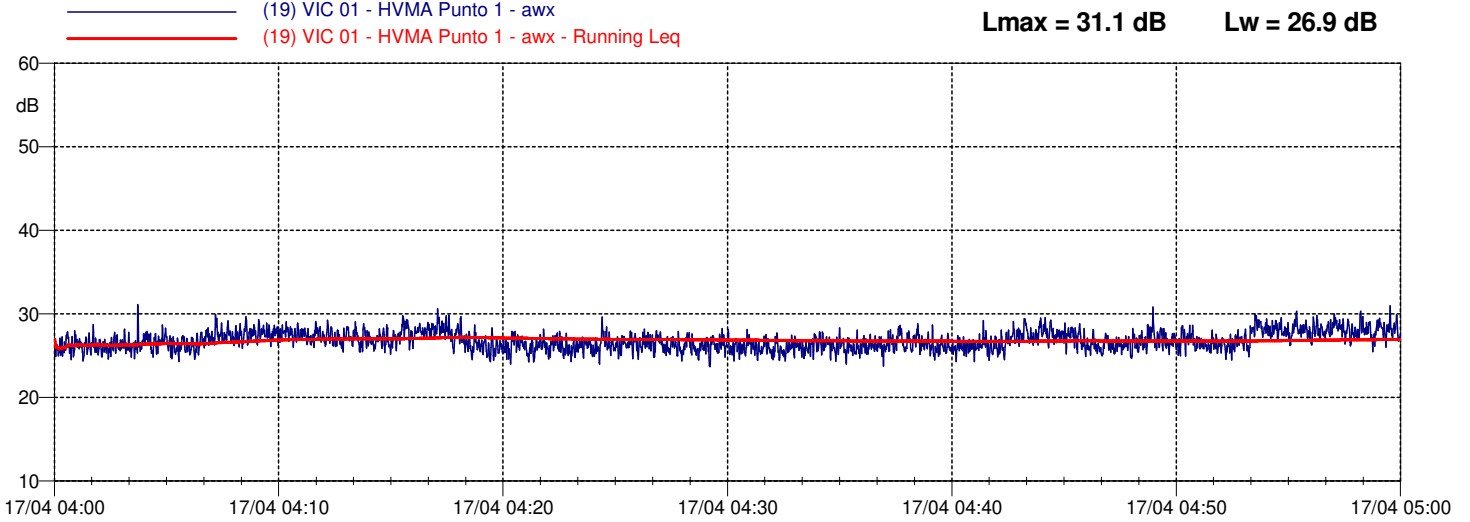


**Asse Z**

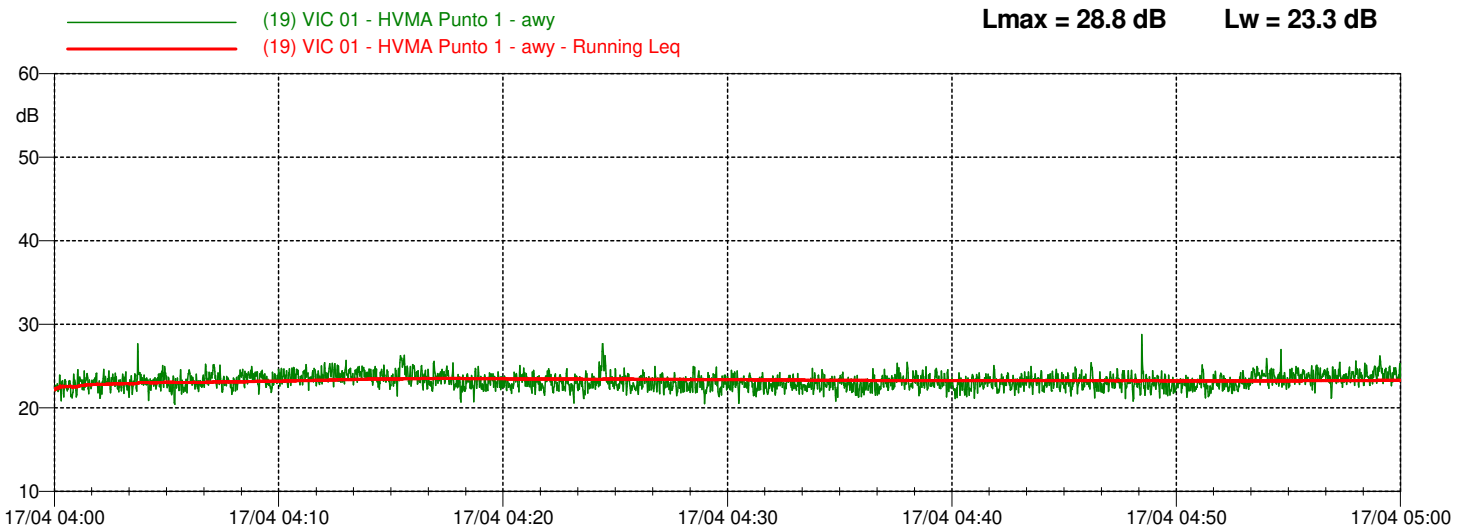


**17/04/2018 04:00-05:00**

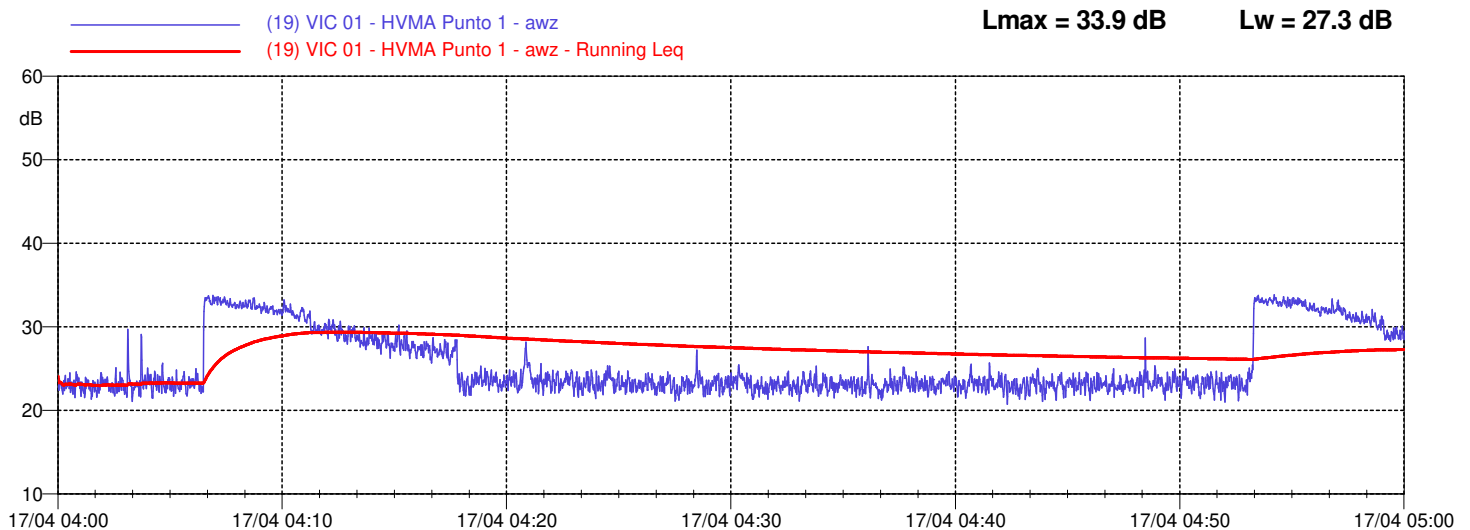
**Asse X**



**Asse Y**

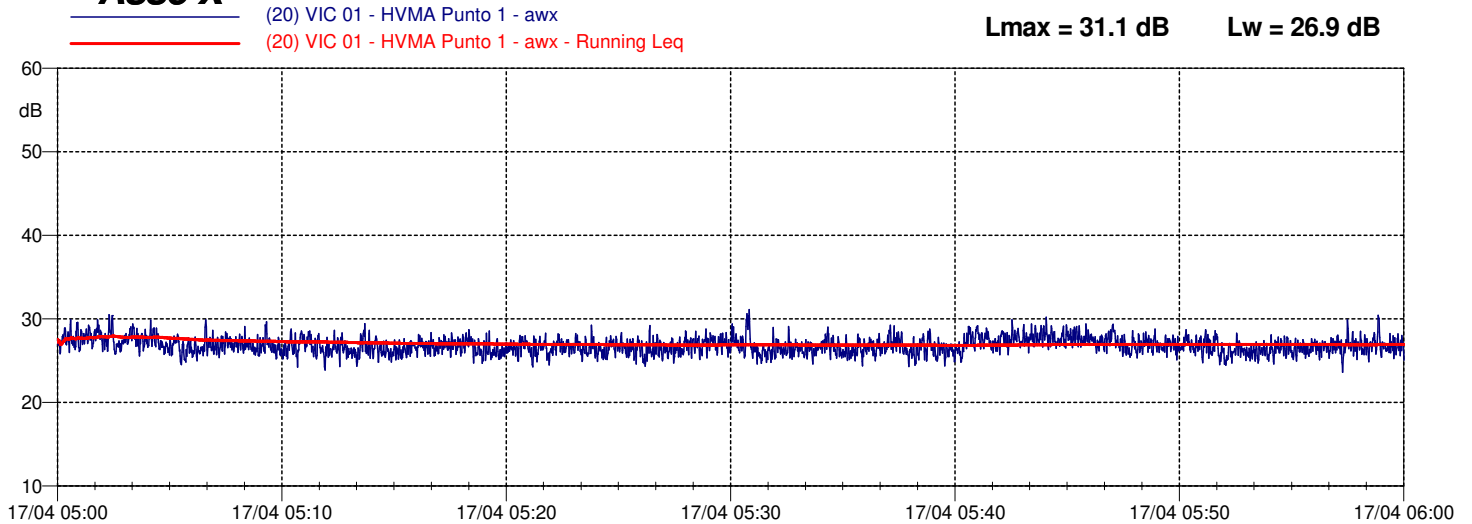


**Asse Z**

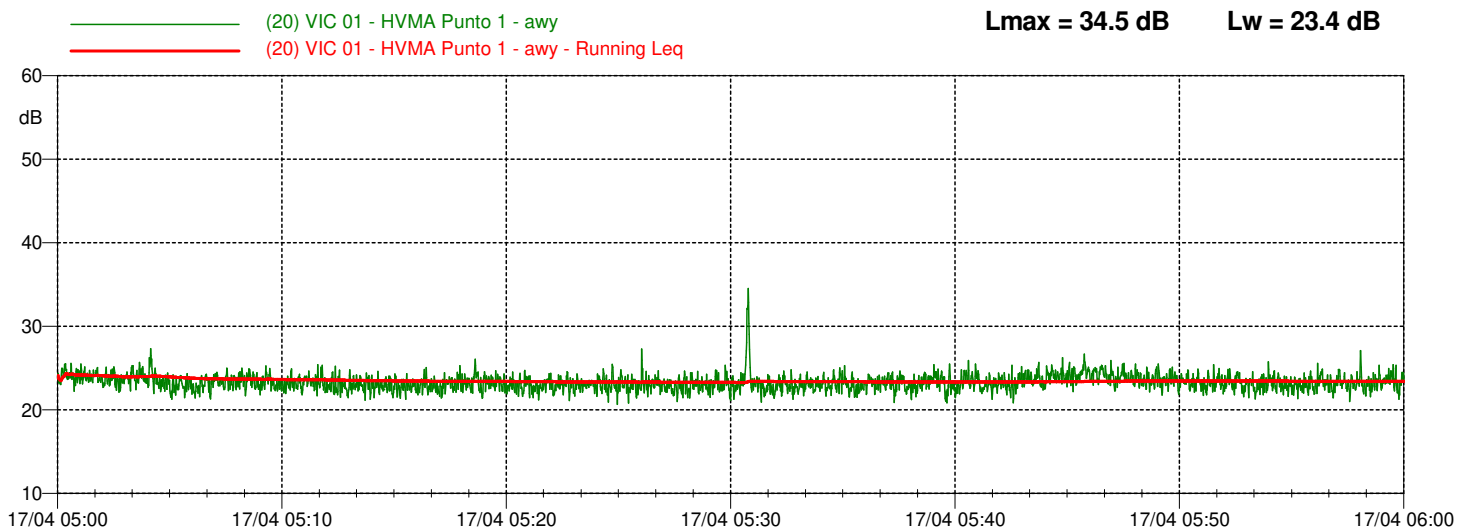


17/04/2018 05:00-06:00

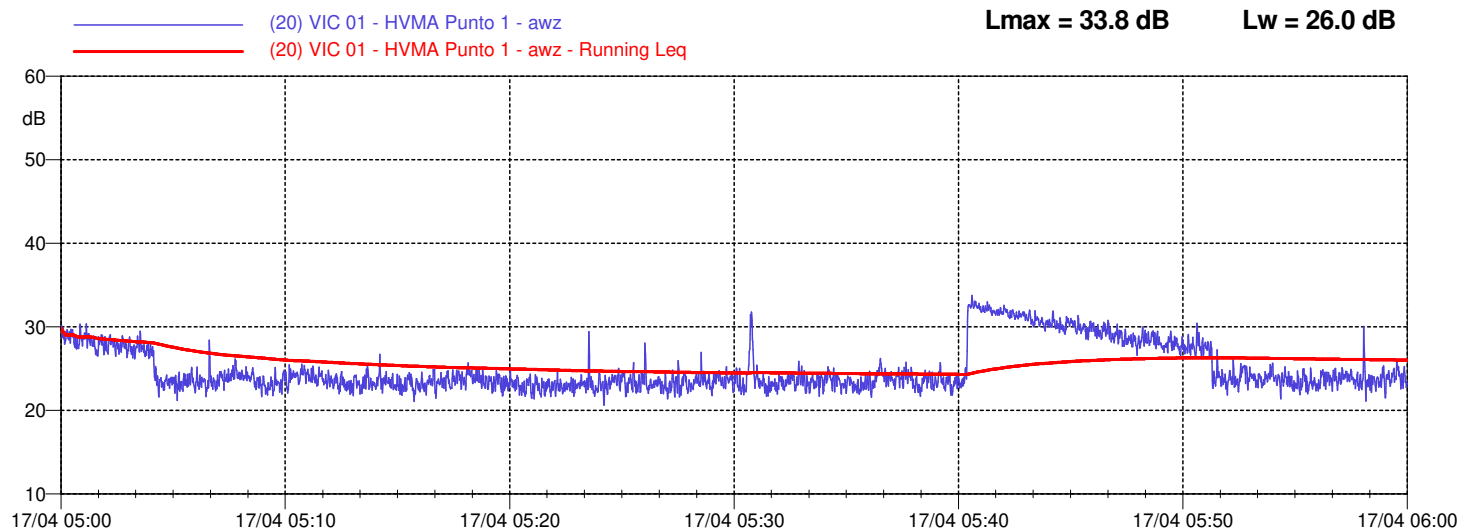
### Asse X



### Asse Y



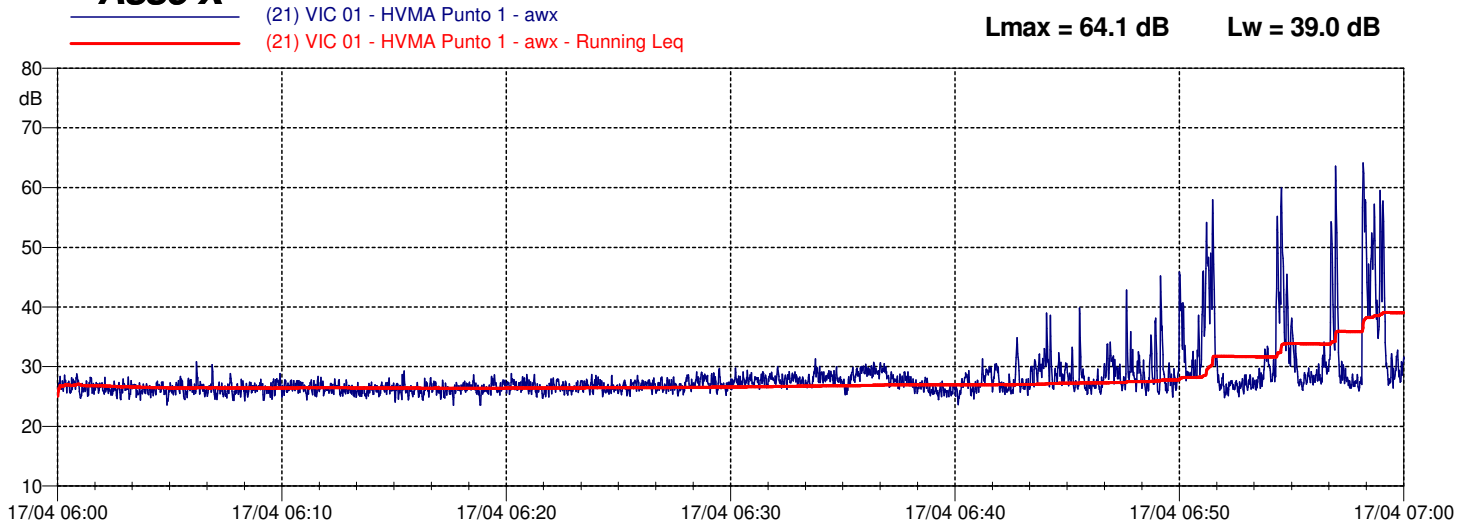
### Asse Z



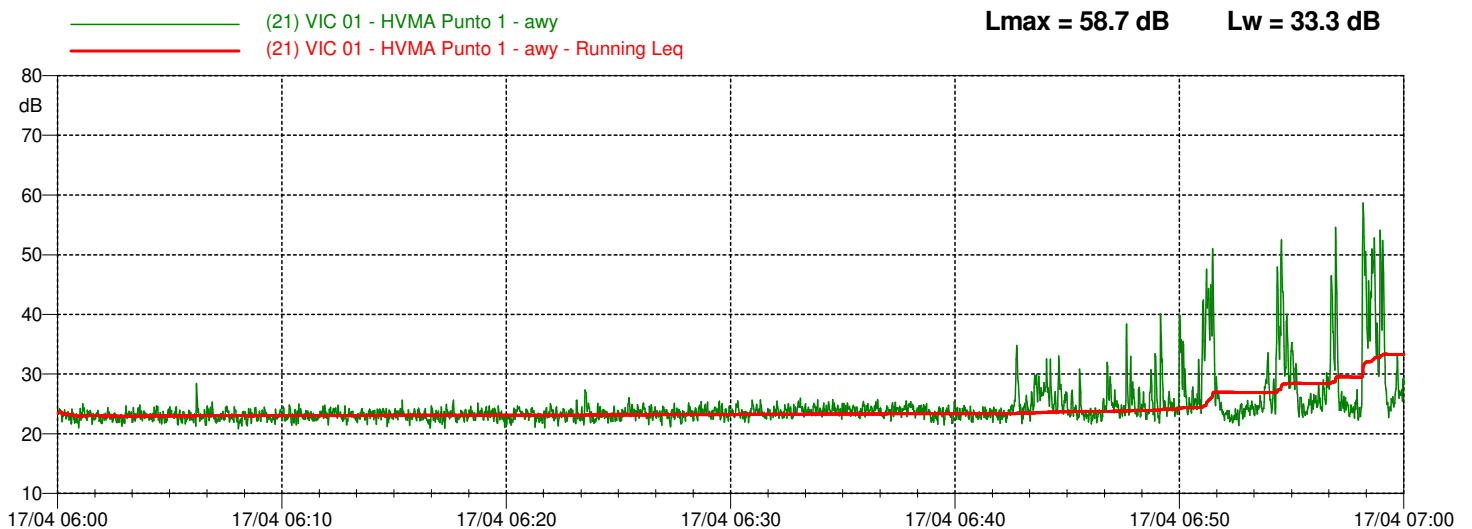


17/04/2018 06:00-07:00

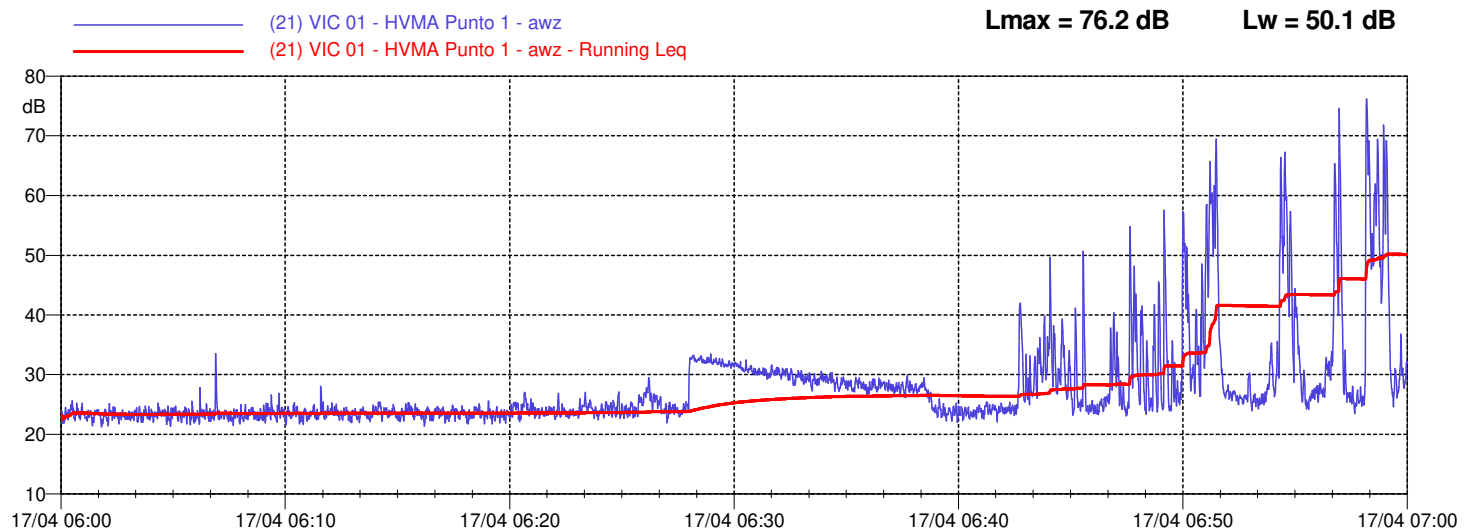
### Asse X



### Asse Y

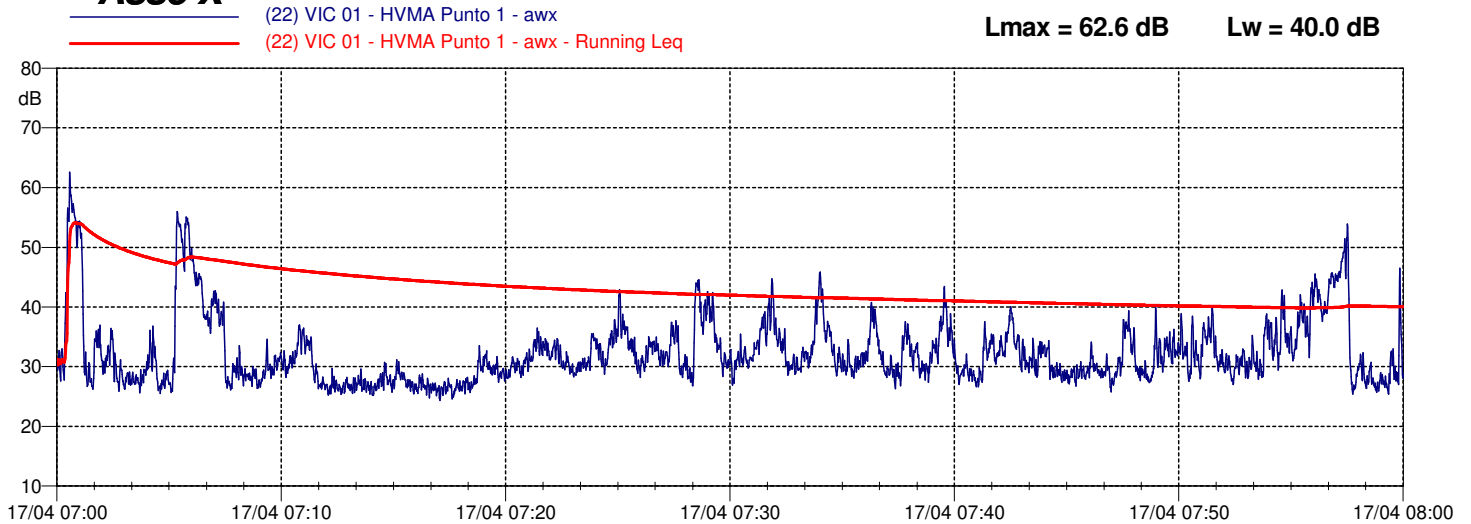


### Asse Z

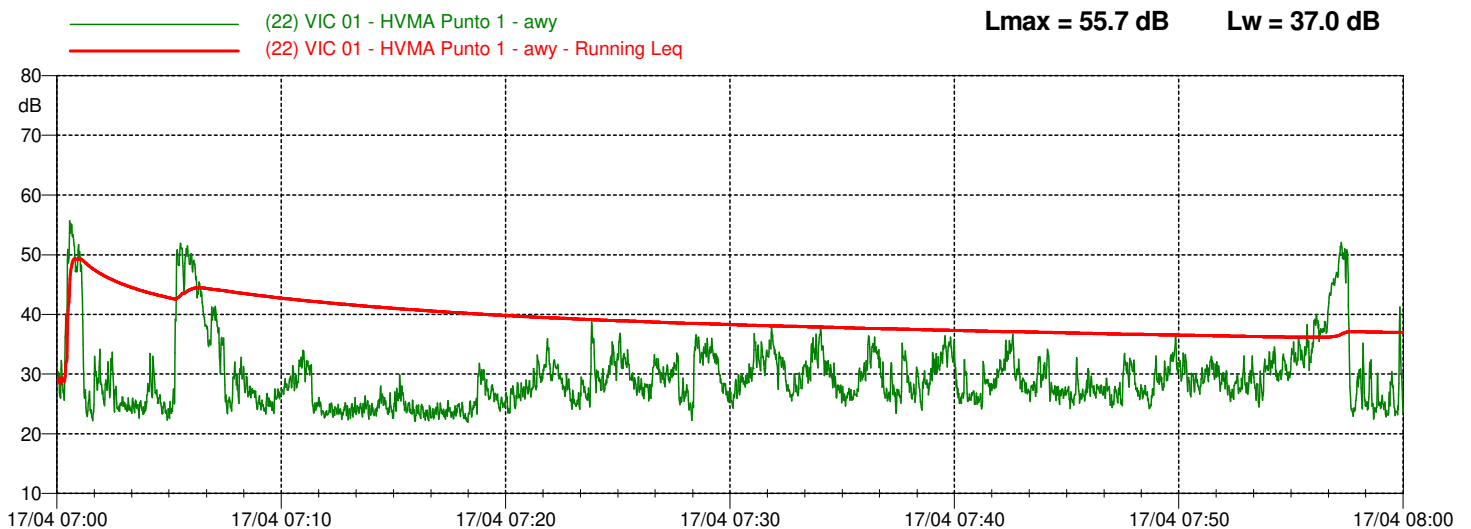


**17/04/2018 07:00-08:00**

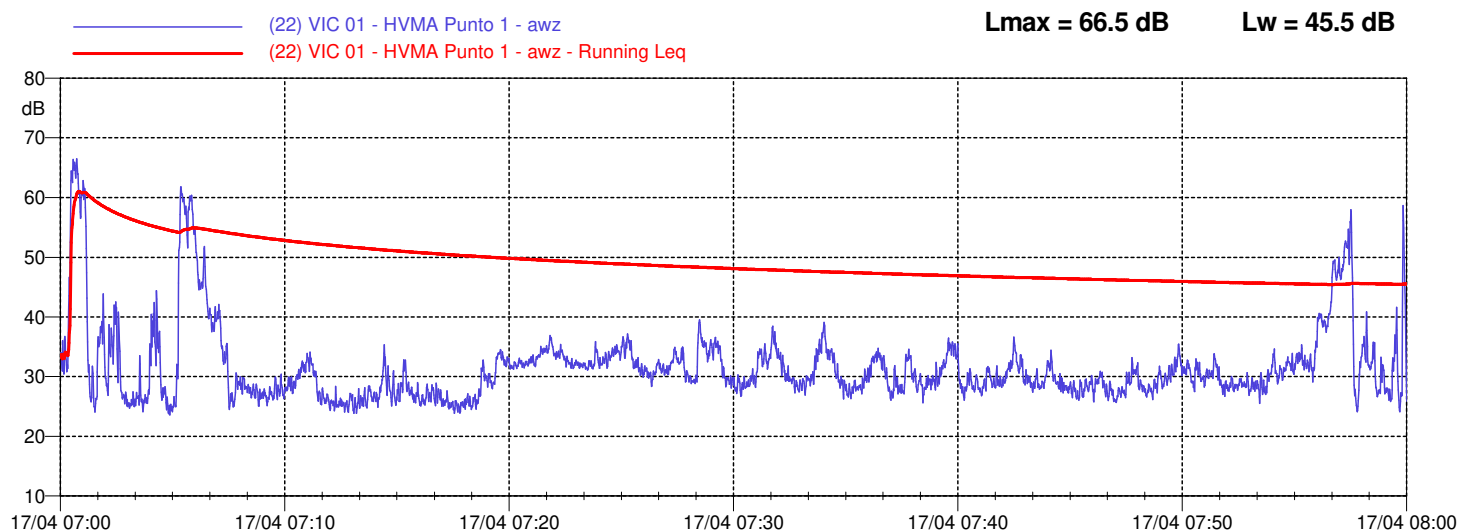
**Asse X**



**Asse Y**

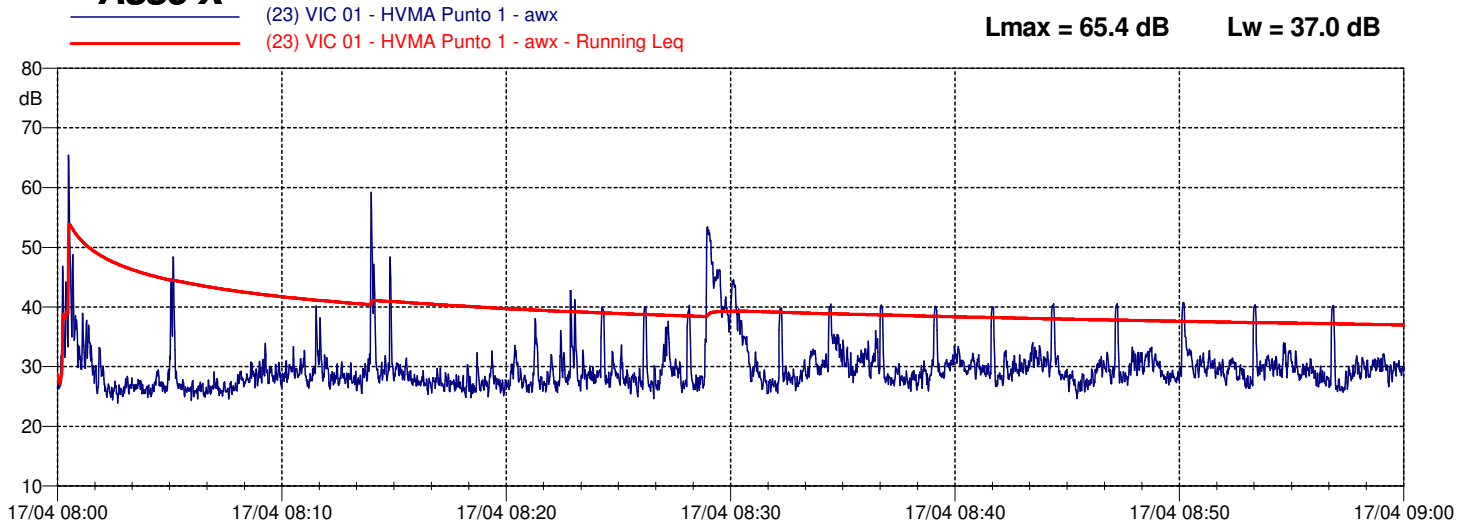


**Asse Z**

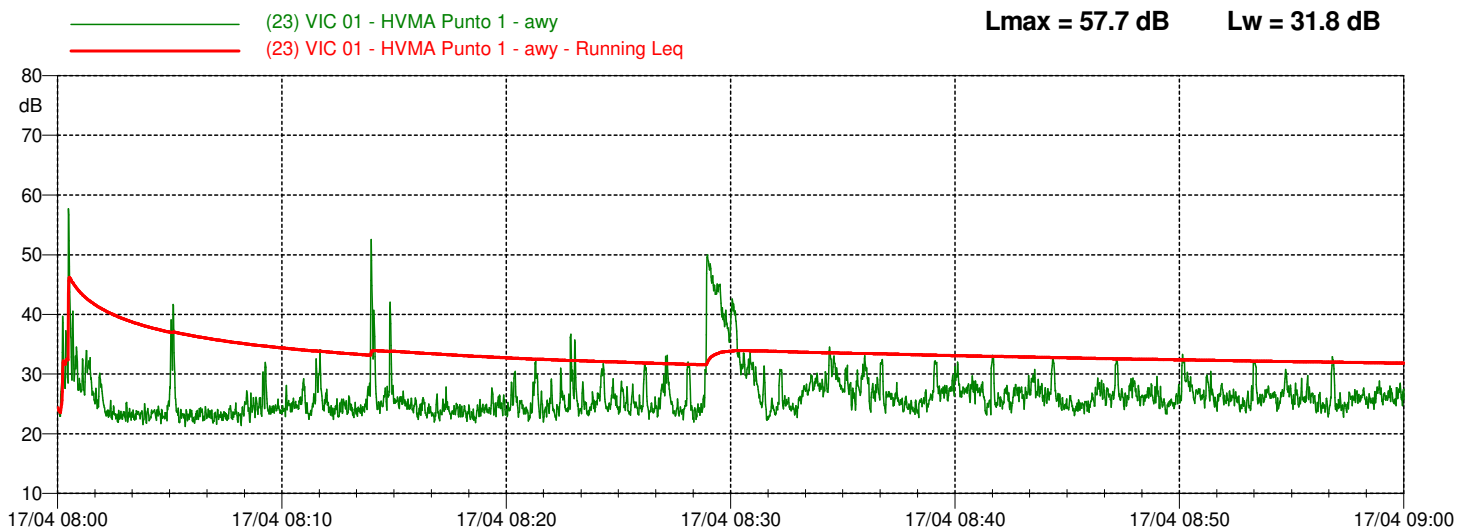


17/04/2018 08:00-09:00

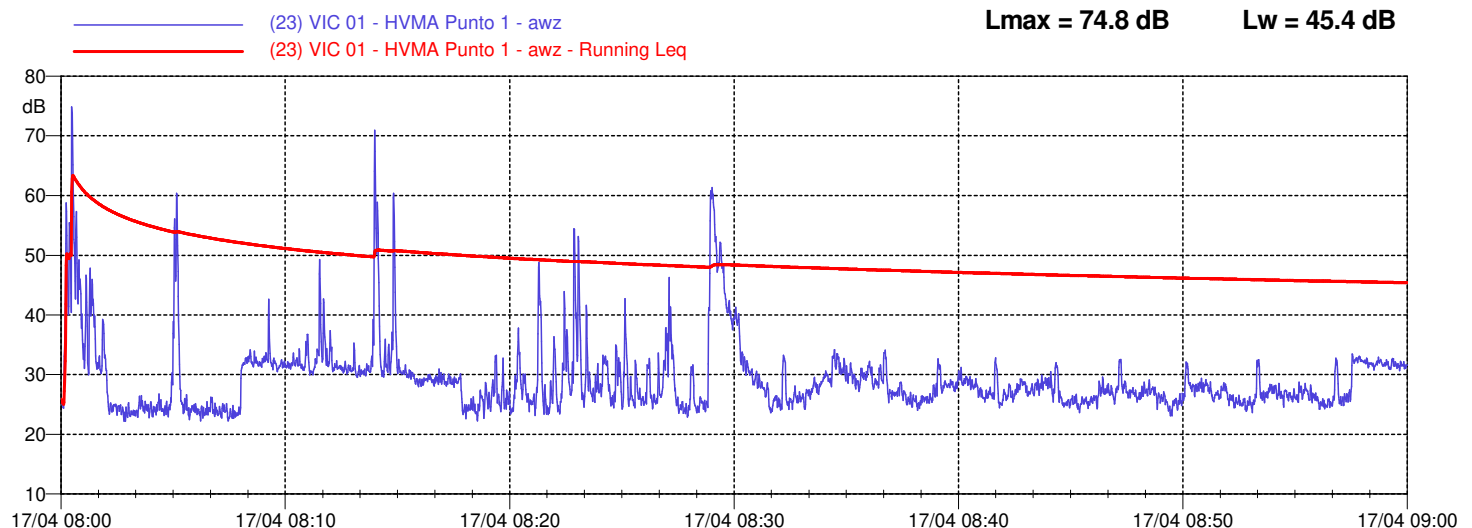
### Asse X



### Asse Y

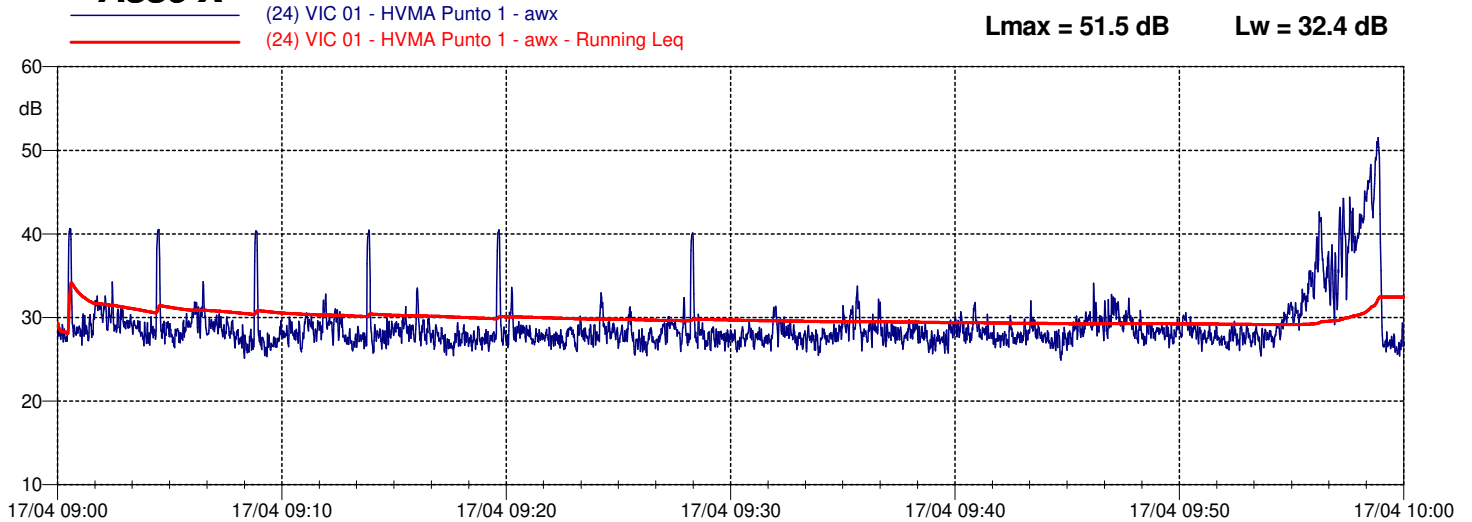


### Asse Z

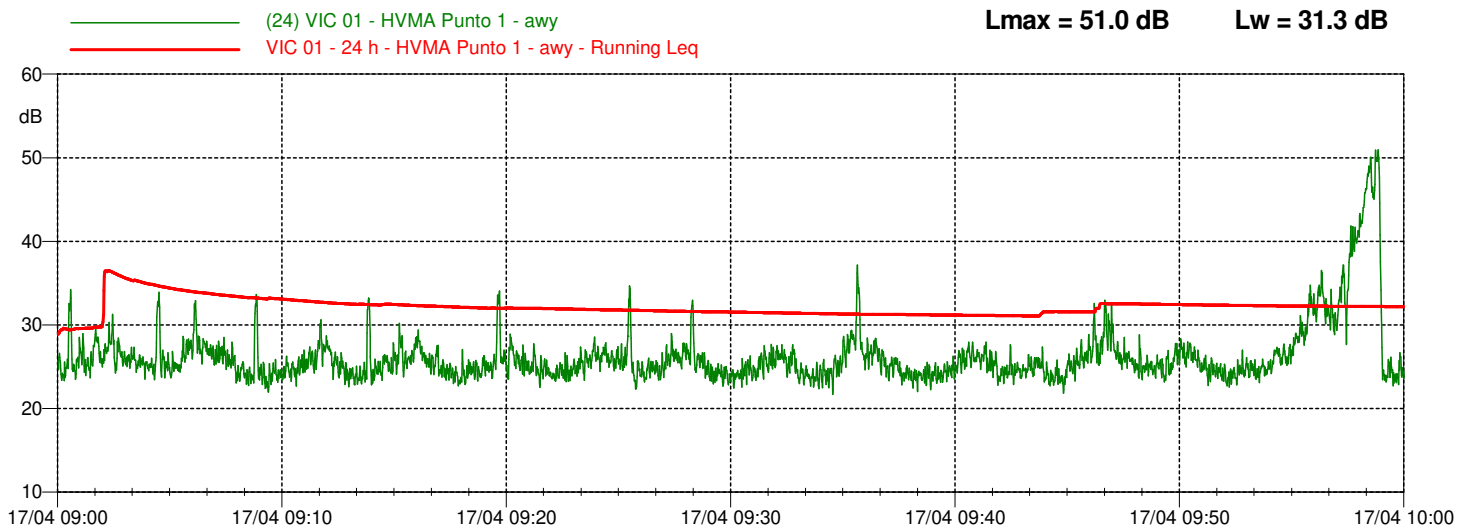


17/04/2018 09:00-10:00

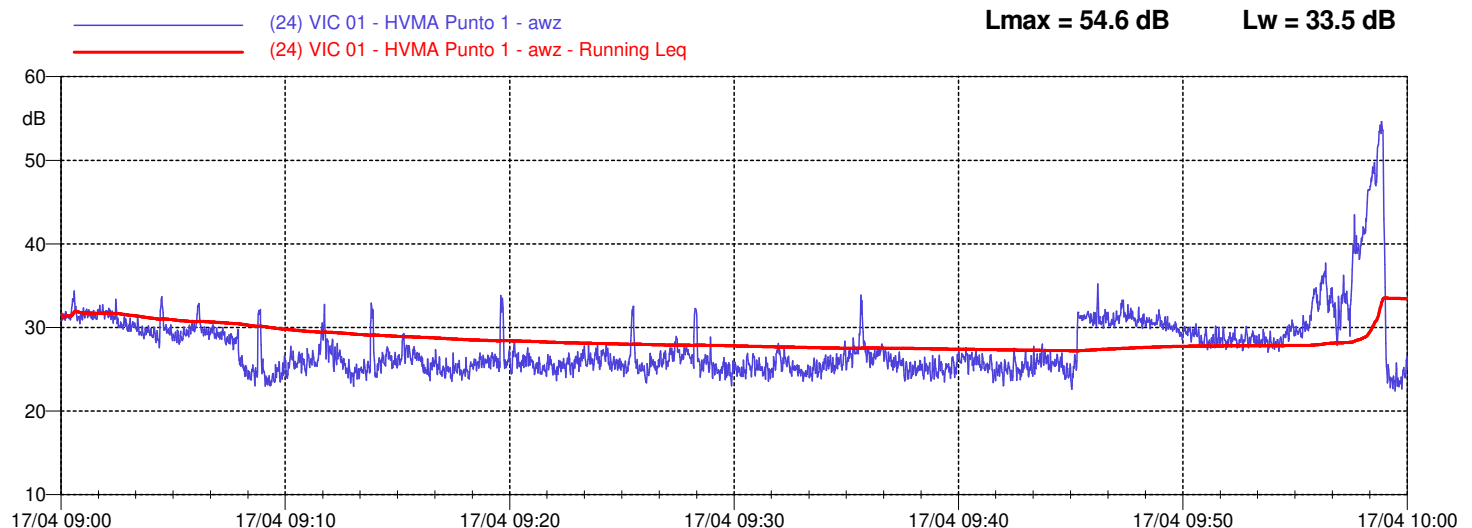
**Asse X**



**Asse Y**



**Asse Z**

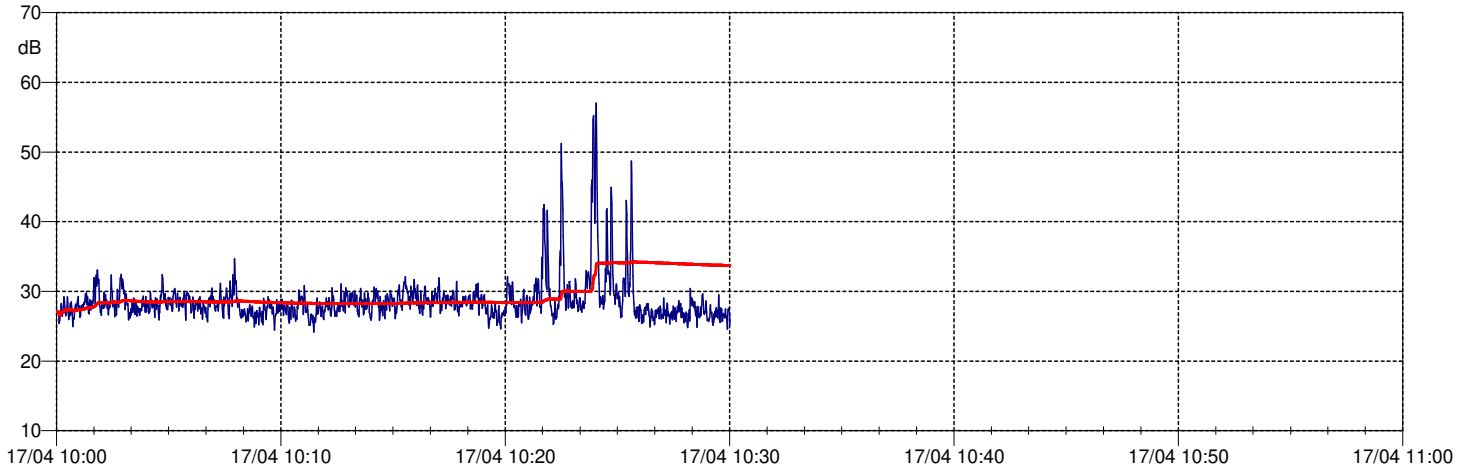


17/04/2018 10:00-10:30

**Asse X**

(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx  
(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

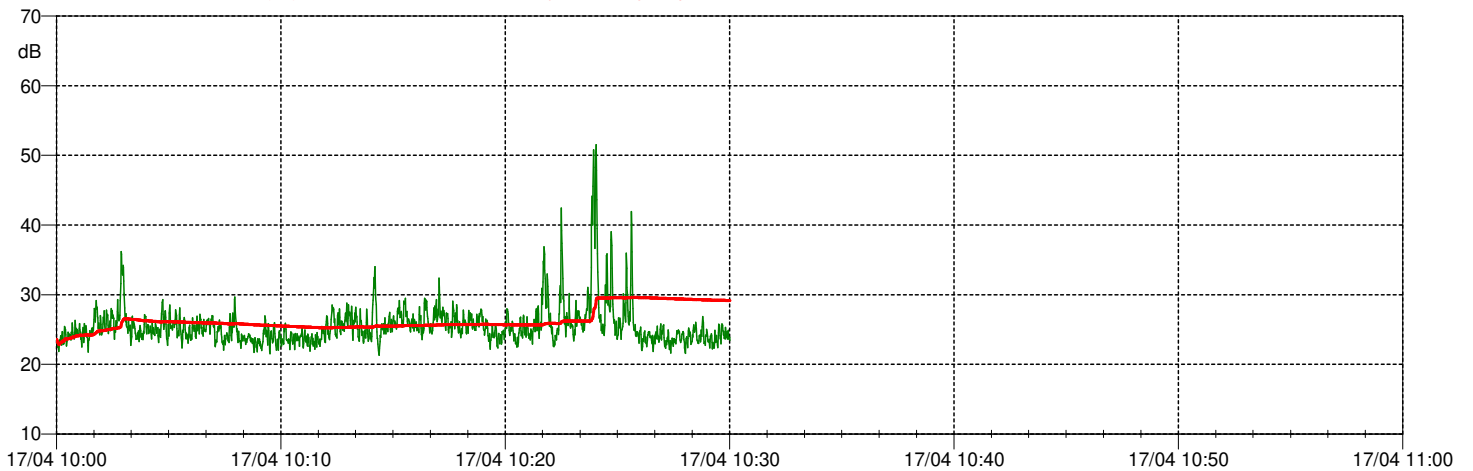
Lmax = 57.0 dB Lw = 33.7 dB



**Asse Y**

(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy  
(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

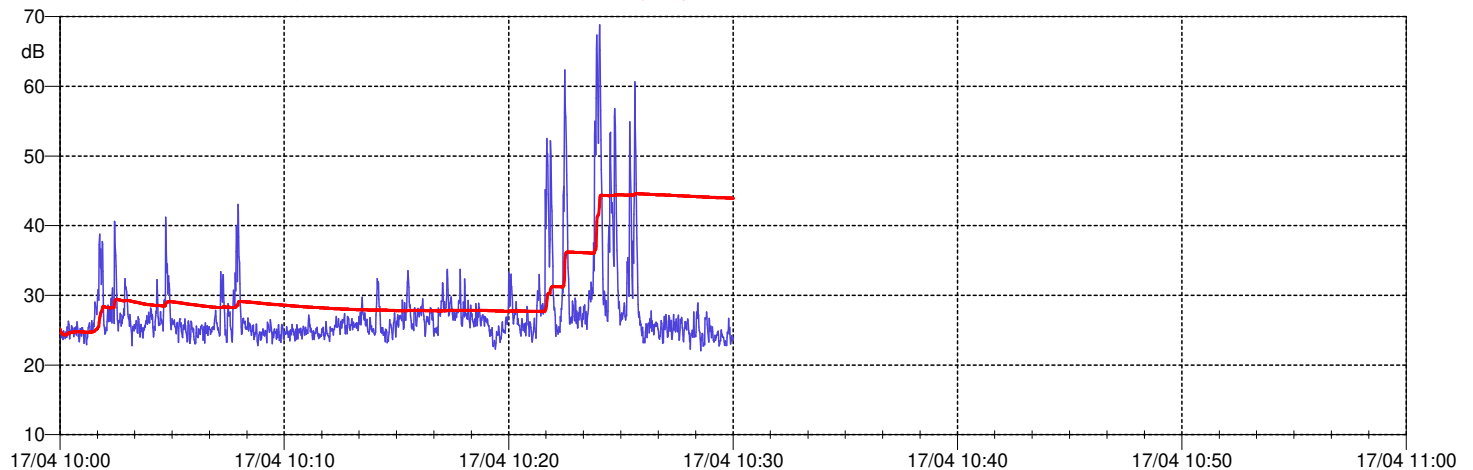
Lmax = 51.6 dB Lw = 29.2 dB



**Asse Z**

(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz  
(25) VIC 01 - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

Lmax = 68.8 dB Lw = 43.9 dB



# **VIBRAZIONI**

## **REPORT DI FINE MISURA**

**VIC 02 - RUC 02 bis**  
SS 192, Catenanuova (EN)



## 1. Premessa

Il presente documento costituisce il report di misura delle indagini vibrazionali Post Operam condotte nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale relativo al raddoppio ferroviario della tratta Bicocca-Catenanuova - Soppressione passaggio a livello al km 3-639, facente parte del nuovo collegamento Palermo - Catania.

La postazione di misura è stata posizionata in corrispondenza di un edificio residenziale di due piani fuori terra, situato lungo la SS 192, presso il Comune di Catenanuova (EN), ed ha codice da PMA "VIC 02 bis".

La terna accelerometrica è stata collocata al piano terra del ricettore oggetto d'indagine, in corrispondenza del garage (causa indisponibilità della proprietà non è stato possibile effettuare la misura all'interno di un vano abitativo).

## 2. Organizzazione delle misure

Le misurazioni sono state effettuate mediante terne accelerometriche posizionate al centro dei solai e collegate ad un sistema di acquisizione. Ciascuna terna di misura risulta composta da tre accelerometri disposti secondo tre assi mutuamente ortogonali denominati x, y e z. Gli accelerometri sono collegati all'acquisitore multicanale tramite cavi coassiali schermati in modo da avere l'acquisizione simultanea delle accelerazioni sui tre assi.

Le misurazioni sono state effettuate in continuo per la durata di 24 h memorizzando la time-history del livello di accelerazione lineare e ponderato in frequenza secondo il filtro per postura non nota. E' stato inoltre acquisito lo spettro in terzi di ottava nell'intervallo di frequenze 1-80 Hz.

In fase di elaborazione vengono restituiti:

- livello equivalente dell'accelerazione ponderata in frequenza su base oraria;
- livello equivalente medio dell'accelerazione;
- valore massimo orario;
- livello di accelerazione per eventuali eventi significativi correlati alle attività oggetto di indagine.

## 3. Parametri oggetto delle misure

La grandezza principale per la valutazione del disturbo da vibrazioni, secondo la UNI 9614:1990 è individuata nel valore efficace (RMS - Root-Mean-Square) dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $a_w$ , definito dalla relazione:

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0,5}$$

dove:

- t è il tempo;
- a(t) è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza;
- T è la durata del periodo di riferimento.

Una rappresentazione equivalente è data dal livello di accelerazione L, definito dalla relazione:

$$L = 20 \text{ LOG} \left( \frac{a_w}{a_0} \right)$$

dove  $a_0$  è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a  $10^{-6}$  m/s<sup>2</sup>. Nel caso si utilizzino sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato in fase di elaborazione dall'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz.

## 4. Normativa di riferimento

L'inquinamento da vibrazioni viene regolamentato da normative tecniche inerenti al disturbo sull'uomo e agli effetti sugli edifici, dal momento che non esiste a tutt'oggi una legislazione specifica in merito a livello nazionale. Tali norme introducono le grandezze e i parametri che devono essere valutati e definiscono le caratteristiche dei sistemi di rilevazione e della strumentazione da impiegare per le misure.

Il problema del disturbo causato dalle vibrazioni sull'uomo viene trattato, in particolare, dalla norma ISO 2631 e dalla UNI 9614 che risultano sostanzialmente in accordo. Gli standard di protezione sull'uomo previsti dalle suddette normative garantiscono ampiamente rispetto alla possibile insorgenza di danni agli edifici e, pertanto, l'azione sugli edifici deve essere valutata nel caso di beni monumentali o storici per i quali possono essere assunti limiti più restrittivi.

Nella successiva tabella sono riportati i limiti previsti dalla UNI 9614:1990.

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO PER L'ELABORAZIONE						
Parametro di riferimento (UNI 9614 – Appendice A)						
Tipologia di vibrazioni			Parametro	Tabella limiti		
A 1 – Di livello costante (livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza variabile entro un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB)			RMS	Prospetto III		
A 2 – Di livello non costante (livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza variabile entro un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB)			$a_{w,eq}$	Prospetto III		
A 3 – Impulsive (rapido innalzamento e abbassamento del valore dell'accelerazione e oscillazioni)			0,71 $a_{pk}$	Prospetto V		
A 4 – Prodotte da veicoli ferroviari nelle abitazioni			$a^p$	Sperimentale		
Limiti di riferimento						
Tipologia ricettore	Limite UNI 9614 – Prospetto II/III			Limite UNI 9614 – Prospetto V		
	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ (*) [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ (*) [mm/s <sup>2</sup> ]
<b>Aree critiche</b>	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	5,0
<b>Abitazioni (notte)</b>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0
<b>Abitazioni (giorno)</b>	7,2	7,2	7,2	220	220	300
<b>Uffici</b>	14,4	14,4	14,4	460	460	640
<b>Fabbriche</b>	28,8	28,8	28,8	460	460	640
(*) Per postura non nota o variabile						
Tipologia ricettore	Limite UNI 9614 – veicoli ferroviari			Curva Limite ISO 2631		
	$a_x$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_y$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a_z$ [mm/s <sup>2</sup> ]	$a$ [mm/s <sup>2</sup> ]		
<b>Aree critiche</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 1		
<b>Abitazioni (notte)</b>	21,6	21,6	30,0	ISO 2631 XYZ x 1.4		
<b>Abitazioni (giorno)</b>				ISO 2631 XYZ x 2:4		
<b>Uffici</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 4		
<b>Fabbriche</b>	-	-	-	ISO 2631 XYZ x 8		

A partire da settembre 2017 è in vigore la nuova UNI 9614:2017, che prevede una nuova metodica di elaborazione dei dati e i seguenti limiti di  $V_{sor}$  per ambienti ad uso abitativo in giornate feriali (9.1):

- 7,2 mm/s<sup>2</sup> in periodo diurno
- 3,6 mm/s<sup>2</sup> in periodo notturno.

Come specificato al punto 1 della UNI 9614:2017, la nuova norma non si applica ai progetti già autorizzati a settembre 2017, per cui nel seguito l'analisi sarà effettuata in accordo con la UNI 9614:1990.

## Informazioni generali

<b>Codice ricettore</b>	VIC 02-RUC 02 bis
<b>Tipologia ricettore</b>	Residenziale
<b>Coordinate geografiche</b>	37°32'44.29"N 14°43'17.99"E
<b>Piano indagato</b>	Piano terra
<b>Sorgente indagata</b>	Raddoppio della tratta Bicocca-Catenanuova. Soppressione p.l. al km 3+639

### Descrizione dell'ambiente di misura

Il monitoraggio ha avuto durata di 24 ore, utilizzando una terna accelerometrica posizionata al piano terra nel vano d'ingresso del ricettore oggetto d'indagine. Non è stato possibile effettuare la misura in corrispondenza del ricettore "VIC 02" oggetto delle precedenti rilevazioni a causa dell'indisponibilità della proprietà. Per tale ragione è stato scelto un altro ricettore vicino, simile per distanza dalla sorgente, che è stato rinominato "VIC 02 bis".

### Caratteristiche dell'area e principali sorgenti di vibrazioni

Il ricettore è ubicato in una zona prettamente agricola nella periferia Sud-Est di Catenanuova (EN). L'edificio si trova a circa 80 m dalla tratta ferroviaria Bicocca-Catenanuova, 175 m dall'Autostrada A19, e 60 m dalla SS 192.

<b>Data e ora di inizio misura</b>	16/04/2018 - 15:00
<b>Data e ora di fine misura</b>	17/04/2018 - 15:00
<b>Durata del rilievo</b>	24 ore

### Strumentazione utilizzata

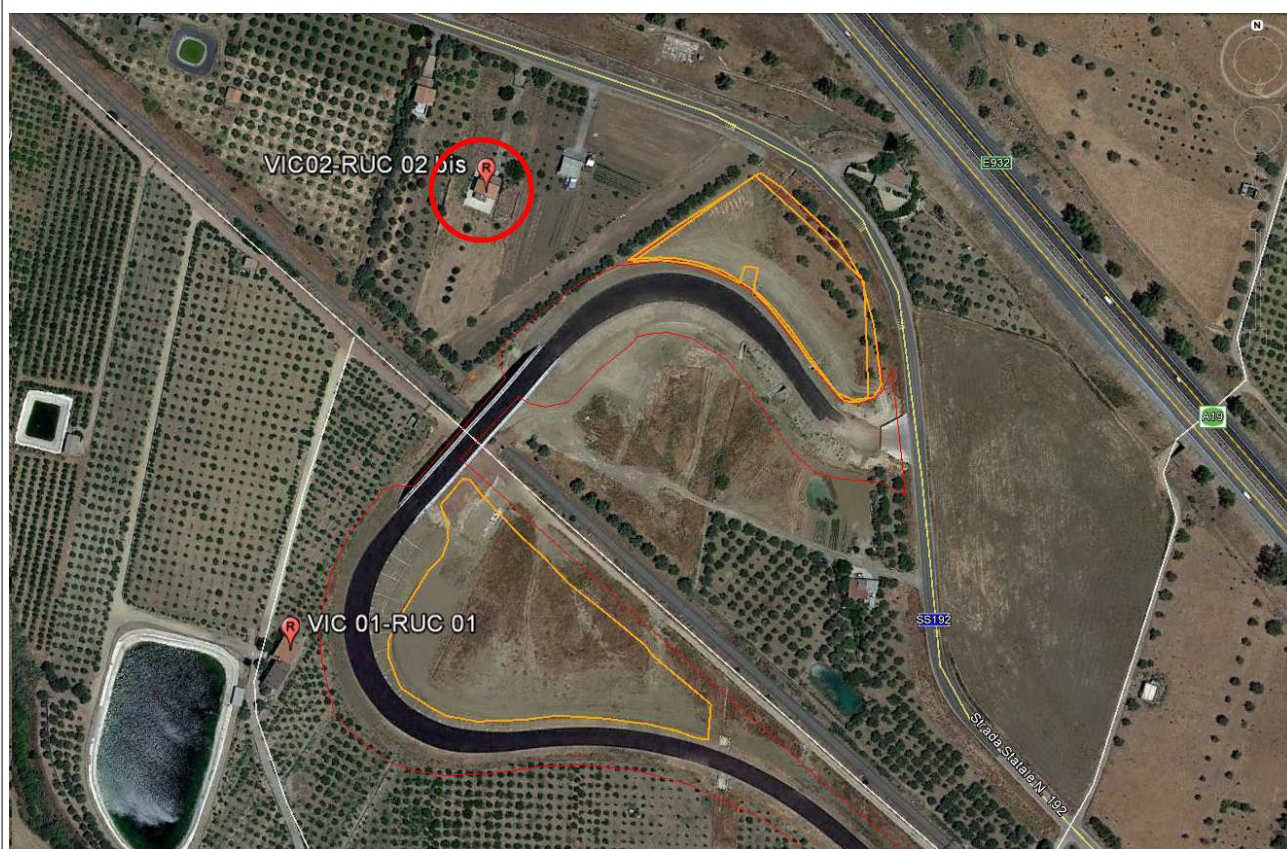
N. 1 analizzatore multicanale Sinus Soundbook composto da:

- sistema di acquisizione e analisi dati a 4 canali con software di gestione Samurai;
- PC Portatile Panasonic Toughbook sn 6062;
- una terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali PCB Piezotronics modello 393A03 - Sensibilità 1000 mV/g;
- massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri;
- calibratore PCB Piezotronics mod. 394C06.

Software di elaborazione: Noise and Vibration Works.



## Vista aerea dell'area in cui è inserito il ricettore

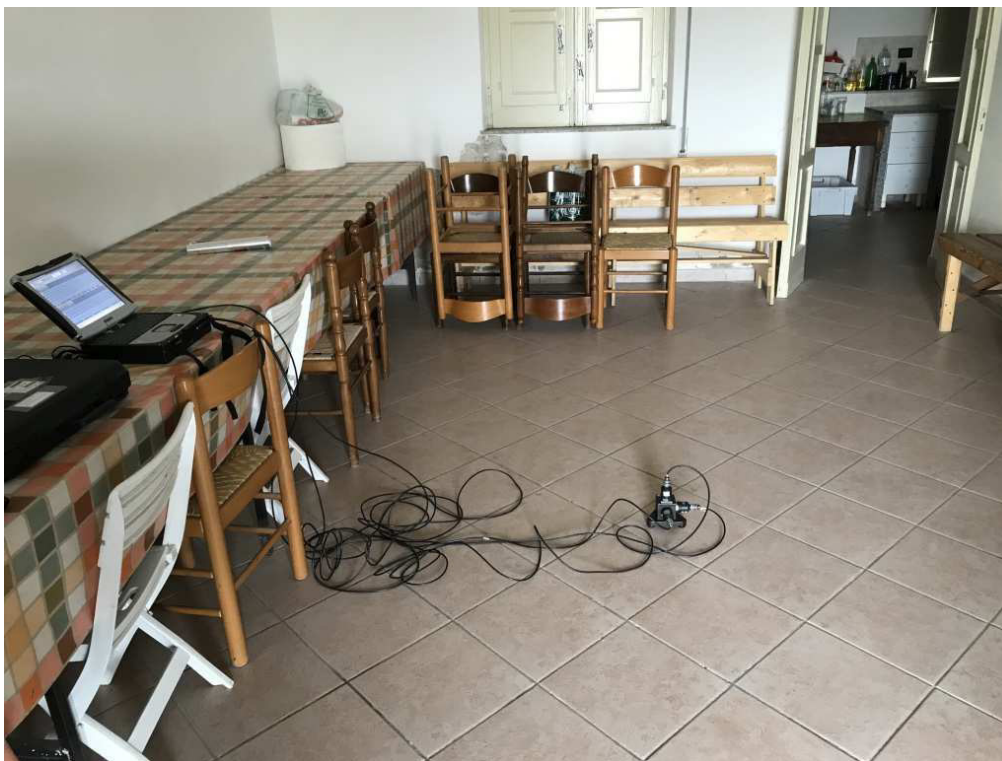


## Vista esterna del ricettore





## Posizionamento strumentazione piano terra (misura vibrazioni)



## Posizionamento fonometro al piano terra (misura rumore)



## RISULTATI

Time(s)	VIBRAZIONI							RUMORE	
	Asse X		Asse Y		Asse Z		Limiti UNI 9614	LAeq	Limiti DPCM 01/03/91
	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	Lw(dB)	Lmax(dB)	dB	dB(A)	dB(A)
16/04/2018 15:00	38,1	44,4	37,3	44,3	38,6	47,7	77	51,4	70
16/04/2018 16:00	38,2	43,2	37,3	43,0	38,6	49,7	77	52,1	
16/04/2018 17:00	38,1	42,1	37,3	41,9	38,5	44,5	77	51,9	
16/04/2018 18:00	38,1	42,5	37,3	43,7	38,5	46,2	77	52,9	
16/04/2018 19:00	38,0	42,0	37,2	42,6	38,2	44,2	77	50,4	
16/04/2018 20:00	38,0	42,6	37,1	41,5	38,1	44,2	77	46,6	
16/04/2018 21:00	38,0	42,5	37,1	41,4	38,1	41,9	77	45,8	
16/04/2018 22:00	38,0	42,0	37,1	41,5	38,0	42,2	74	43,0	60
16/04/2018 23:00	38,1	42,4	37,1	41,6	38,1	43,0	74	42,3	
17/04/2018 00:00	38,0	42,1	37,1	41,0	38,1	42,5	74	39,7	
17/04/2018 01:00	38,0	42,3	37,1	41,1	38,0	41,8	74	39,0	
17/04/2018 02:00	38,0	43,3	37,0	41,7	38,1	42,2	74	41,1	
17/04/2018 03:00	38,0	42,0	37,1	41,0	38,0	41,6	74	43,8	
17/04/2018 04:00	38,0	41,9	37,1	41,2	38,1	43,8	74	44,3	
17/04/2018 05:00	38,0	42,1	37,1	41,2	38,1	44,1	74	47,6	70
17/04/2018 06:00	38,0	42,2	37,1	42,2	38,2	44,1	74	53,0	
17/04/2018 07:00	38,1	42,2	37,1	41,5	38,2	46,7	77	51,0	
17/04/2018 08:00	38,1	42,0	37,2	41,1	38,1	50,4	77	48,9	
17/04/2018 09:00	38,0	42,7	37,2	41,4	38,3	44,7	77	50,2	
17/04/2018 10:00	38,0	42,1	37,2	44,9	38,2	47,3	77	47,8	
17/04/2018 11:00	38,1	42,7	37,2	42,2	38,4	52,2	77	49,2	
17/04/2018 12:00	38,1	42,7	37,2	44,1	38,5	51,3	77	49,0	
17/04/2018 13:00	38,1	42,2	37,2	42,1	38,3	46,7	77	47,2	
17/04/2018 14:00	38,2	43,4	37,3	44,8	38,5	47,3	77	51,5	

Lw D (diurno)	38,1	37,2	38,4	LAeq D	50,4
Lw N (notturno)	38,0	37,1	38,1	LAeq N	43,4
Lmax D	44,4	44,9	52,2	LAeq max D	53,0
Lmax N	43,3	42,2	44,1	LAeq max N	47,6

### Vibrazioni

Il monitoraggio vibrazionale Post Operam presso il ricettore "VIC 02 bis" è stato svolto per 24 h in continuo, a partire dalle ore 15:00 del 16/04/2018, all'interno di un vano al piano terra di un immobile residenziale.

Durante il periodo di misura non sono stati rilevati superamenti dei livelli limite delle accelerazioni ponderate in frequenza suggeriti dalla Norma UNI 9614:1990, ovvero 77 dB per il periodo diurno e 74 dB per quello notturno per edifici a destinazione d'uso residenziale.

Non si evidenziano eventi significativi durante il periodo di misura.

### Rumore

Il monitoraggio della componente rumore è stato effettuato presso il medesimo ricettore "RUC 02 bis" per un periodo di 24 h in continuo, a partire dalle ore 15:00 del 16/04/2018, con posizionamento del microfono in corrispondenza del piano terra ad un'altezza di 4 m dal piano di campagna.

Nel periodo di monitoraggio si è rilevato il rispetto dei limiti previsti per la zona territoriale di inserimento del ricettore, pari a 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni.





**RADDOPPIO TRATTA BICOCCA-CATENANUOVA**  
*Soppressione pl al km 3+639*  
**LINEA FERROVIARIA NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA.**  
**MONITORAGGIO AMBIENTALE - POST OPERAM**  
**COMPONENTE VIBRAZIONI**

**VIBRAZIONI**

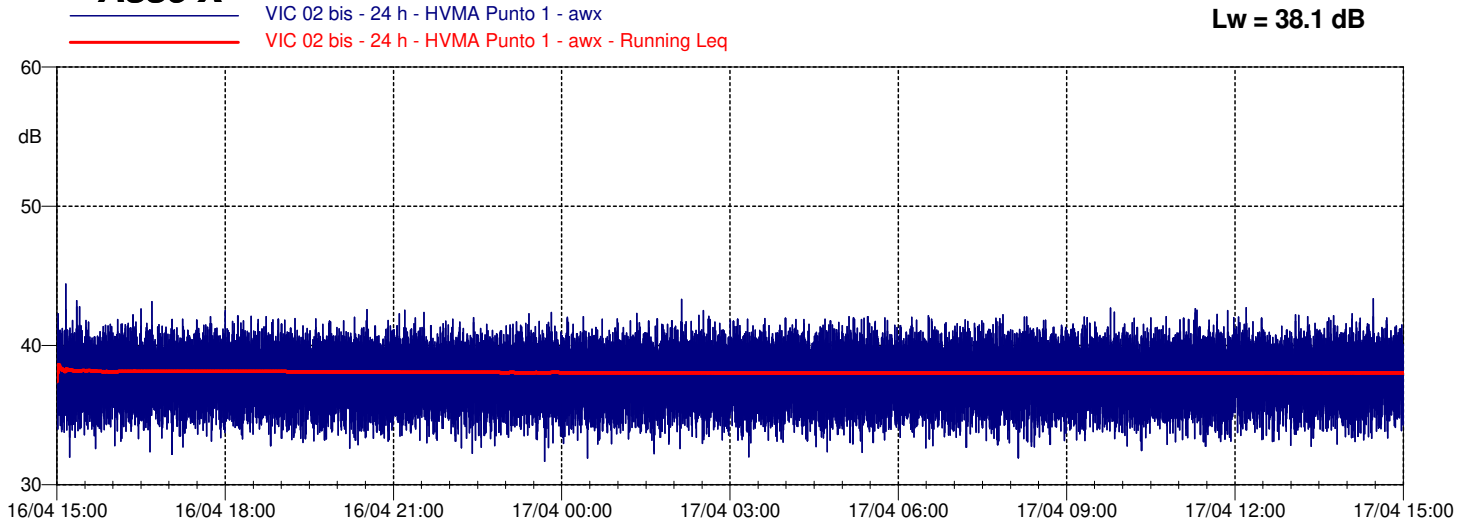
**REPORT**

## **Elaborazioni grafiche**

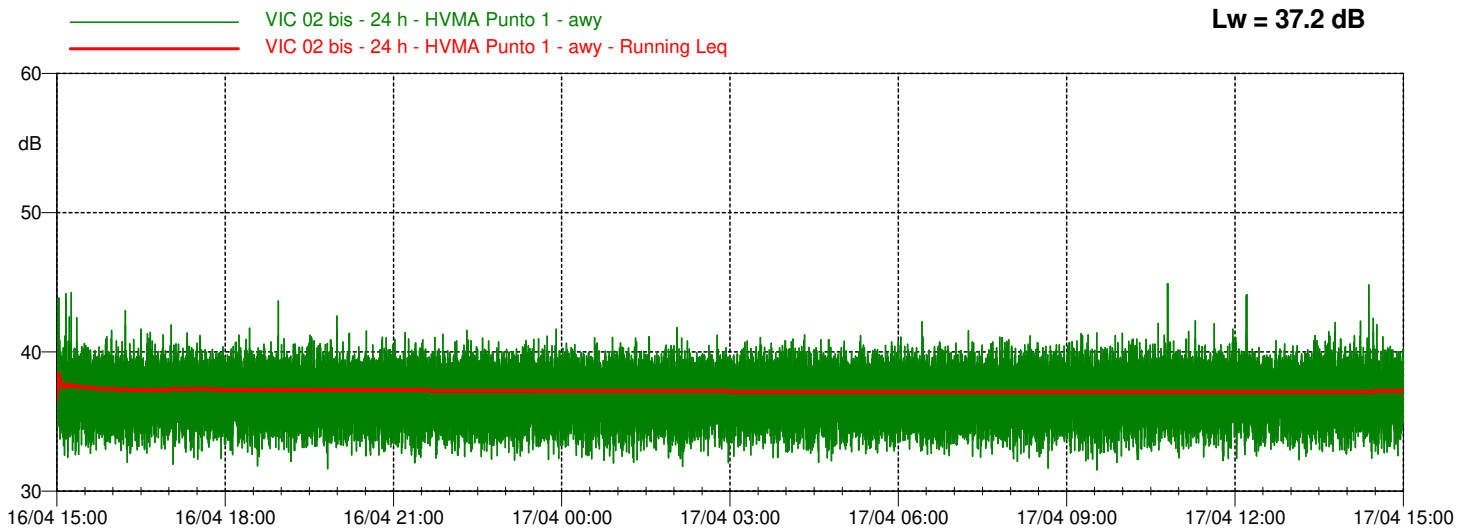
## LIVELLI VIBRAZIONALI - TIME HISTORY

### VIC 01 bis - 24 h (Piano terra)

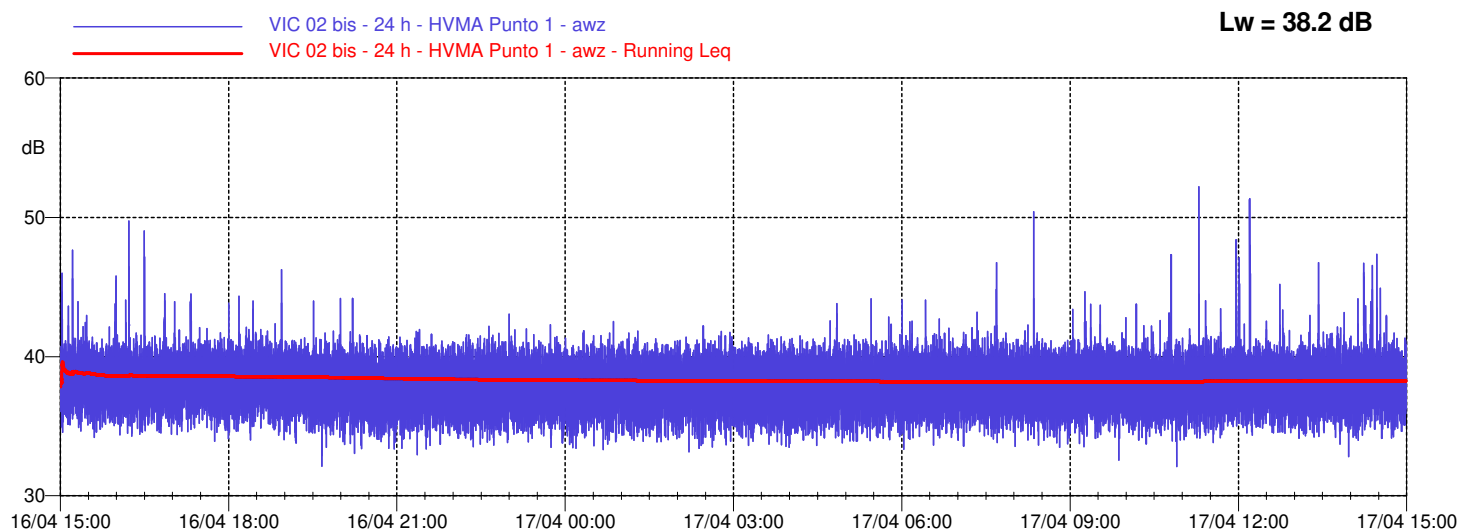
#### Asse X



#### Asse Y

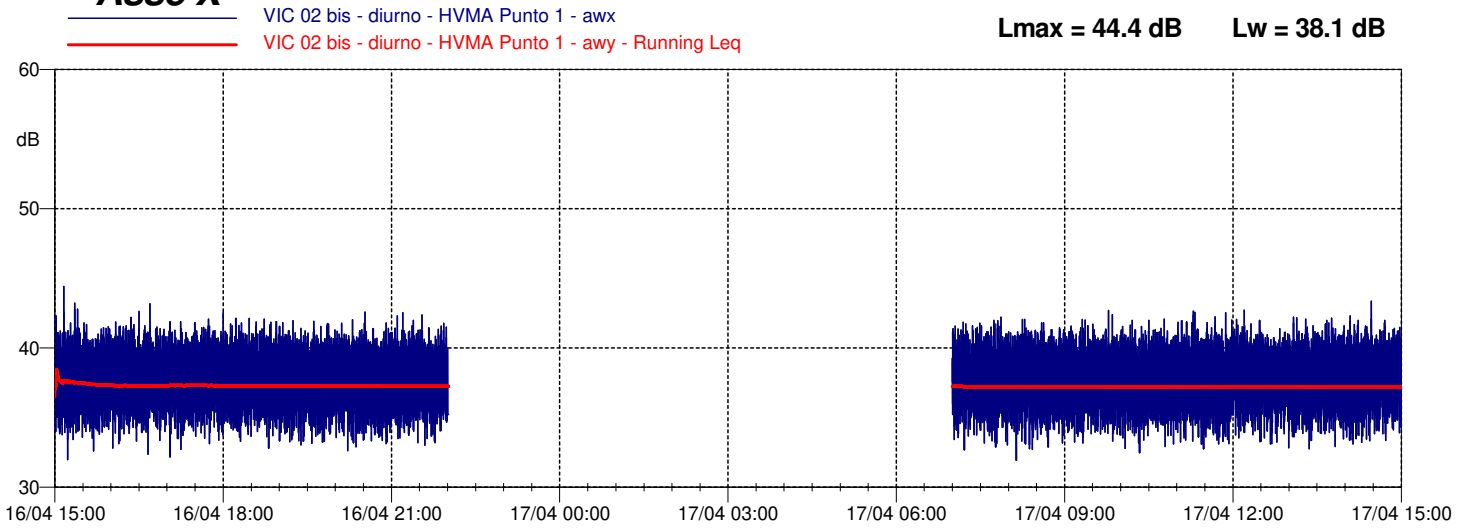


#### Asse Z

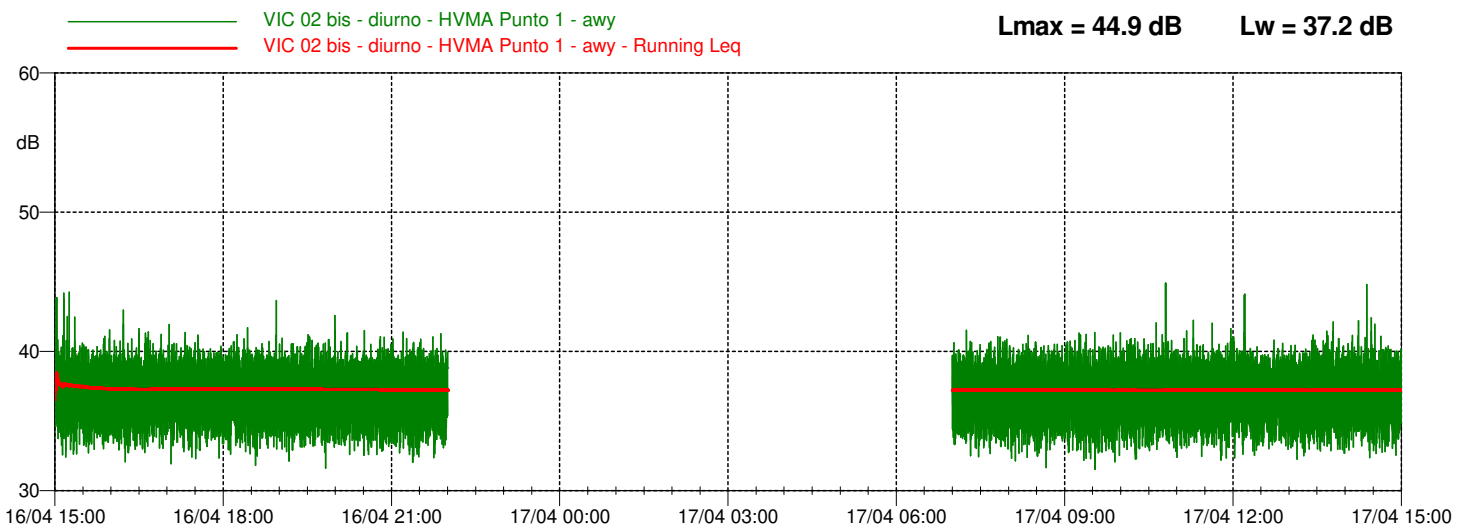


## Periodo diurno (07:00-22:00)

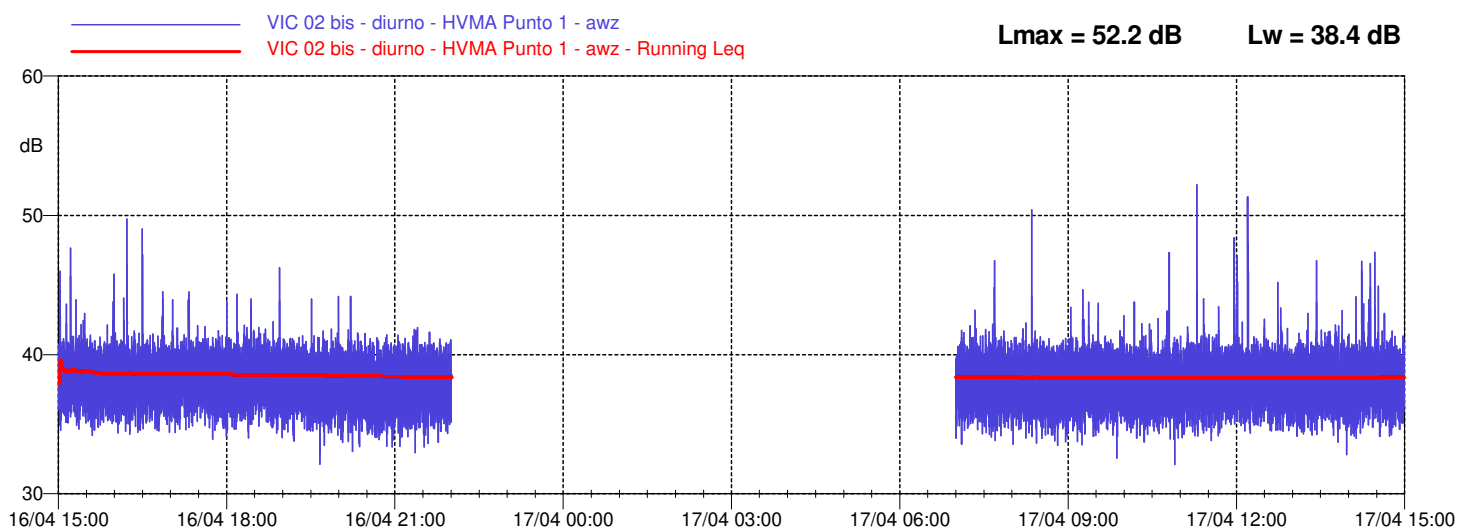
### Asse X



### Asse Y

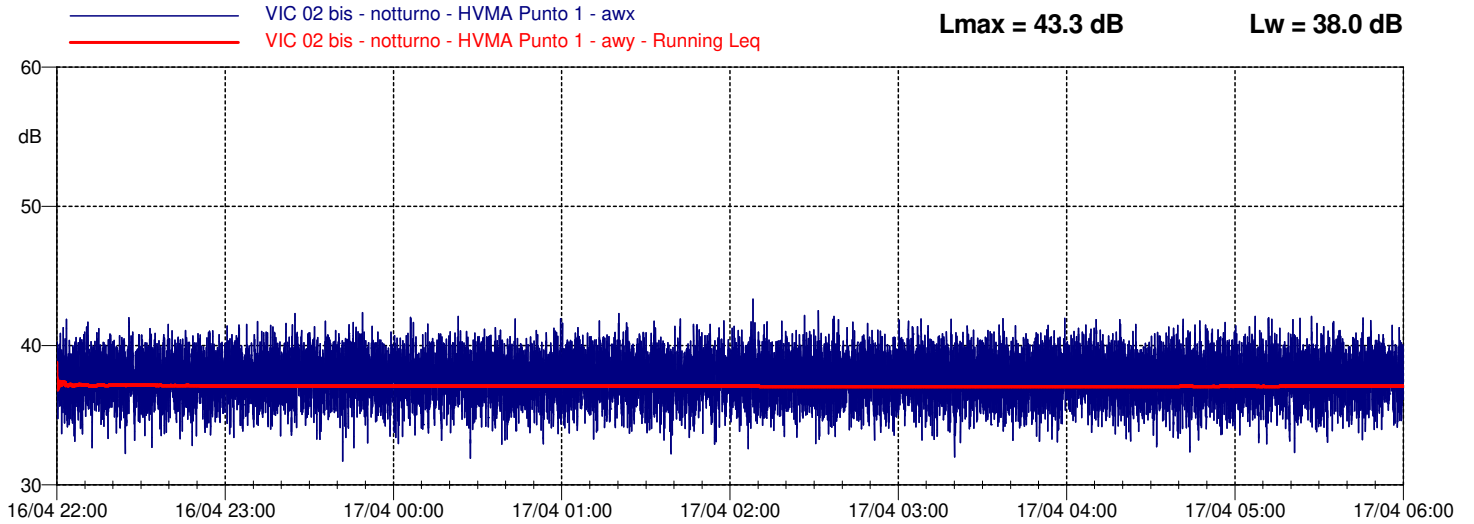


### Asse Z

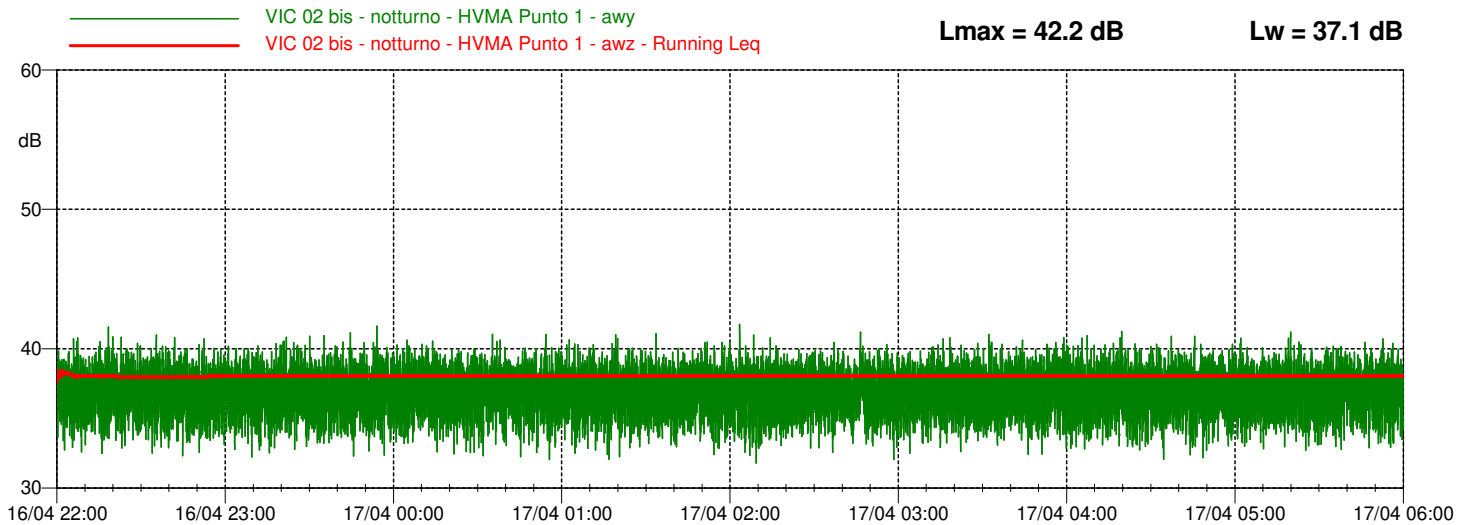


## Periodo notturno (22:00-07:00)

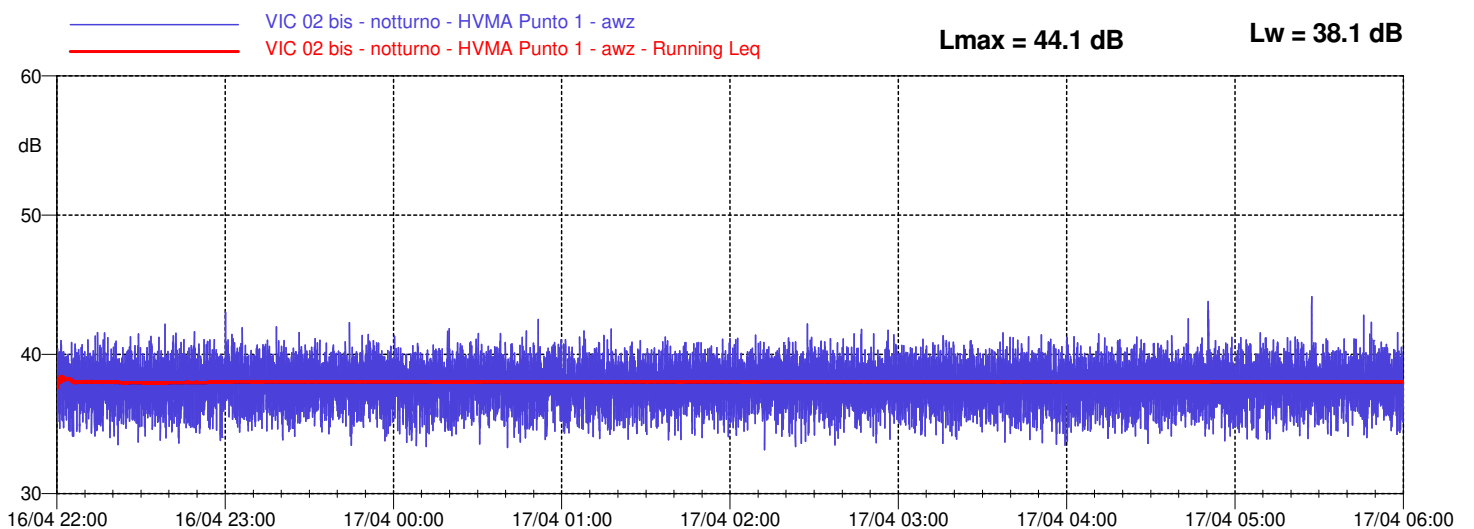
### Asse X



### Asse Y

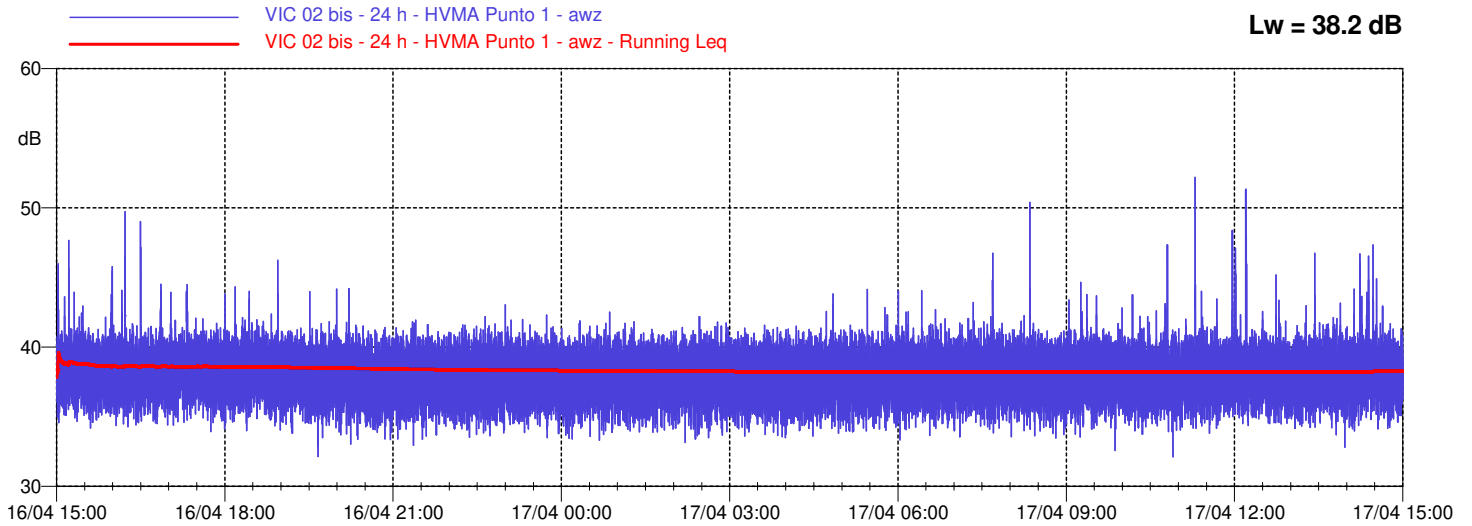


### Asse Z

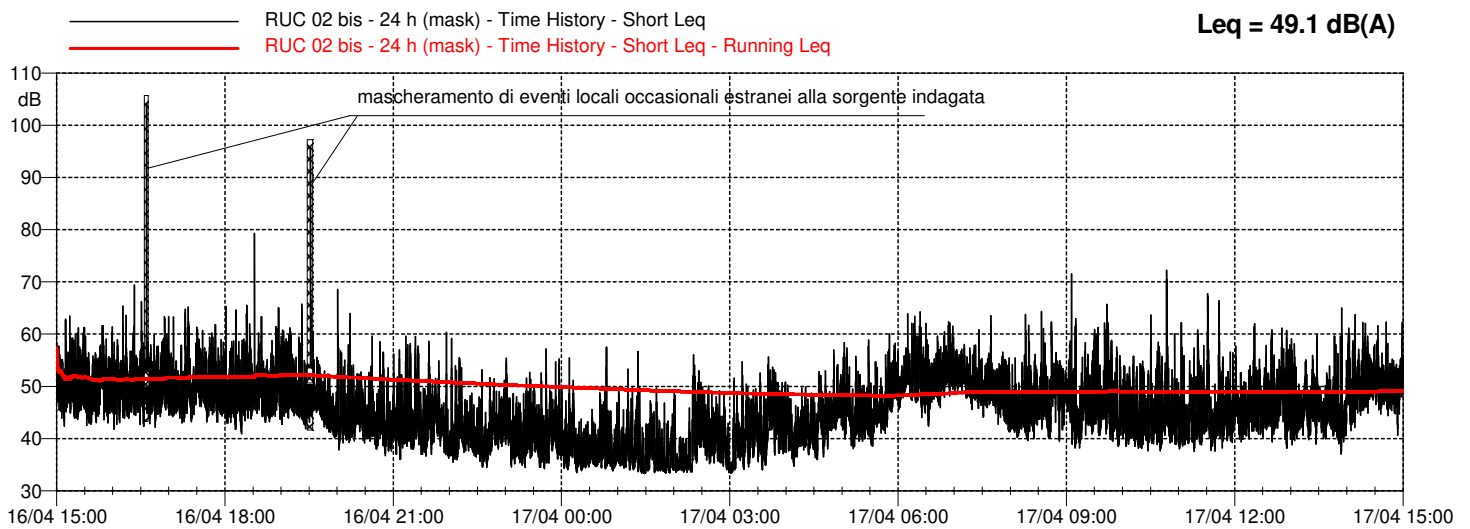


## 24 h - confronto vibrazioni (sopra) - rumore esterno (sotto)

### VIC 02 bis - 24 h - asse z



### RUC 02 bis - 24 h



## Livelli vibrazionali - Analisi oraria

16/04/2018 15:00-16:00

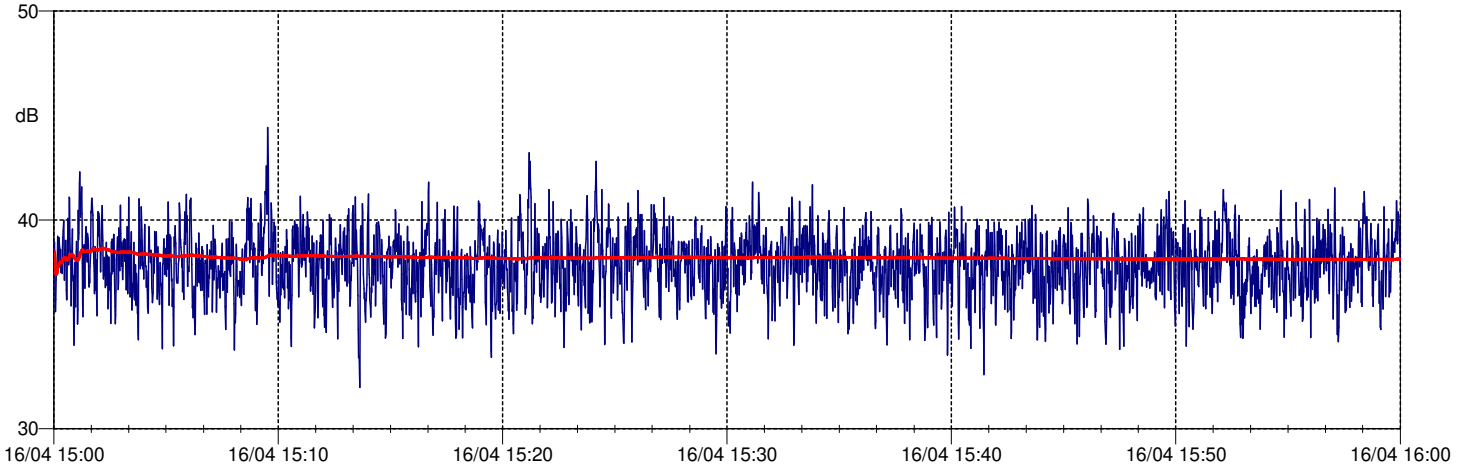
### Asse X

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

Lmax = 44.4 dB

Lw = 38.1 dB

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq



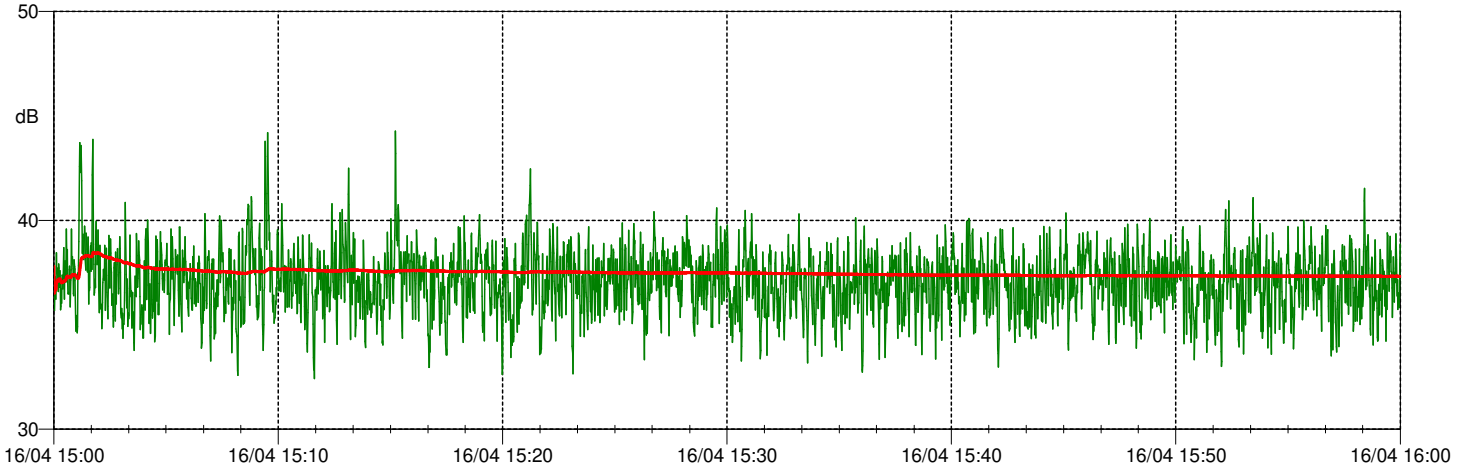
### Asse Y

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy

Lmax = 44.3 dB

Lw = 37.3 dB

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq



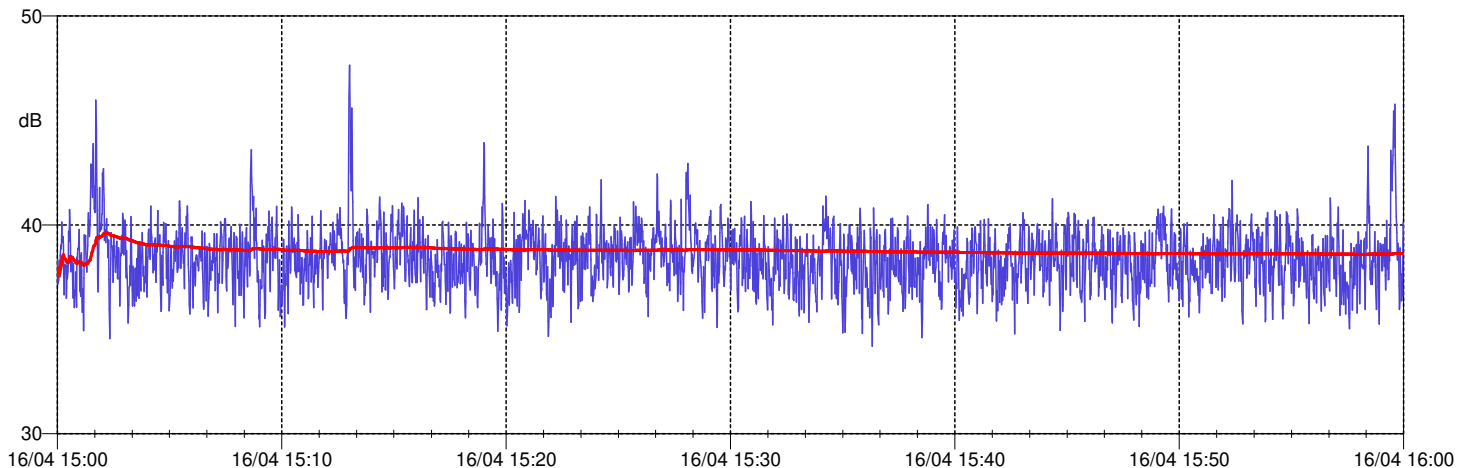
### Asse Z

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz

Lmax = 47.7 dB

Lw = 38.6 dB

(1) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq





**16/04/2018 16:00-17:00**

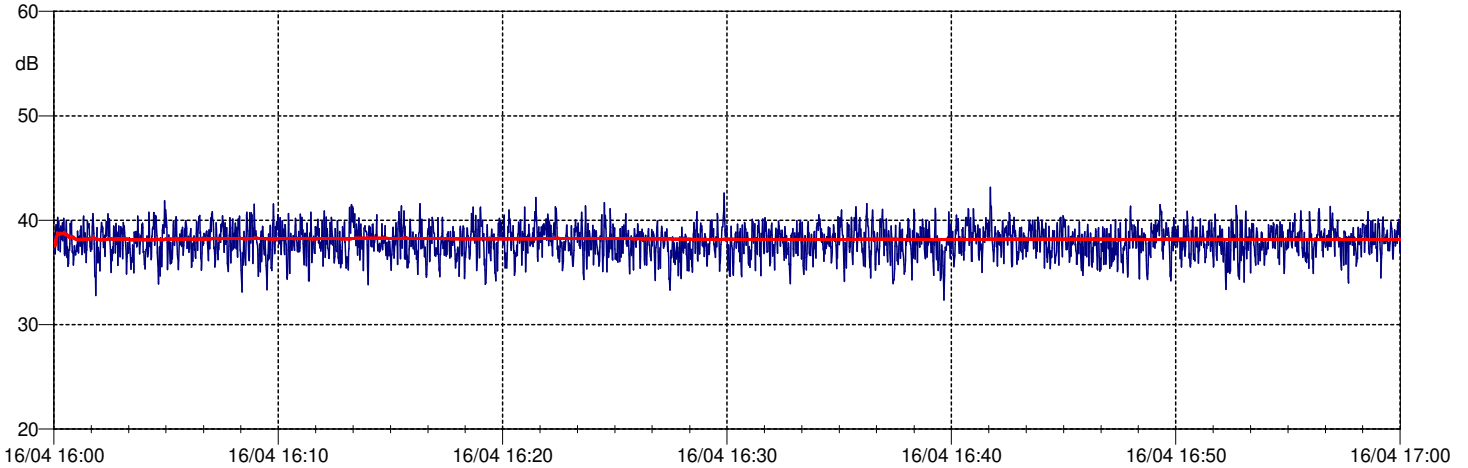
**Asse X**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

**Lmax = 43.2 dB**

**Lw = 38.2 dB**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq



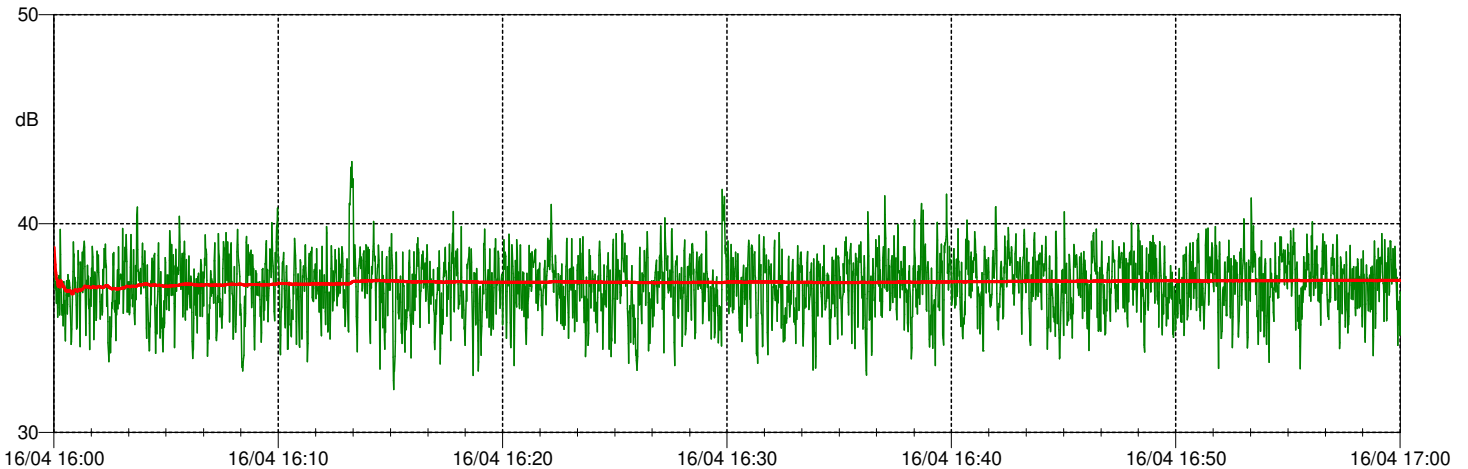
**Asse Y**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy

**Lmax = 43.0 dB**

**Lw = 37.3 dB**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq



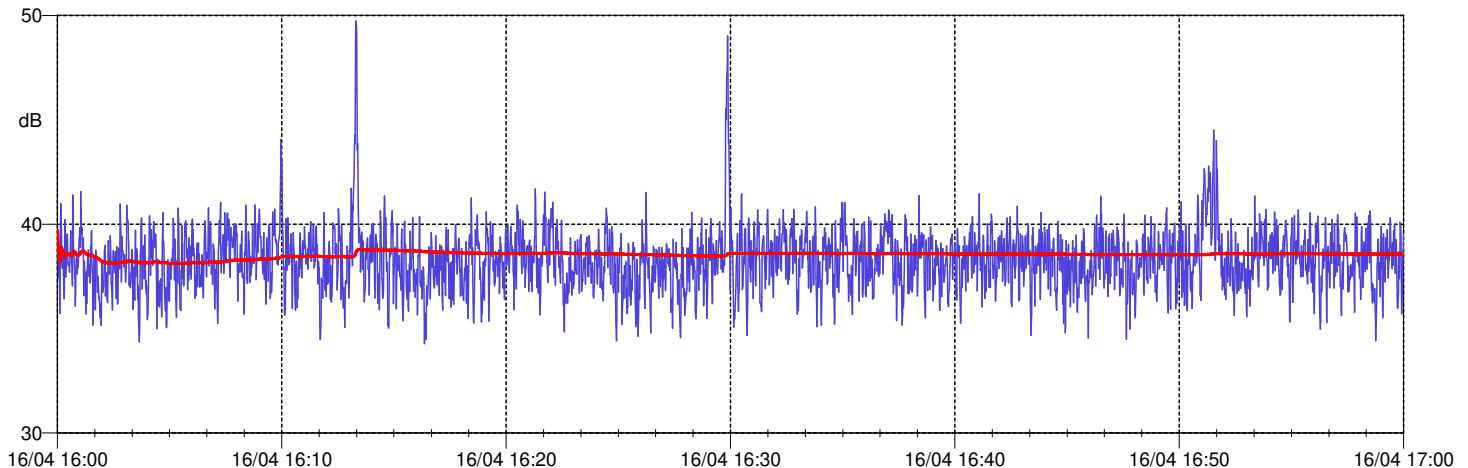
**Asse Z**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz

**Lmax = 49.7 dB**

**Lw = 38.6 dB**

(2) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq



**16/04/2018 17:00-18:00**

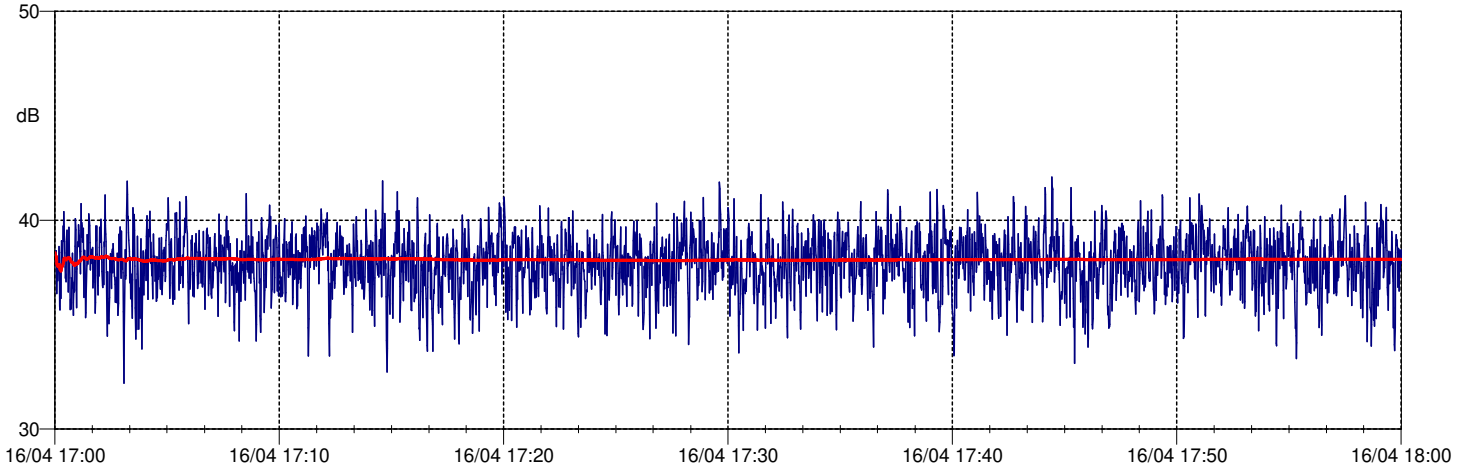
**Asse X**

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 42.1 dB**

**Lw = 38.1 dB**



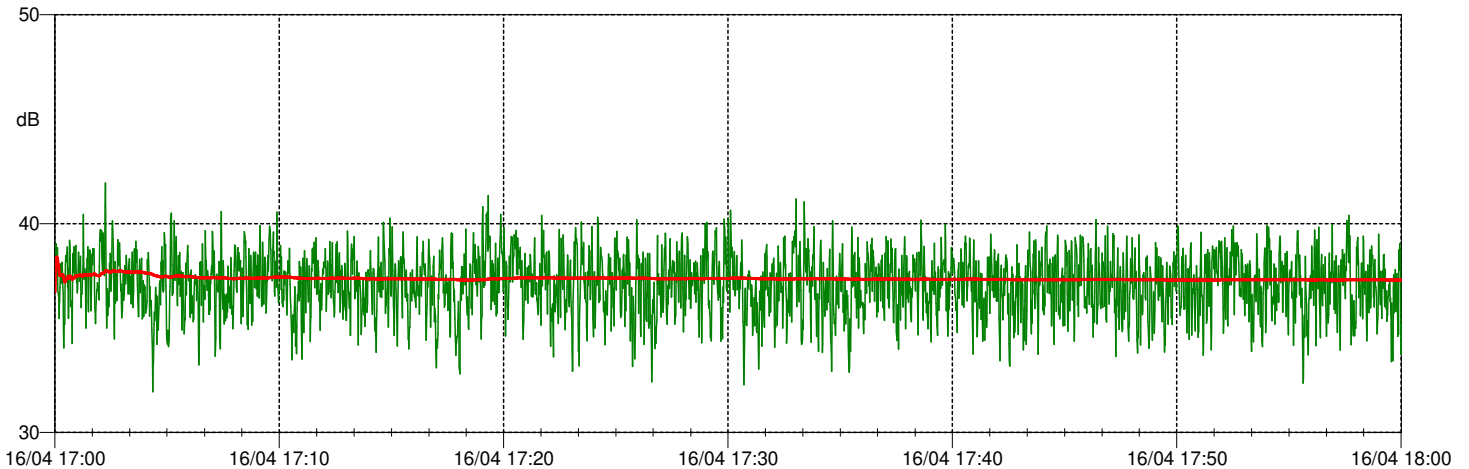
**Asse Y**

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 41.9 dB**

**Lw = 37.3 dB**



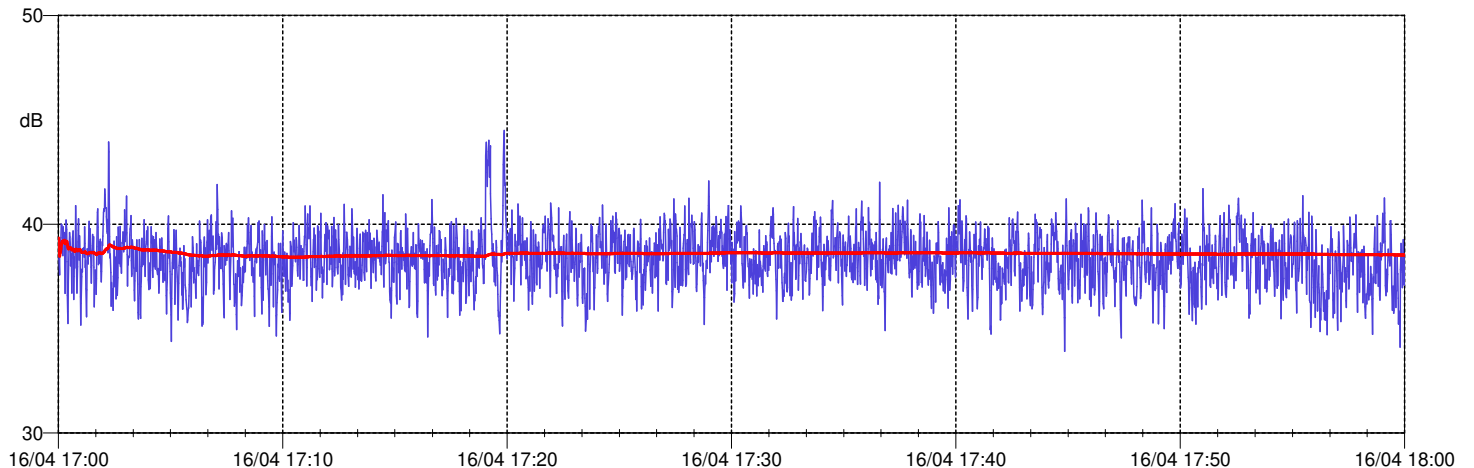
**Asse Z**

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz

(3) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

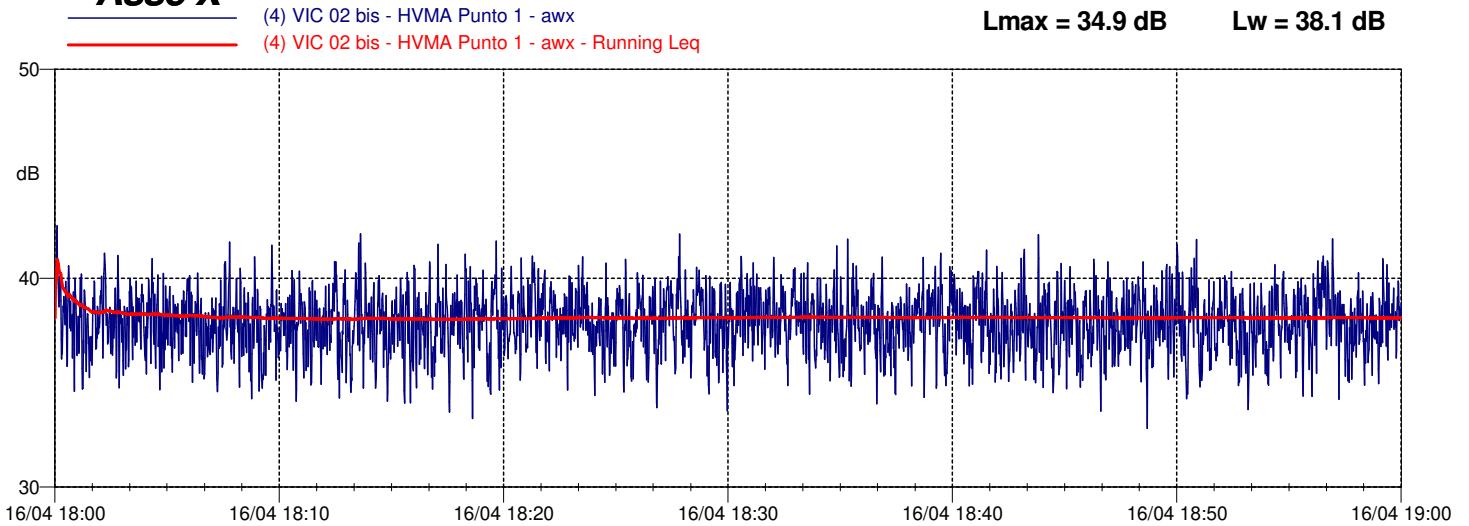
**Lmax = 44.5 dB**

**Lw = 38.5 dB**

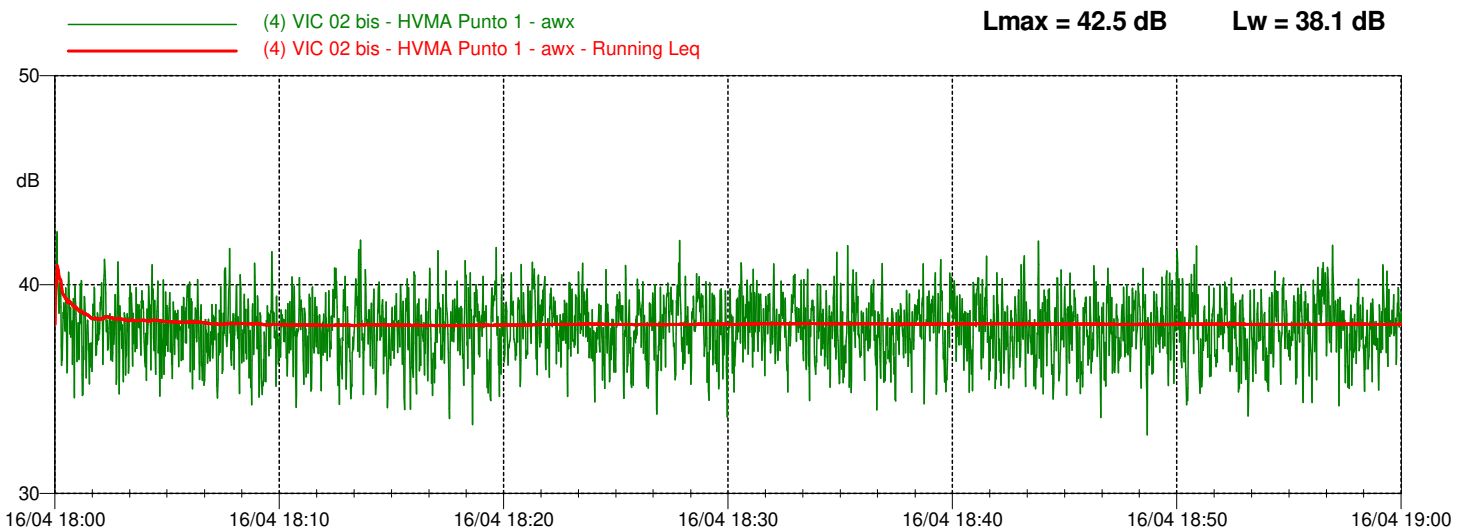


**16/04/2018 18:00-19:00**

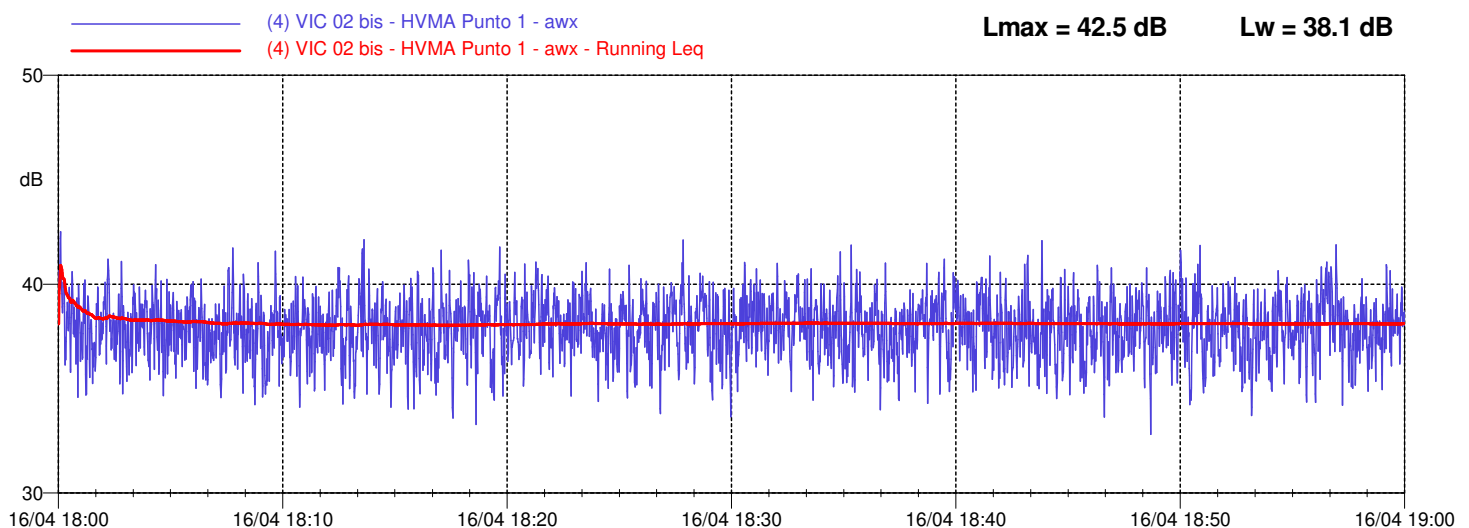
**Asse X**



**Asse Y**



**Asse Z**



**16/04/2018 19:00-20:00**

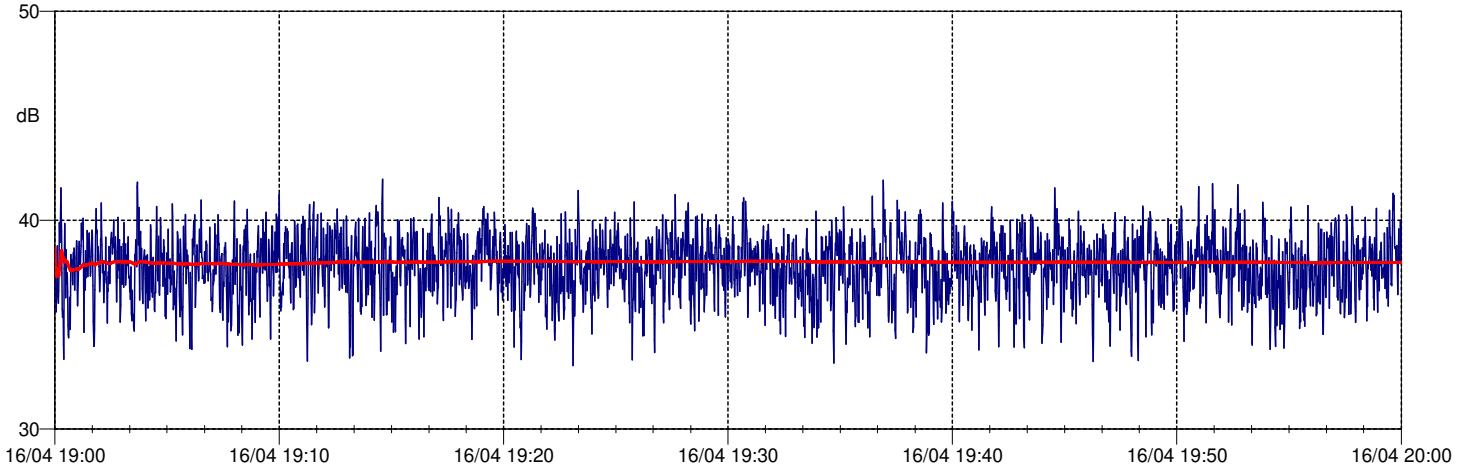
**Asse X**

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = N/A dB**

**Lw = 38.0 dB**



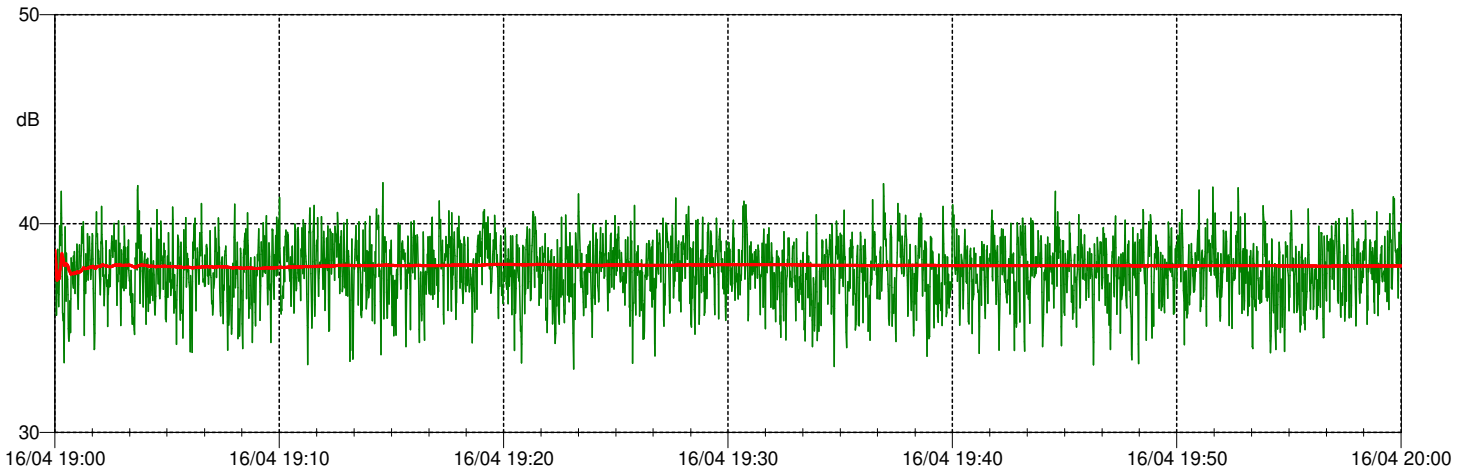
**Asse Y**

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 38.7 dB**

**Lw = 38.0 dB**



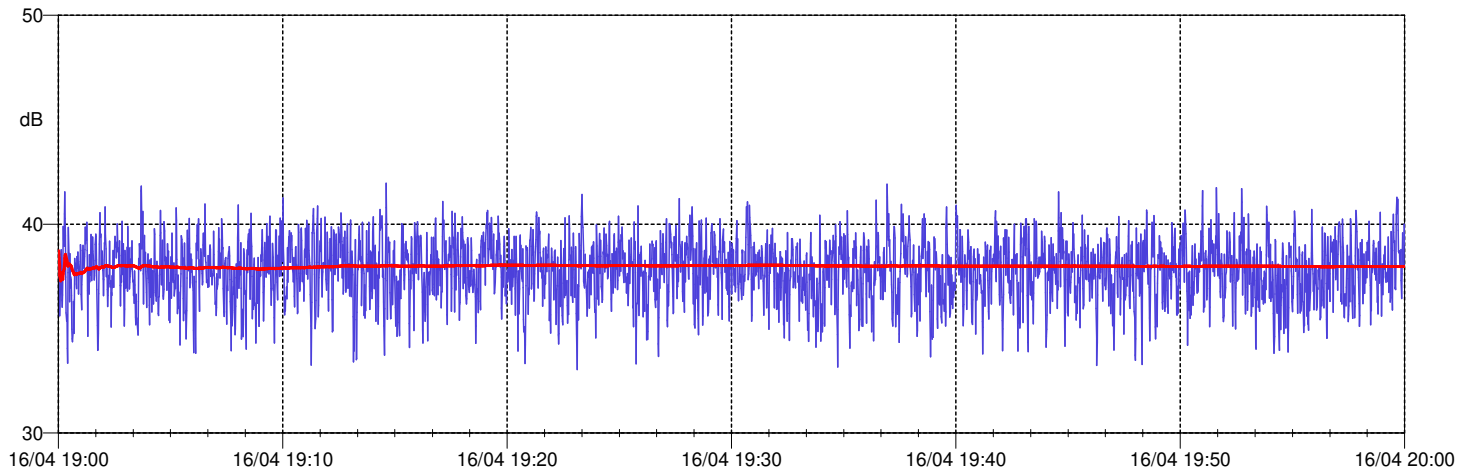
**Asse Z**

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx

(5) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

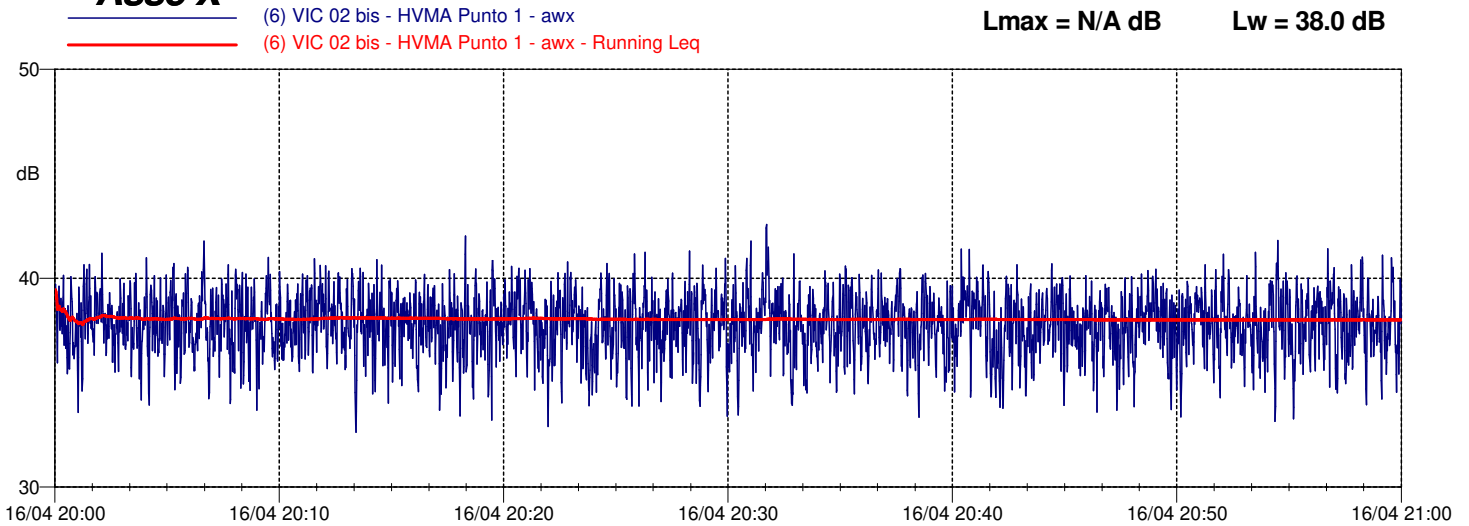
**Lmax = 38.7 dB**

**Lw = 38.0 dB**

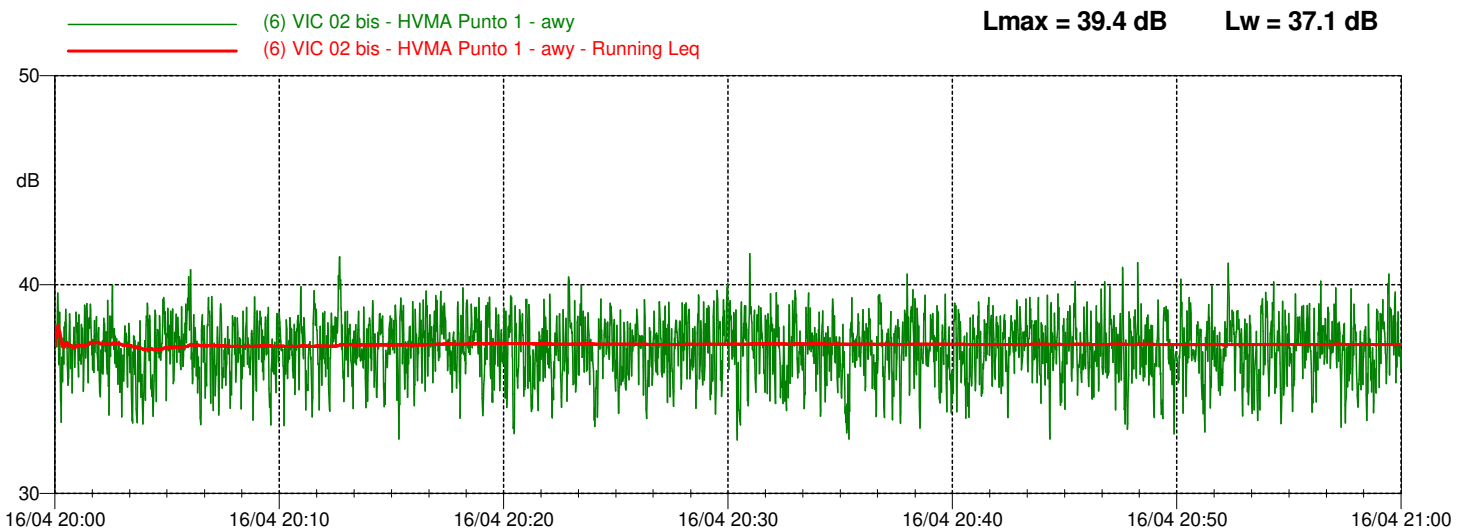


**16/04/2018 20:00-21:00**

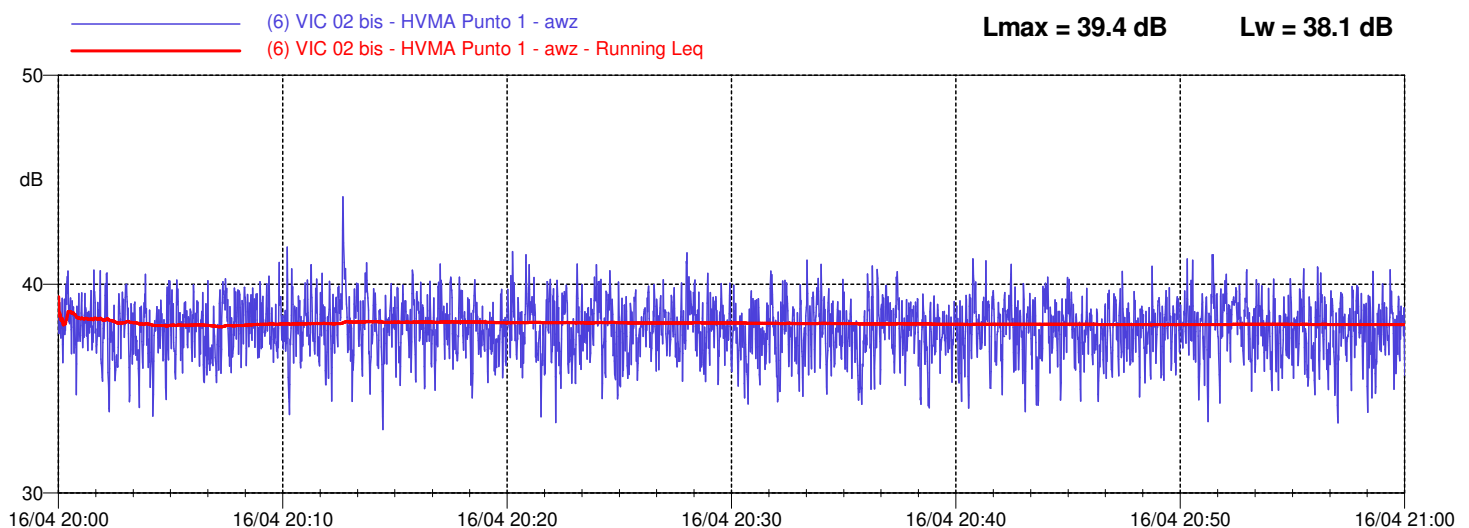
**Asse X**



**Asse Y**



**Asse Z**





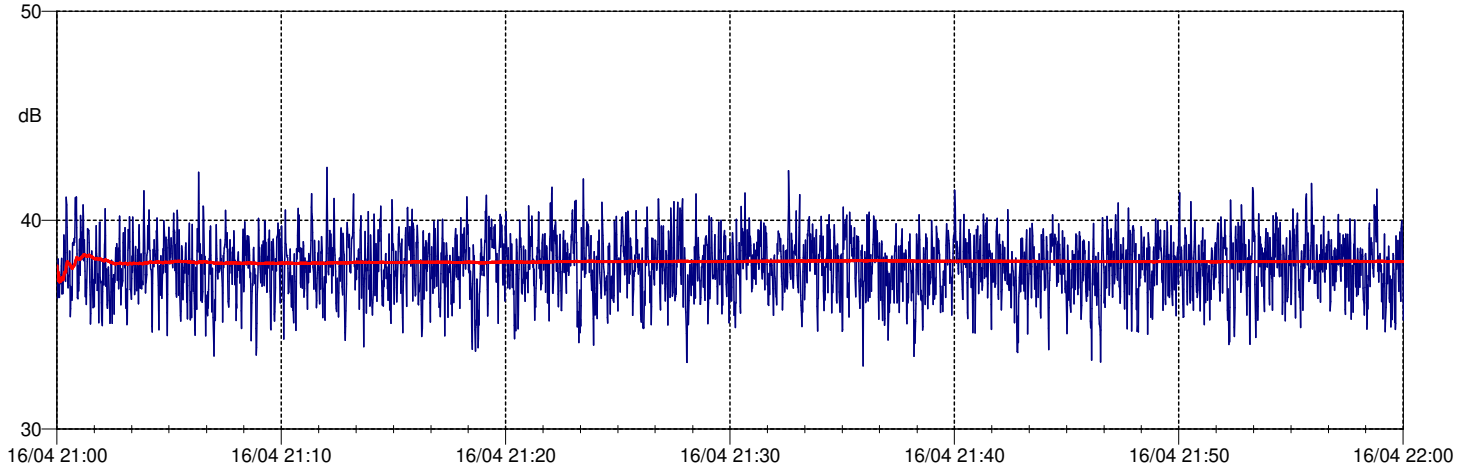
**16/04/2018 21:00-22:00**

**Asse X**

(7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx  
 (7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 42.5 dB**

**Lw = 38.0 dB**

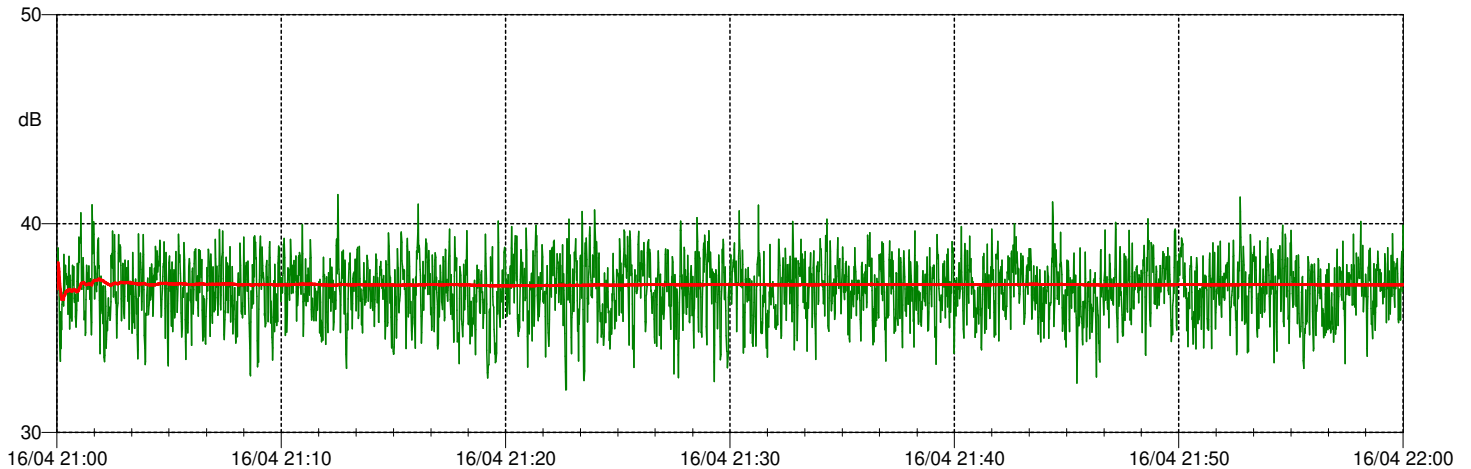


**Asse Y**

(7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy  
 (7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 41.4 dB**

**Lw = 37.1 dB**

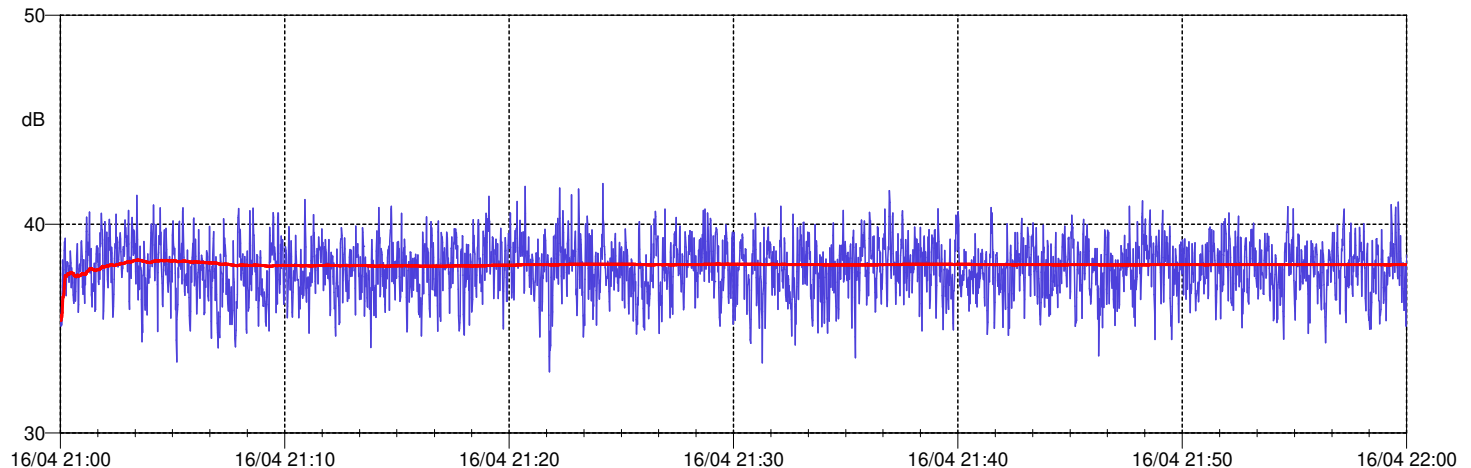


**Asse Z**

(7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz  
 (7) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 41.9 dB**

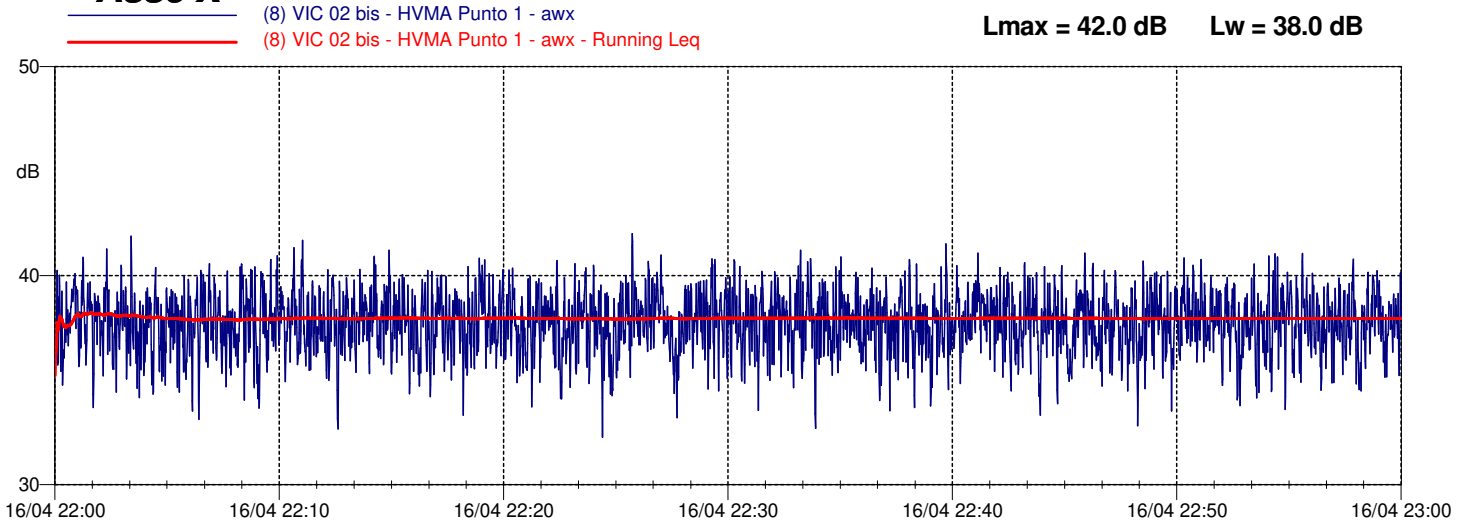
**Lw = 38.1 dB**



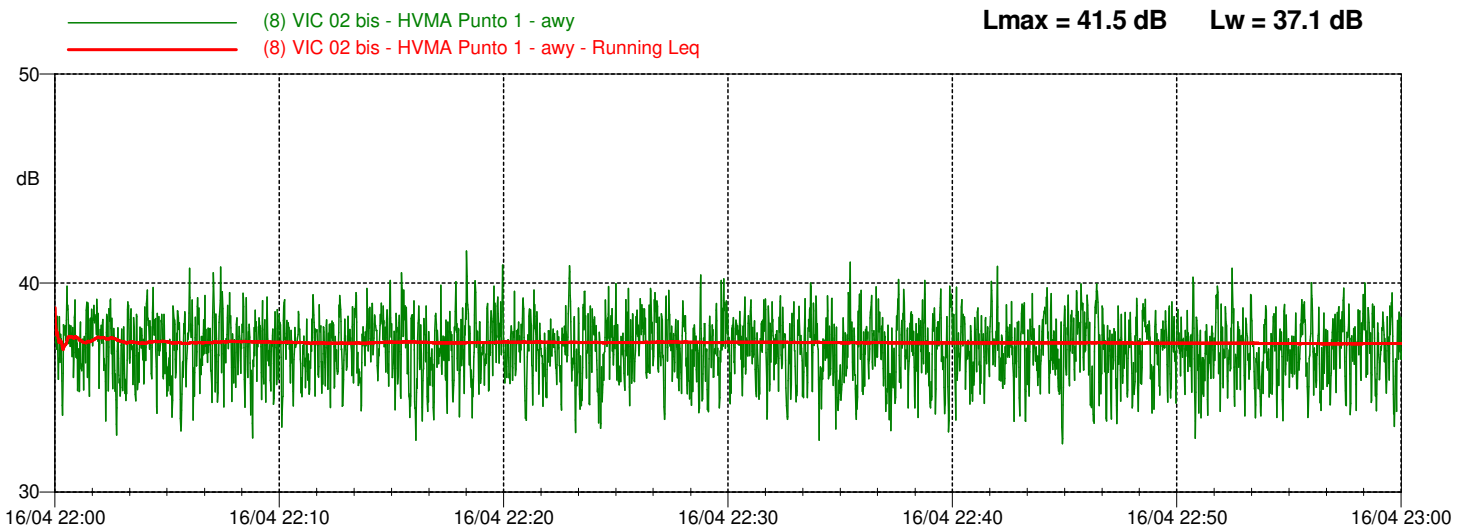


**16/04/2018 22:00-23:00**

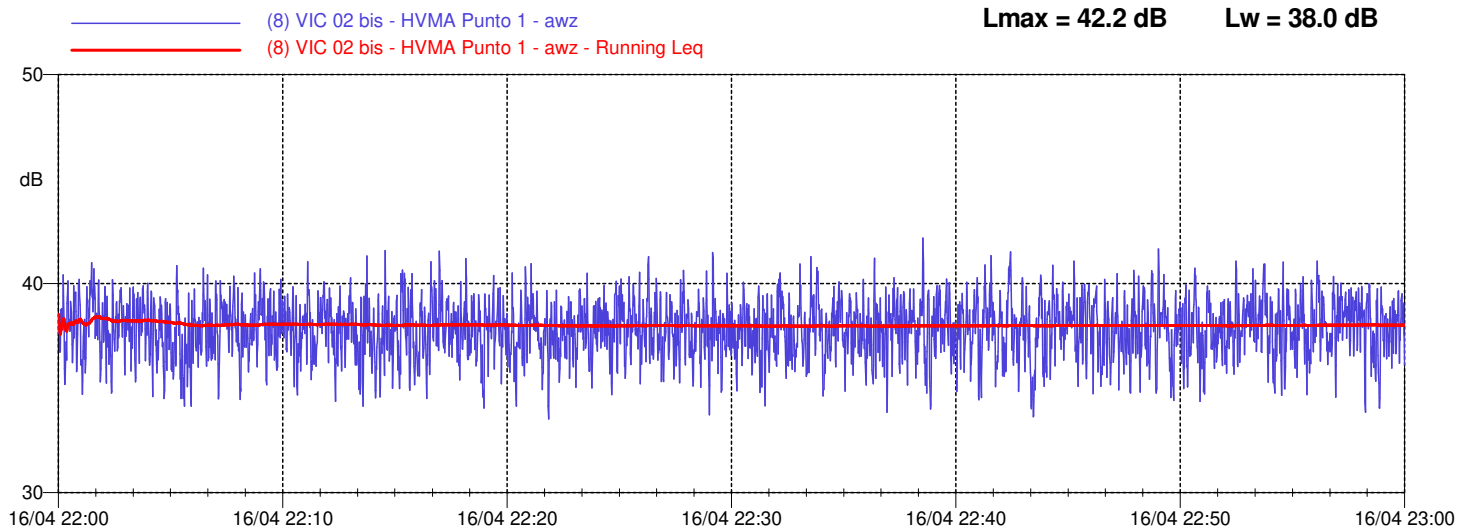
**Asse X**



**Asse Y**

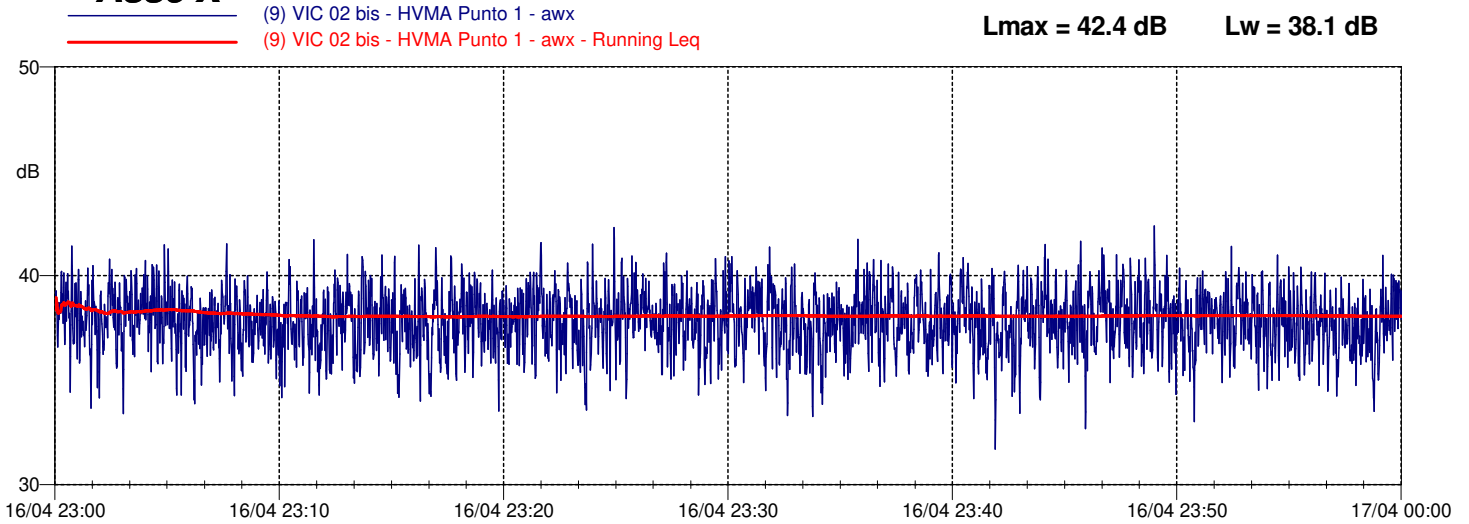


**Asse Z**

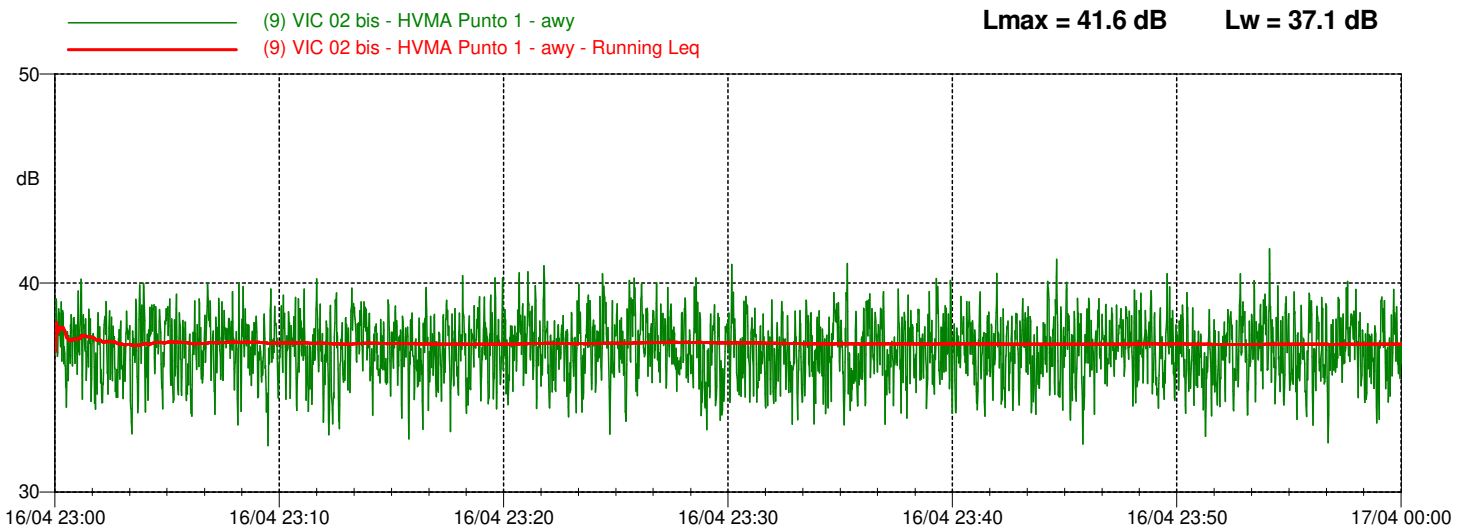


**16/04/2018 23:00-00:00**

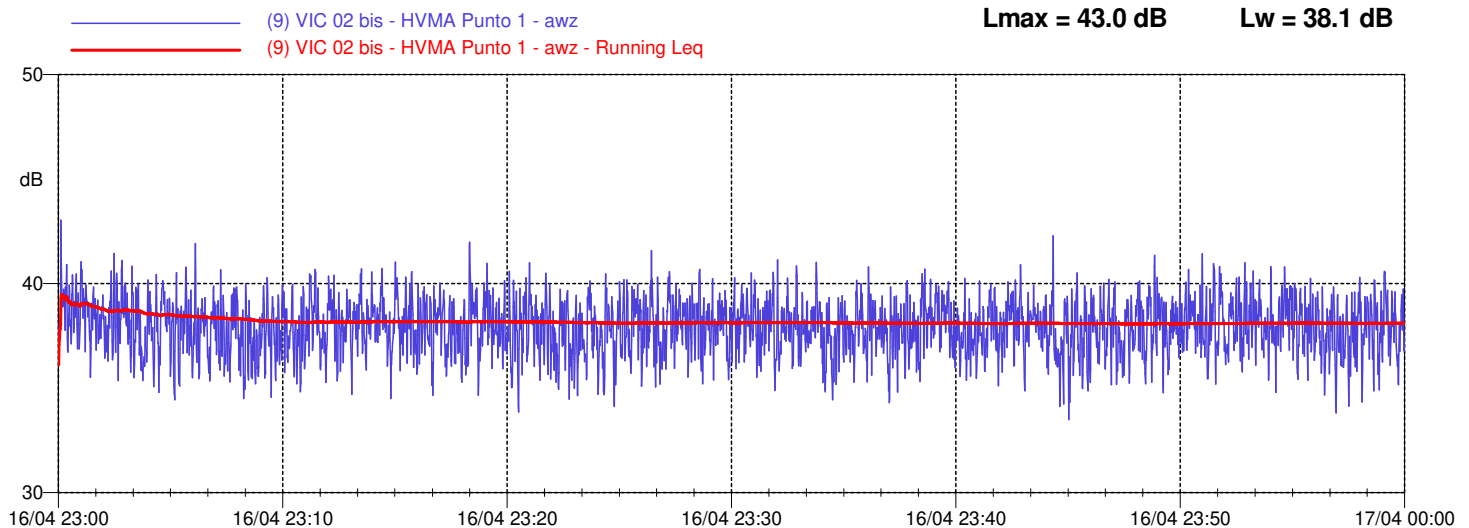
**Asse X**



**Asse Y**

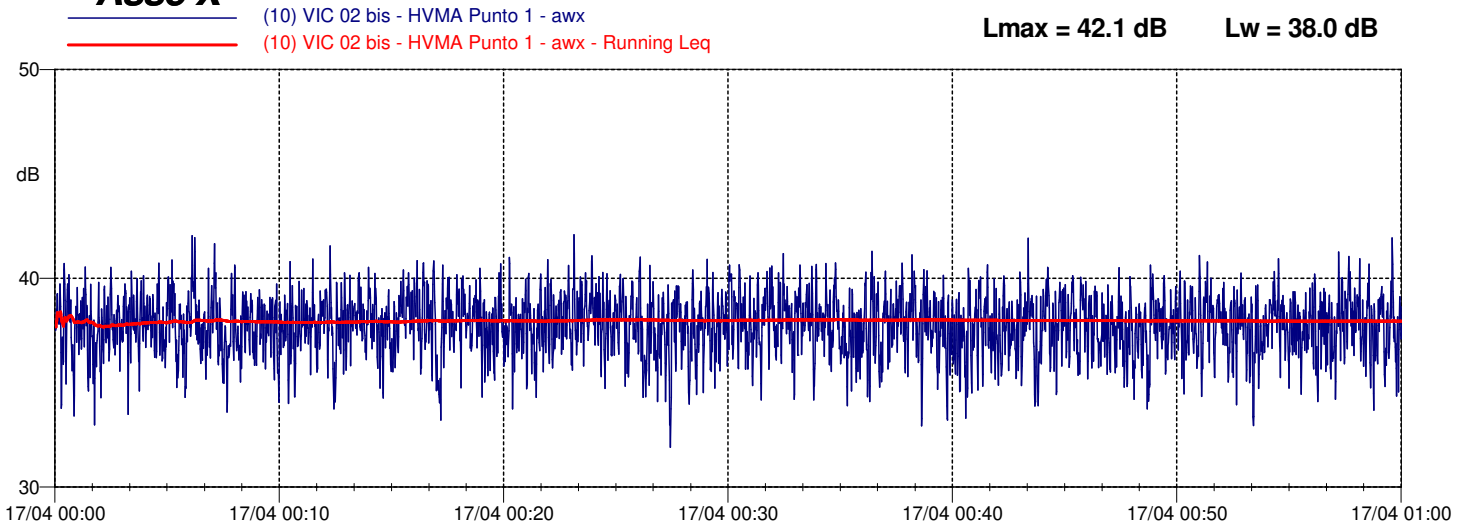


**Asse Z**

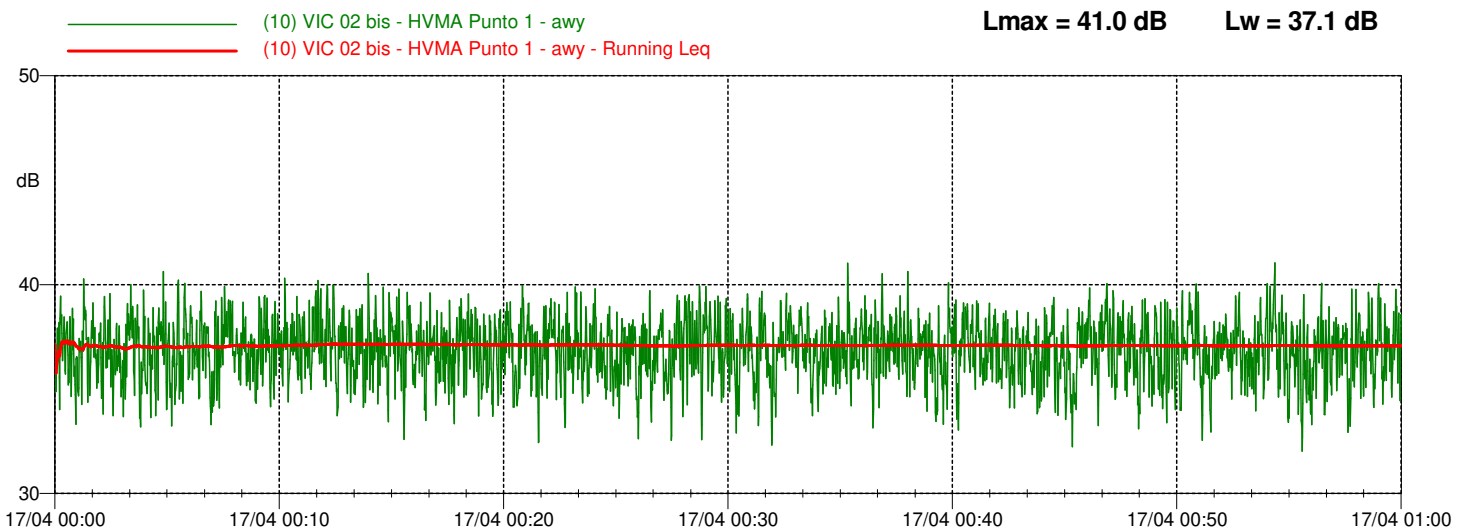


**17/04/2018 00:00-01:00**

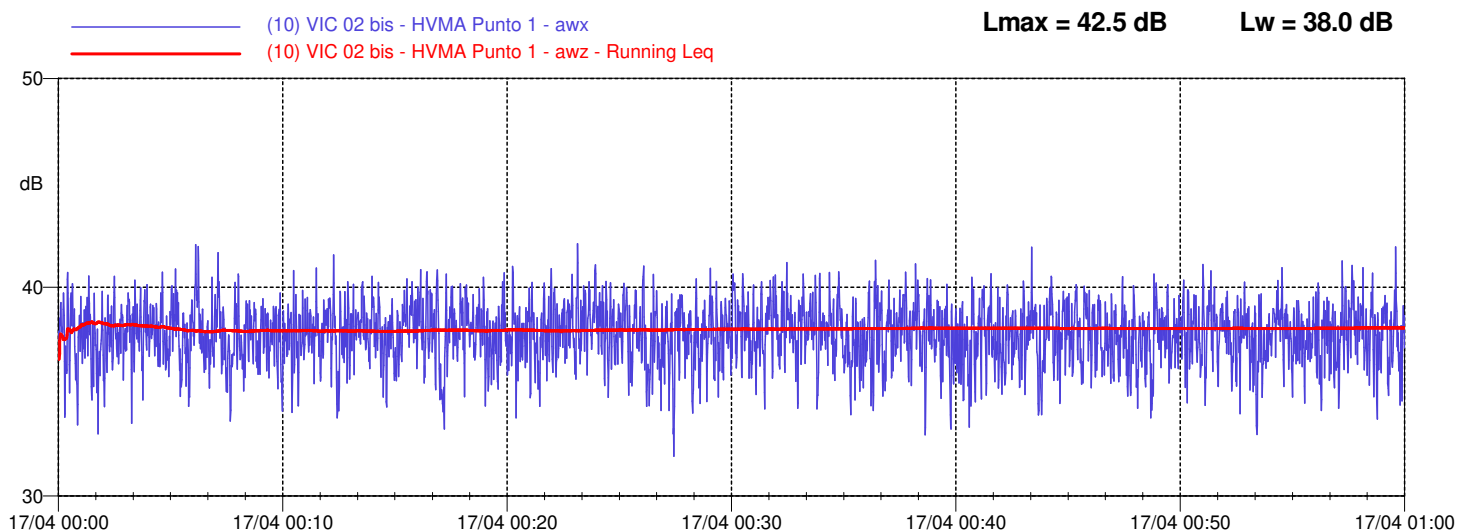
**Asse X**



**Asse Y**

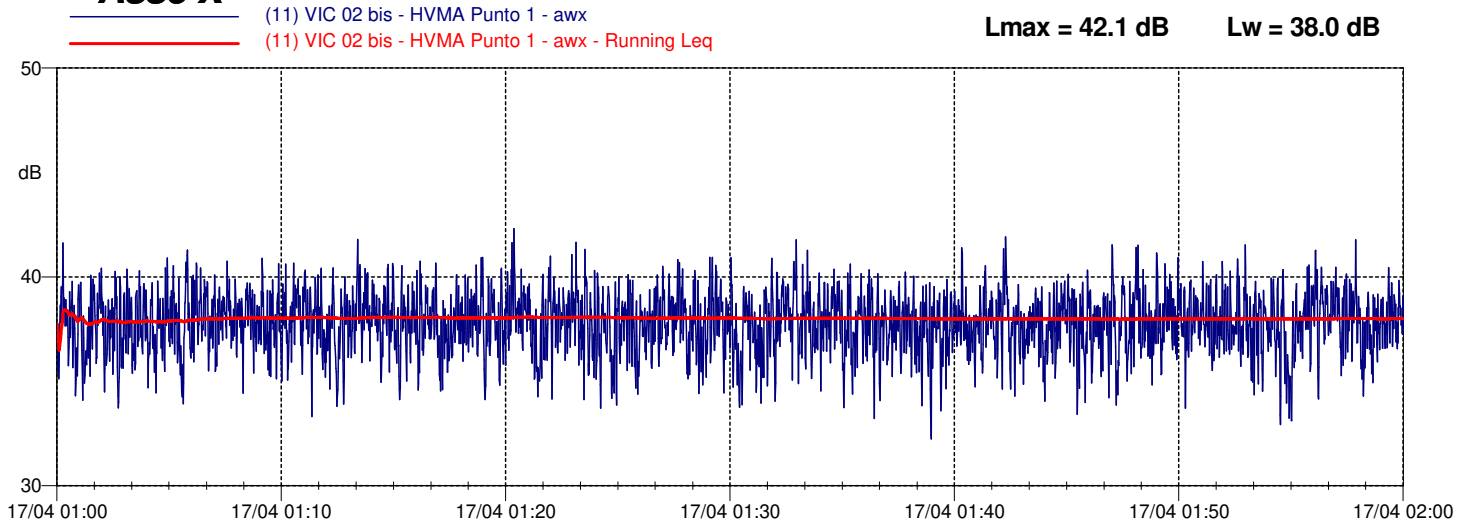


**Asse Z**

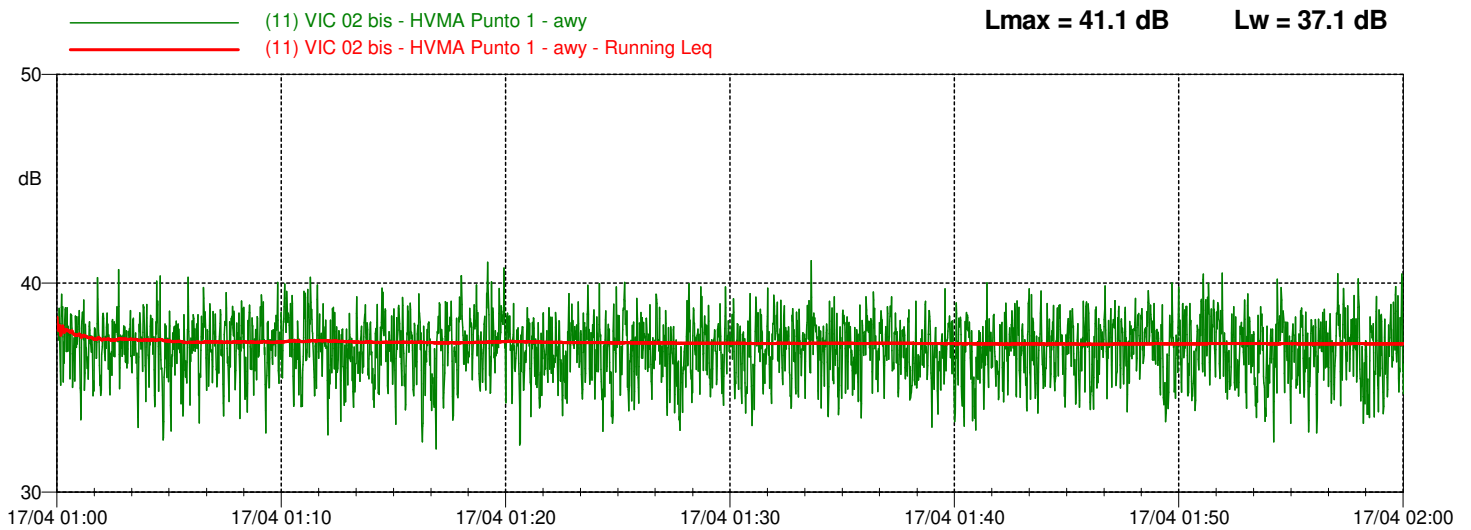


**17/04/2018 01:00-02:00**

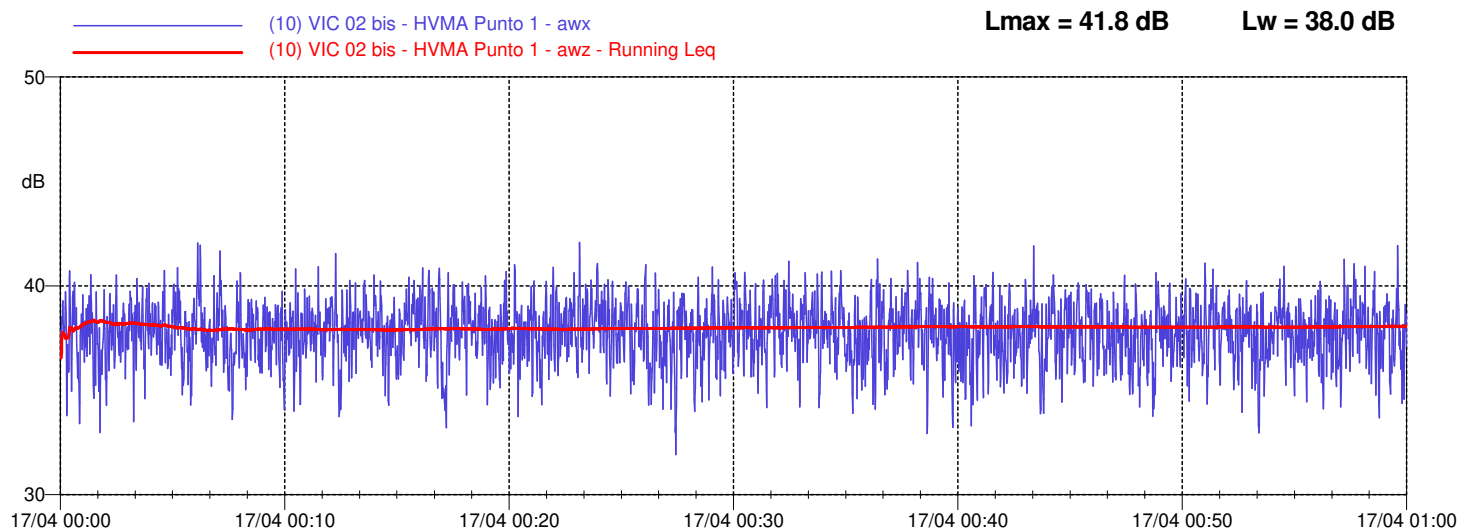
**Asse X**



**Asse Y**

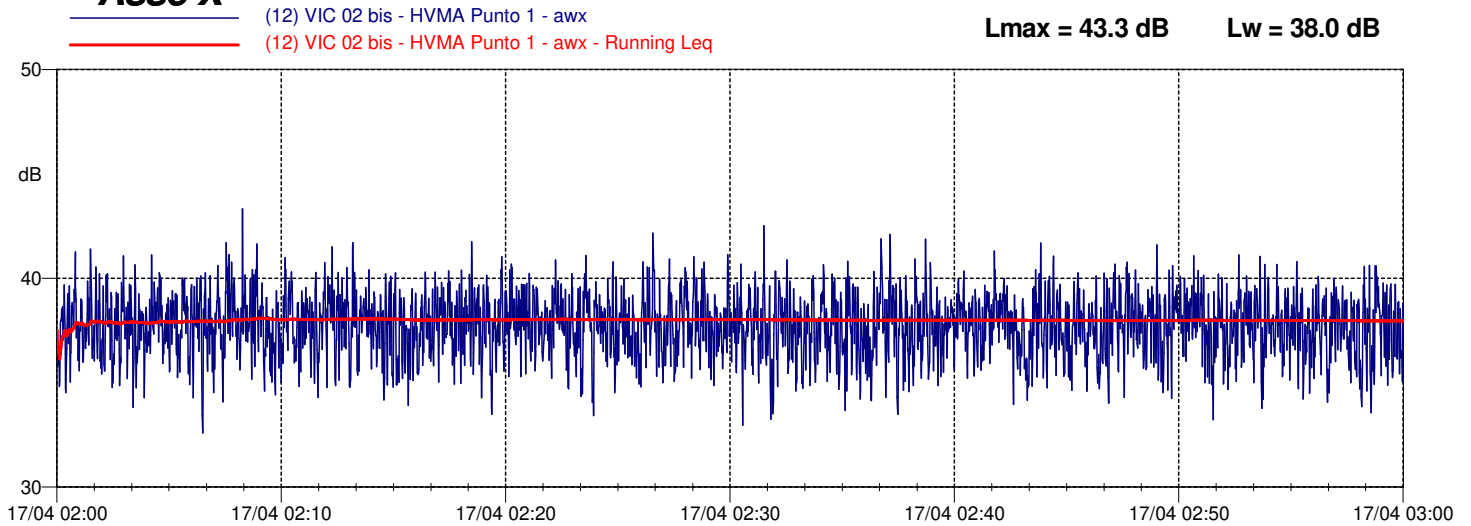


**Asse Z**

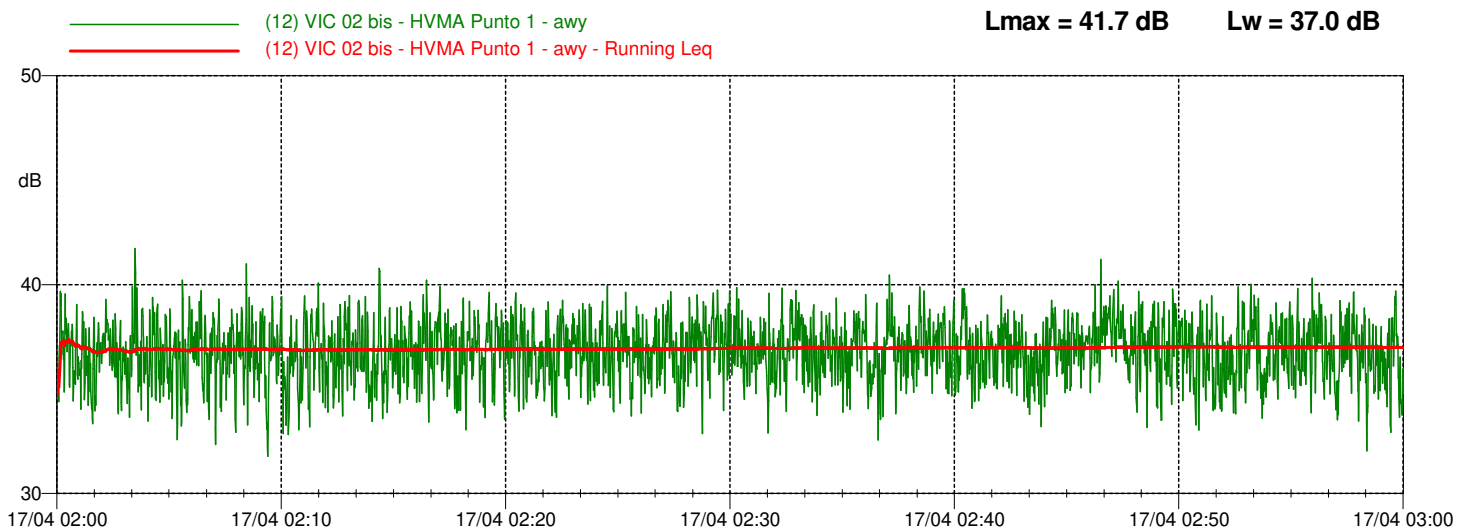


**17/04/2018 02:00-03:00**

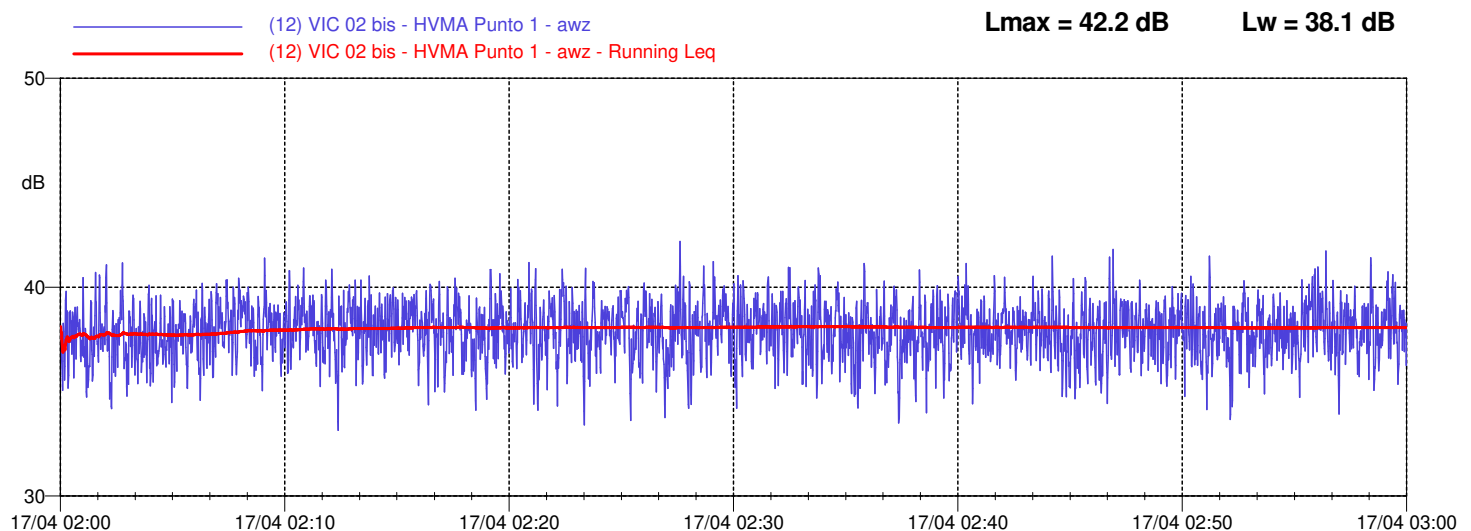
**Asse X**



**Asse Y**



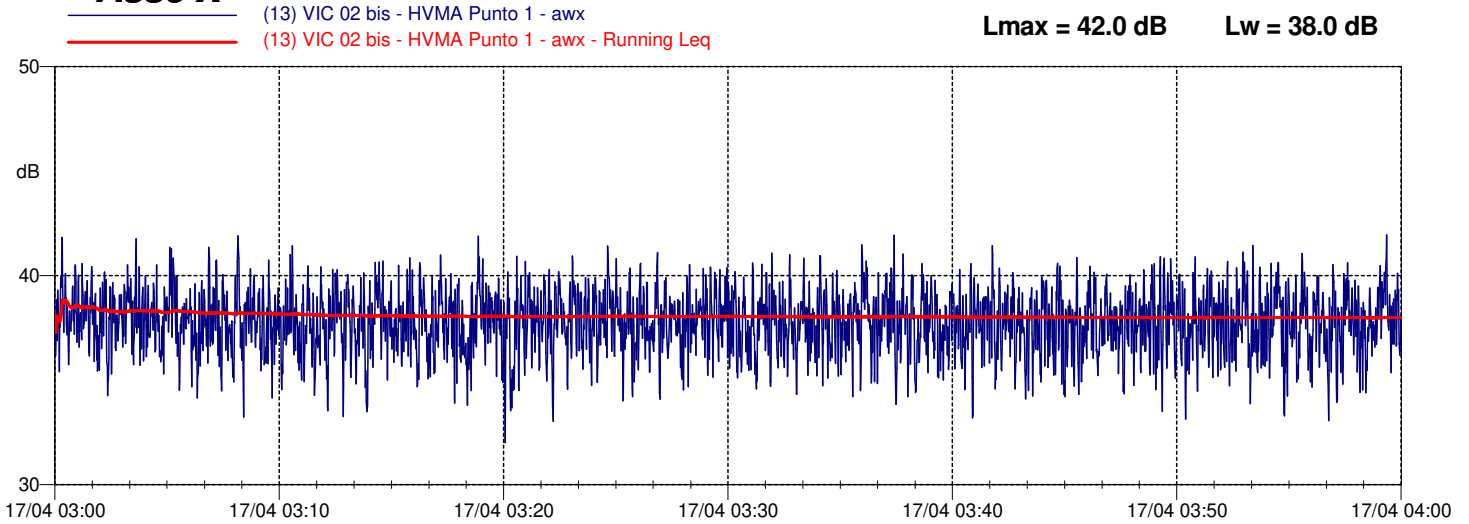
**Asse Z**



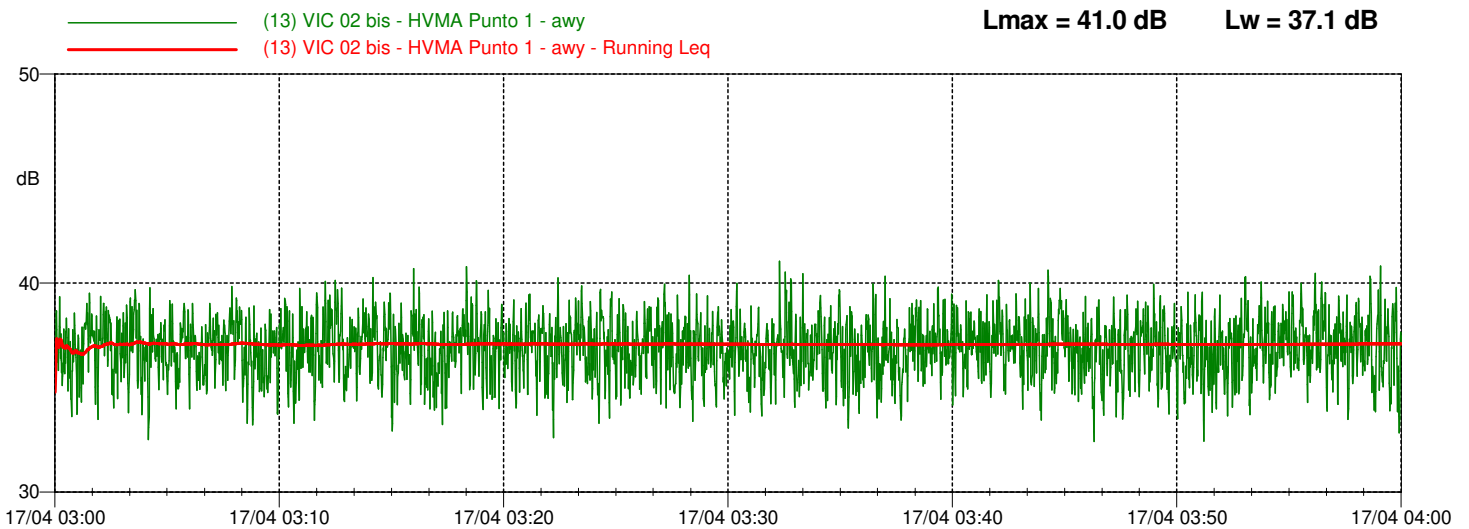


**17/04/2018 03:00-04:00**

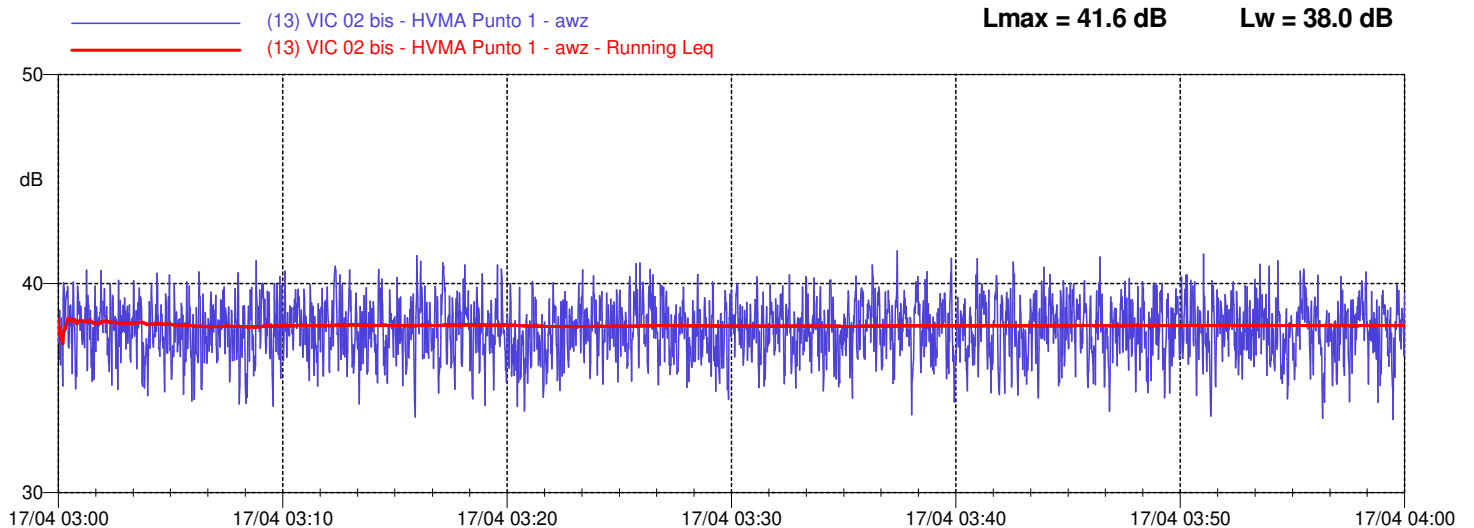
**Asse X**



**Asse Y**



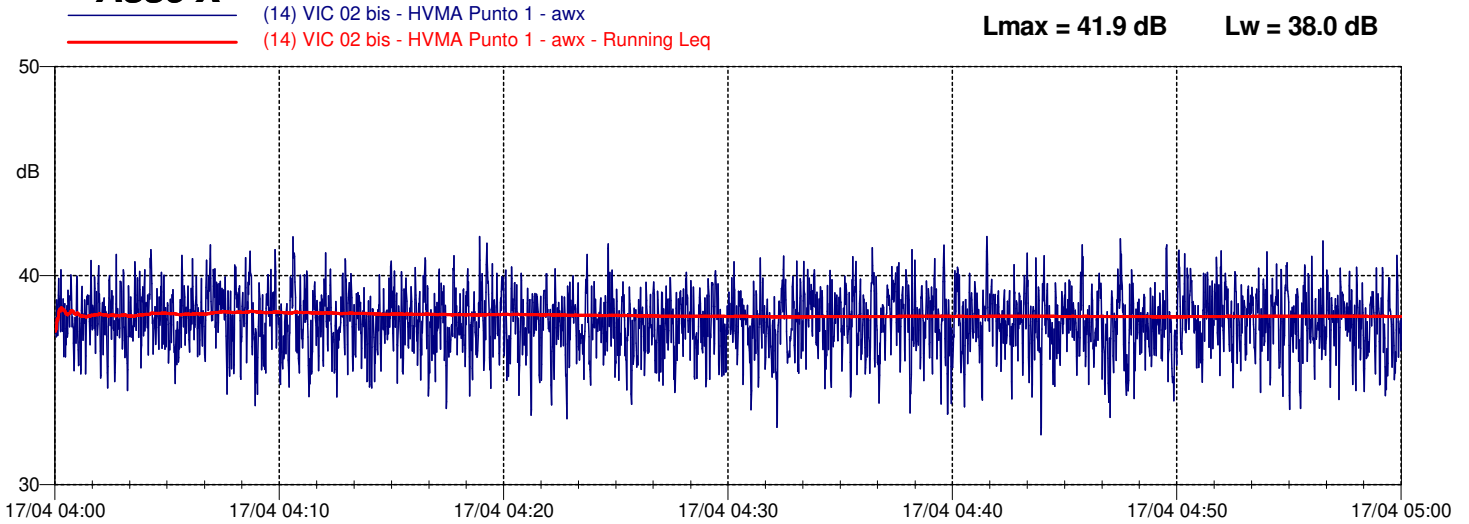
**Asse Z**



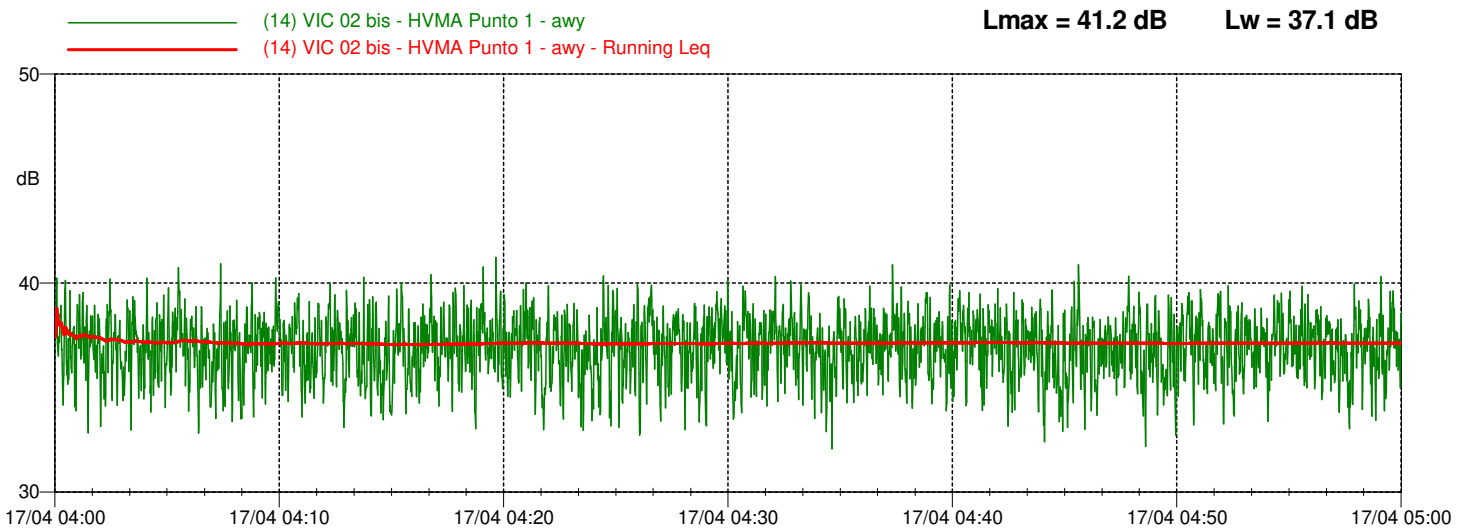


**17/04/2018 04:00-05:00**

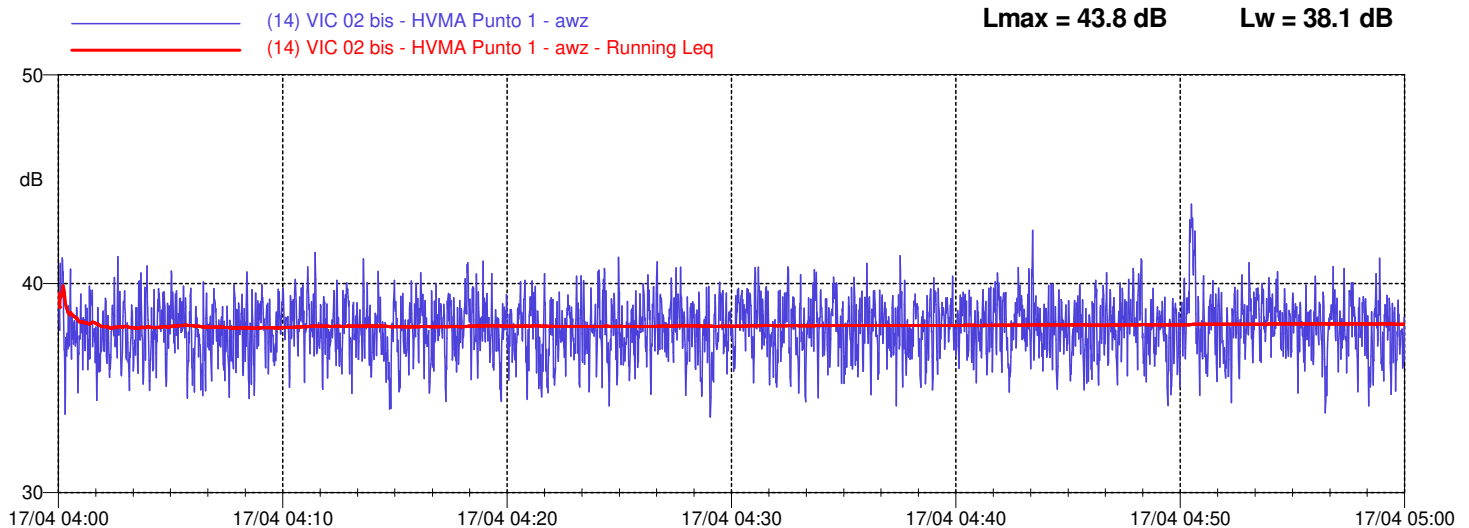
**Asse X**



**Asse Y**

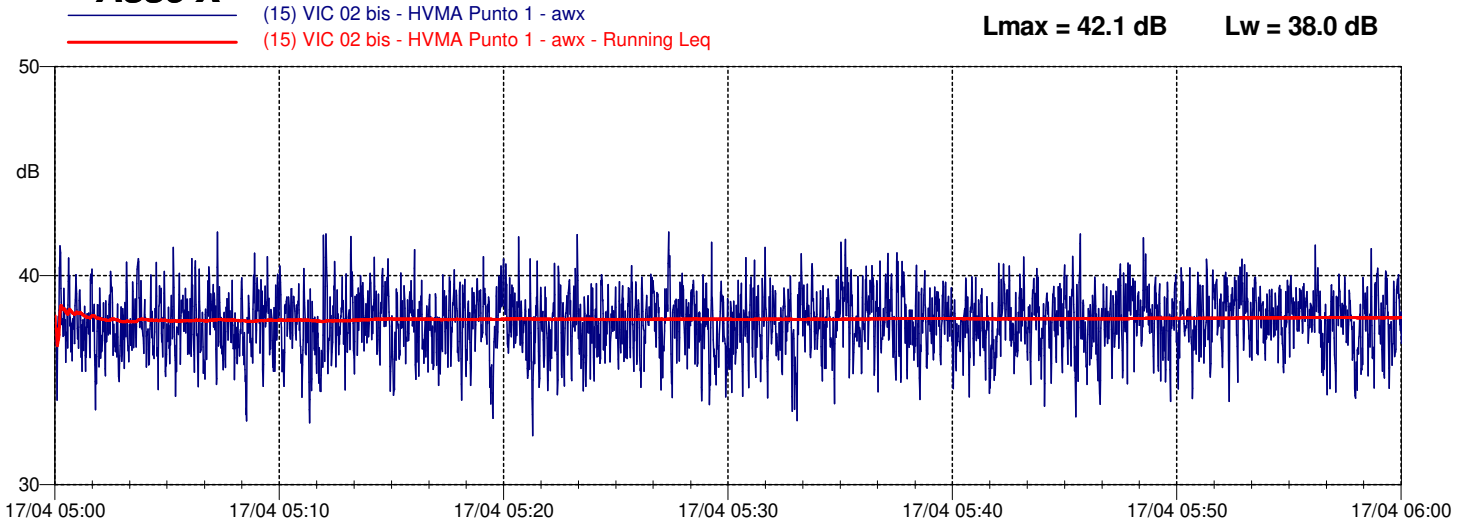


**Asse Z**

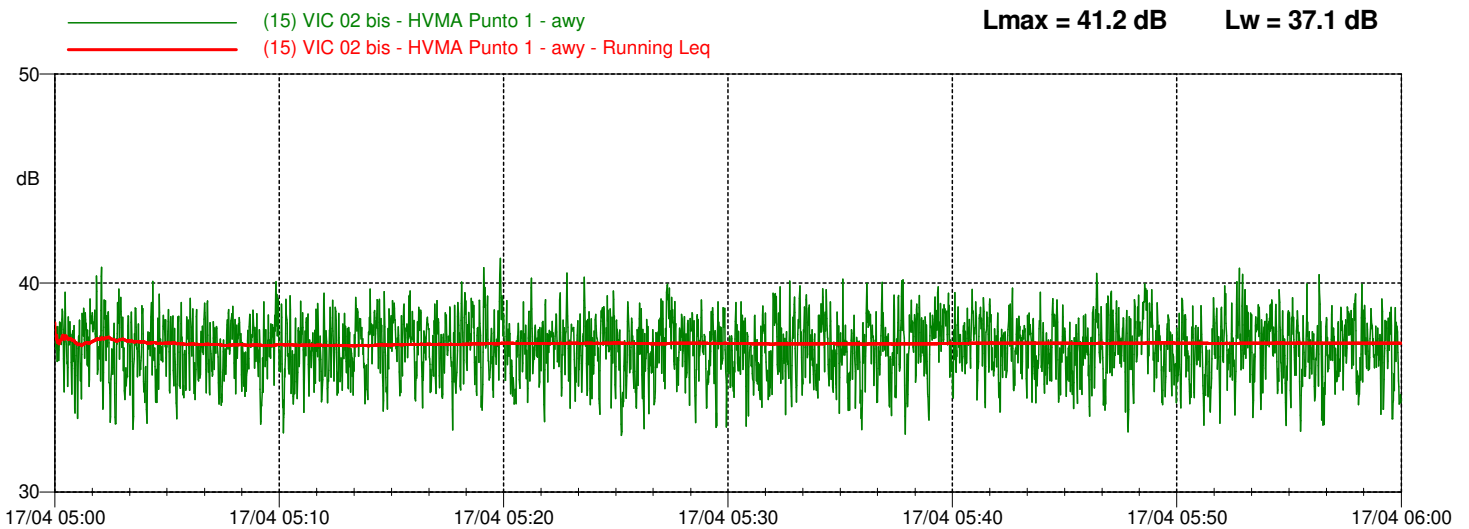


**17/04/2018 05:00-06:00**

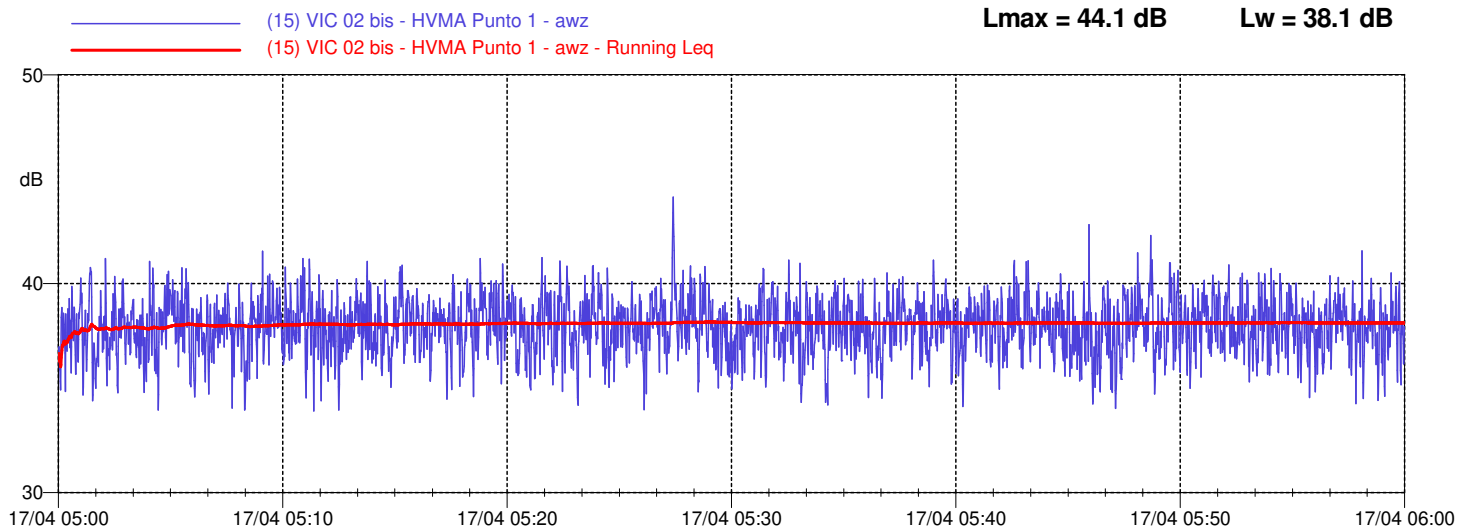
**Asse X**



**Asse Y**

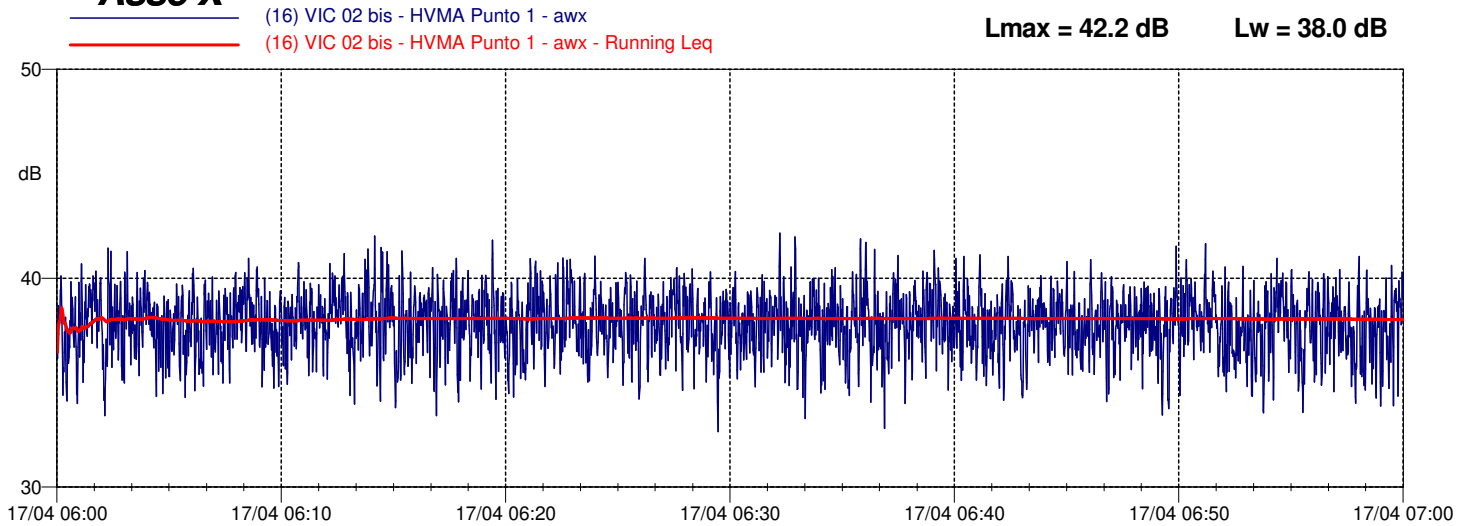


**Asse Z**

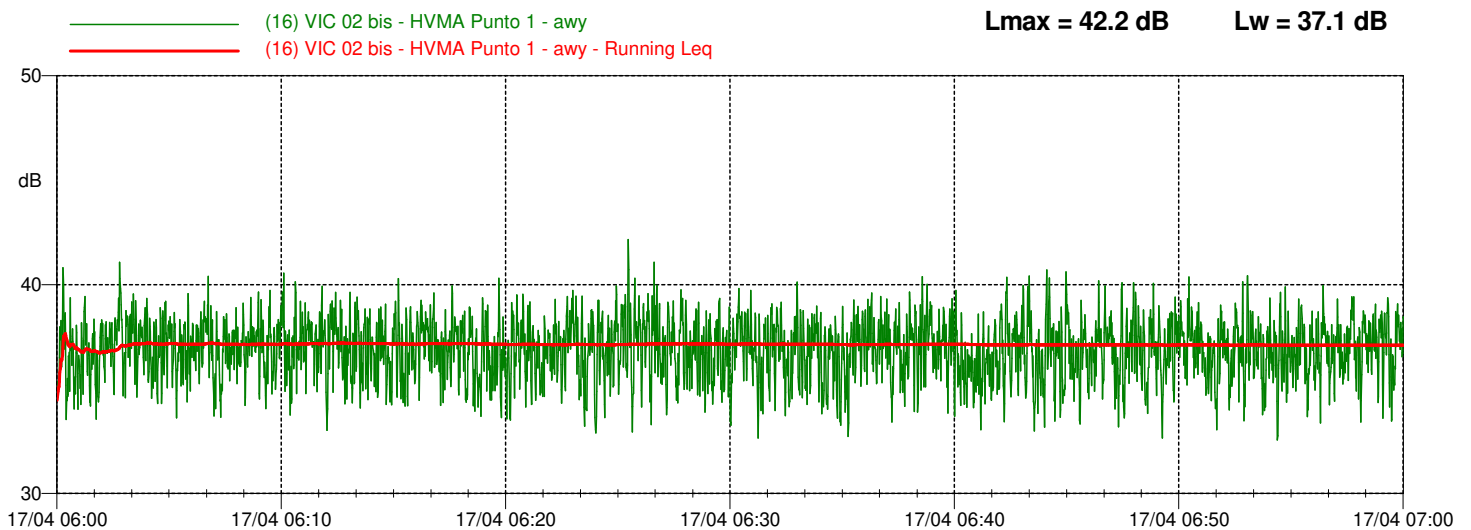


**17/04/2018 06:00-07:00**

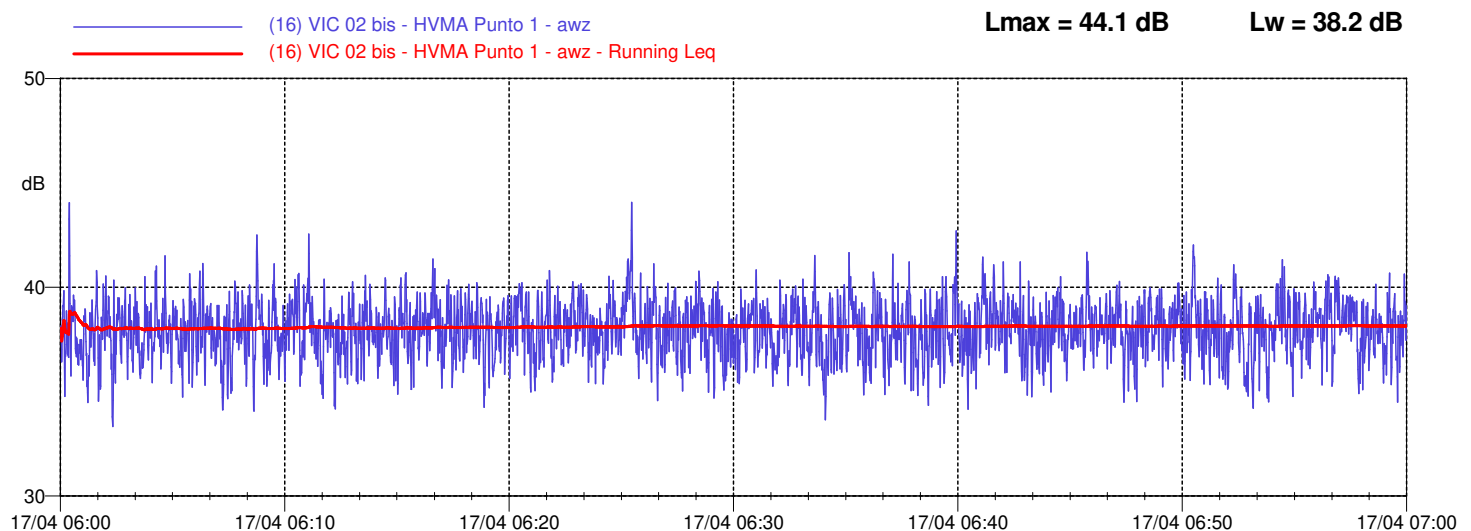
**Asse X**



**Asse Y**

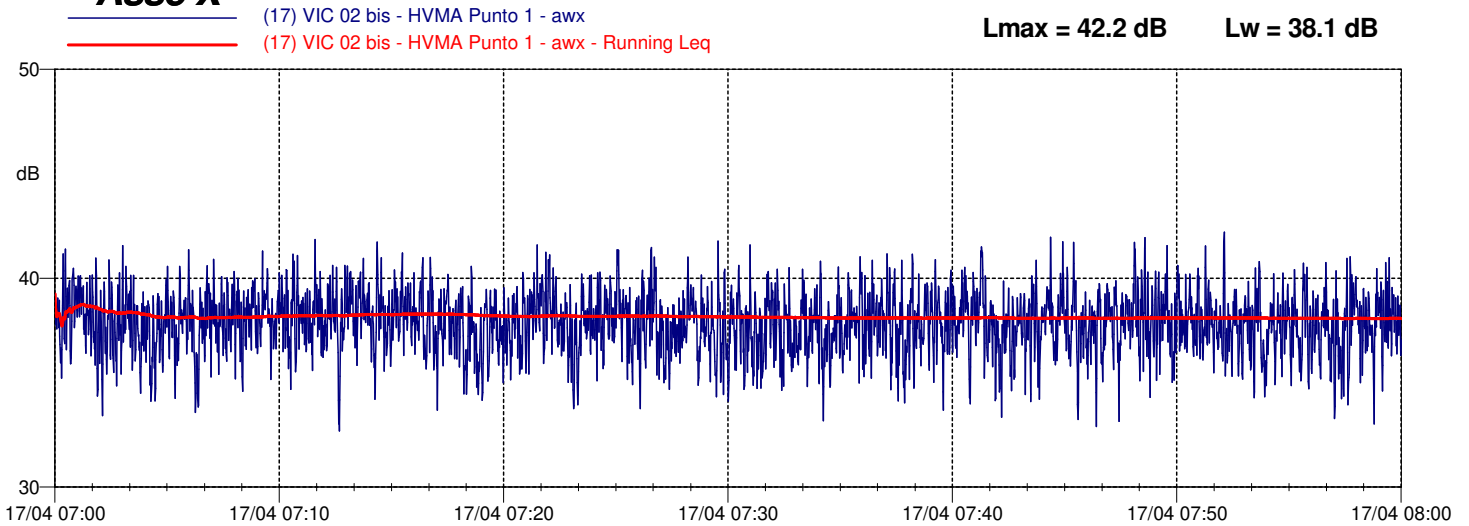


**Asse Z**

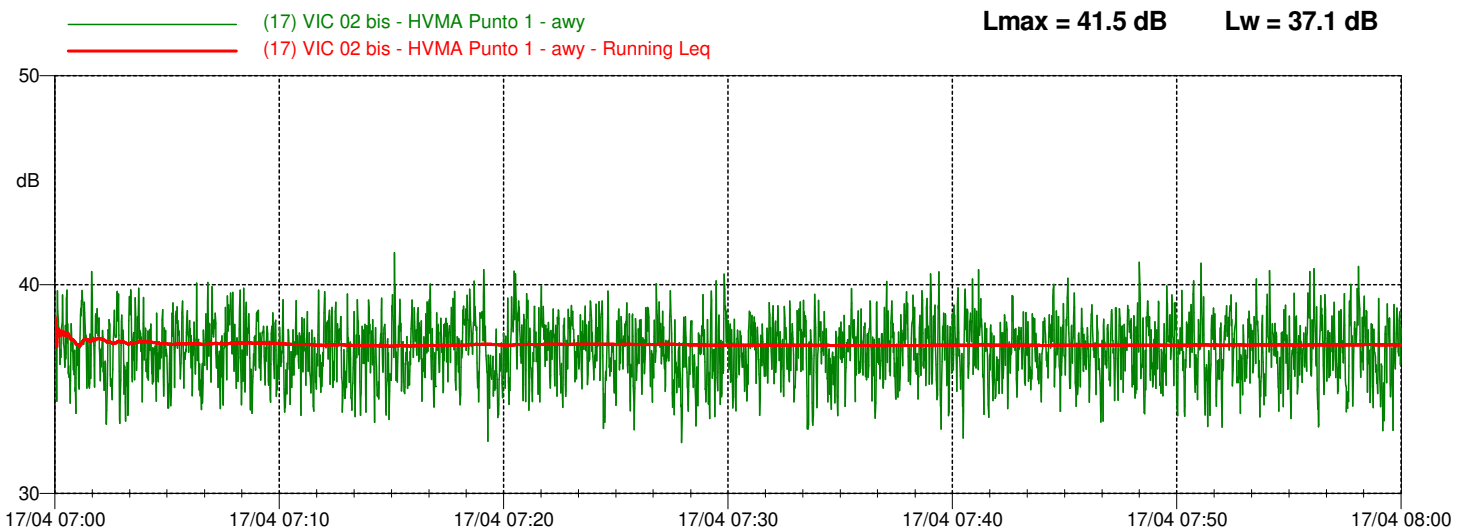


**17/04/2018 07:00-08:00**

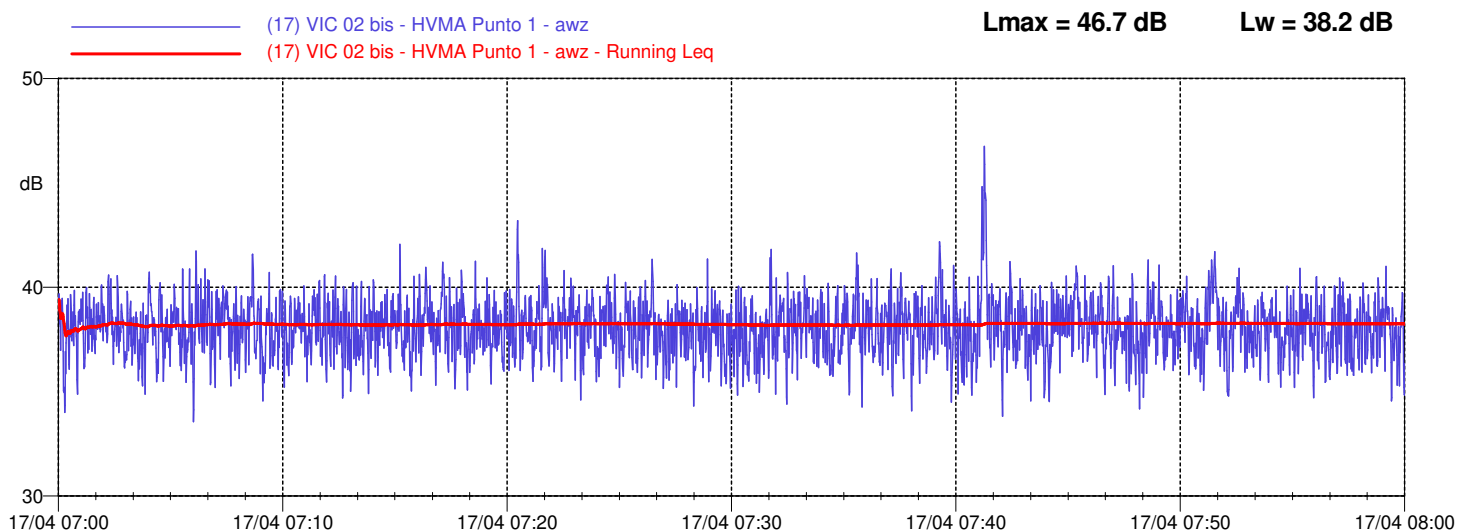
**Asse X**



**Asse Y**

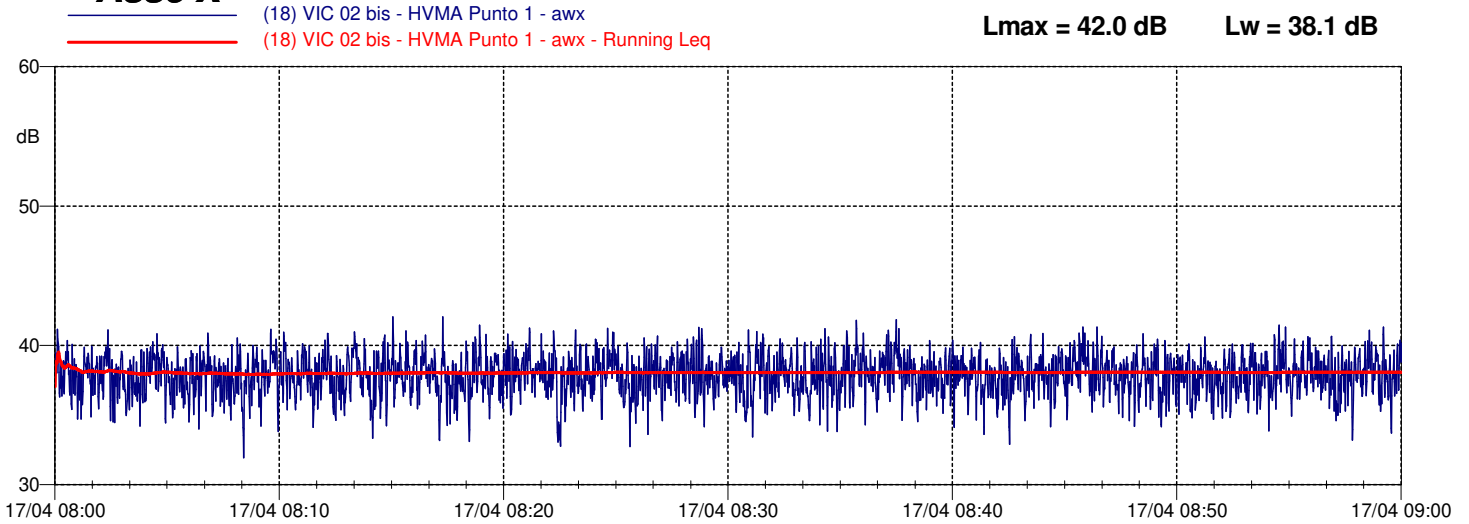


**Asse Z**

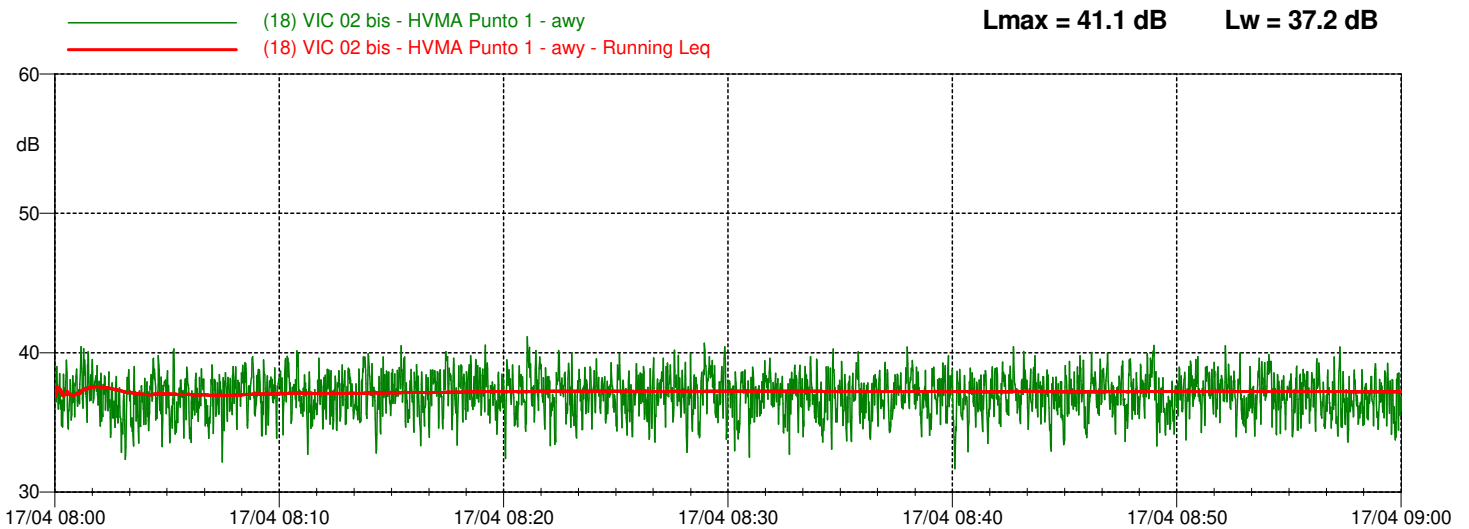


**17/04/2018 08:00-09:00**

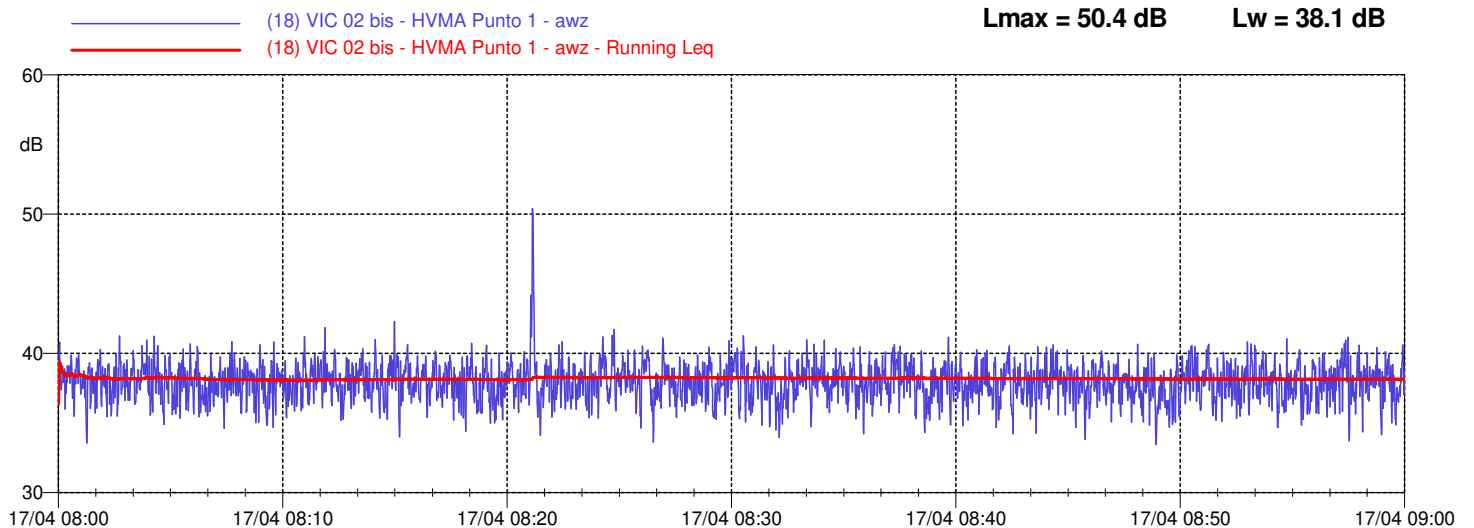
**Asse X**



**Asse Y**

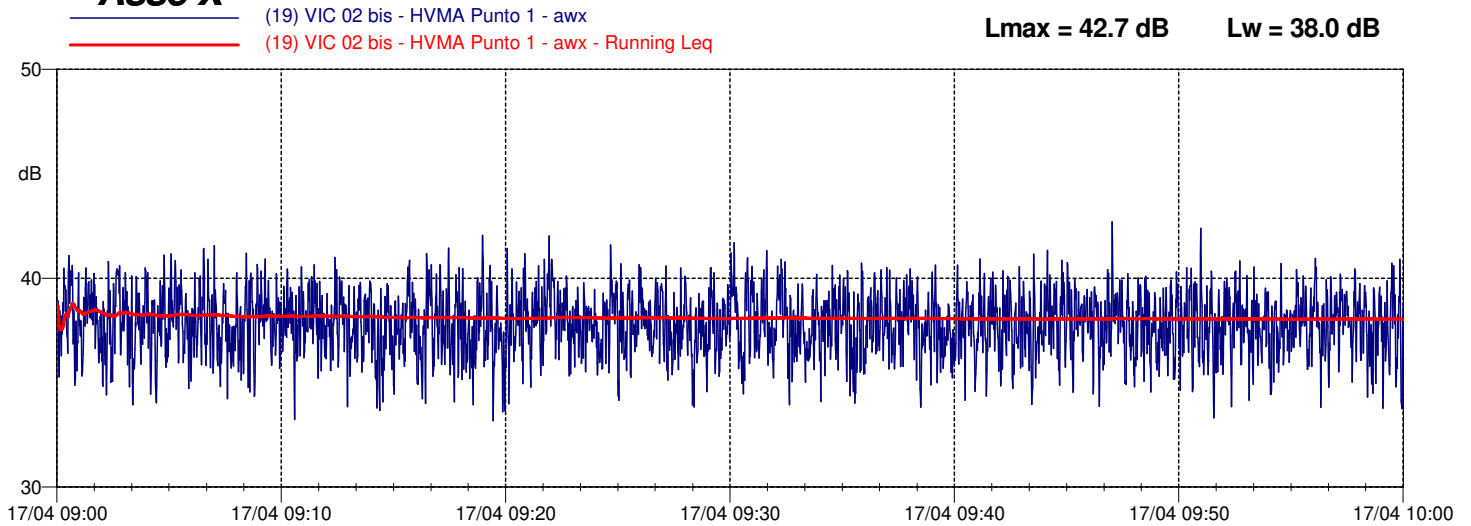


**Asse Z**

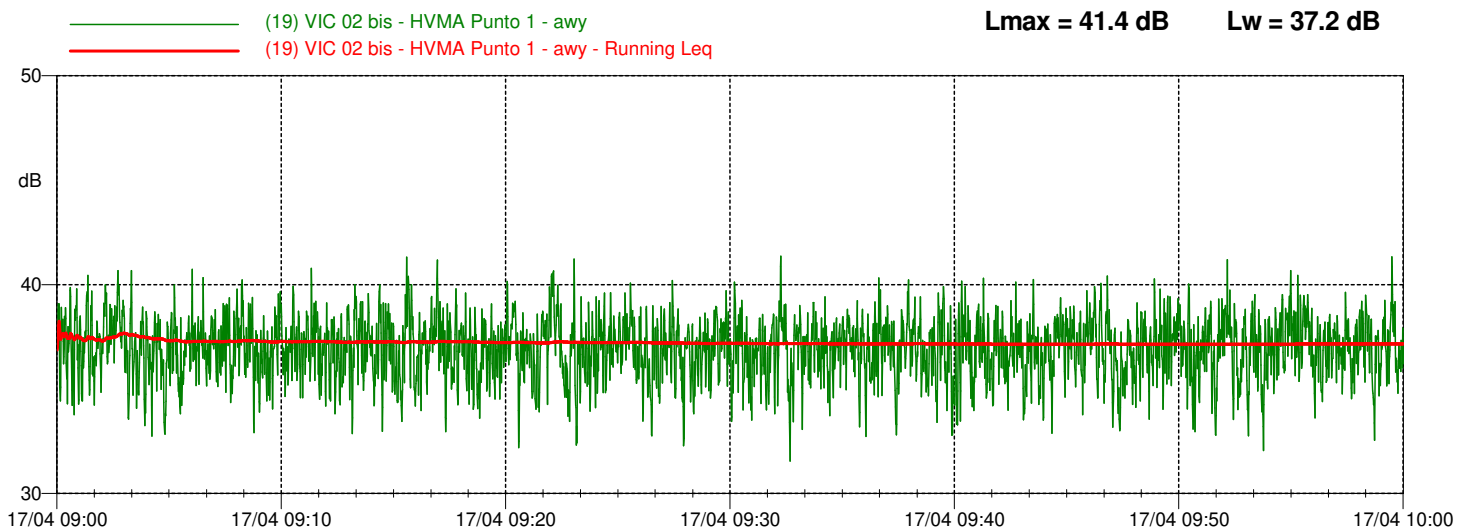


**17/04/2018 09:00-10:00**

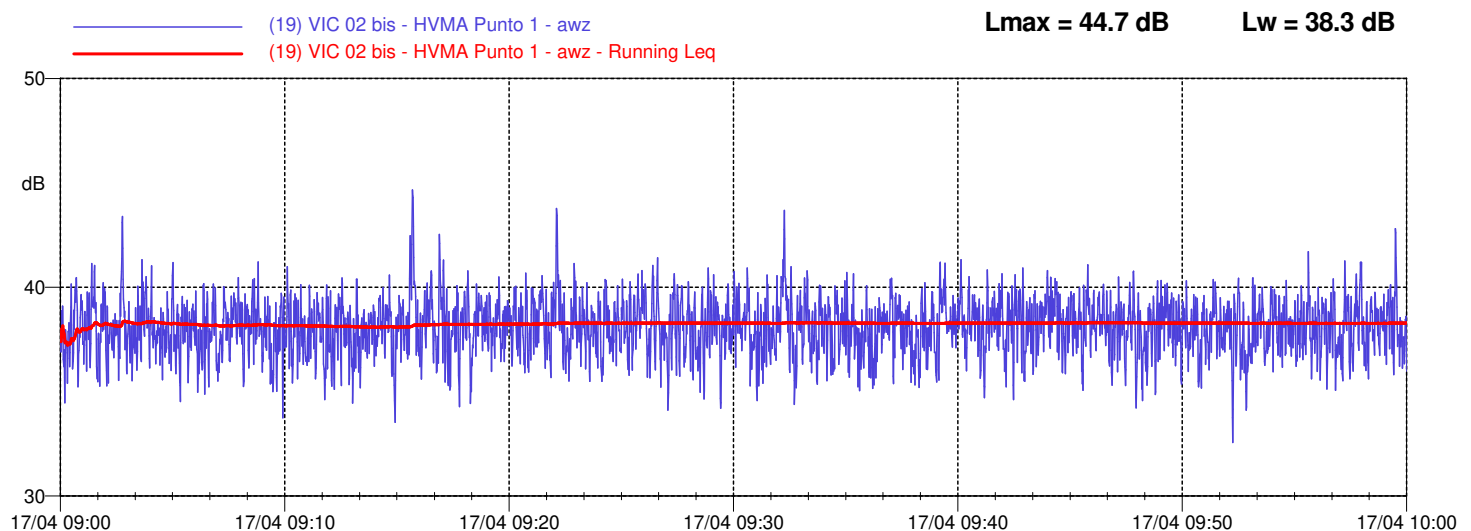
**Asse X**



**Asse Y**



**Asse Z**





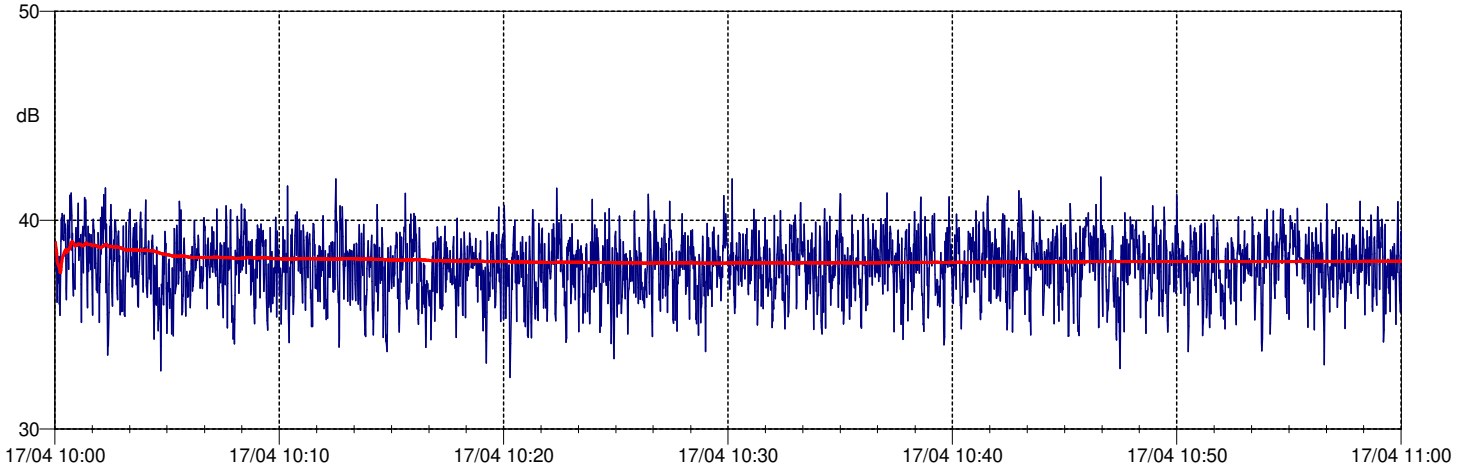
**17/04/2018 10:00-11:00**

**Asse X**

(20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx  
 (20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 42.1 dB**

**Lw = 38.0 dB**

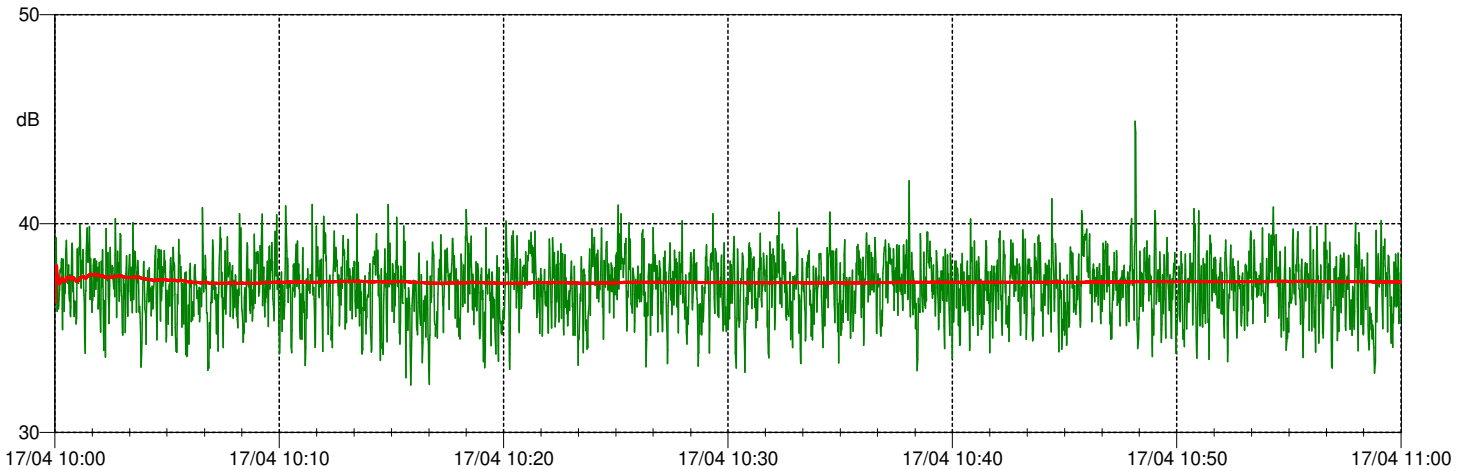


**Asse Y**

(20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy  
 (20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 44.9 dB**

**Lw = 37.2 dB**

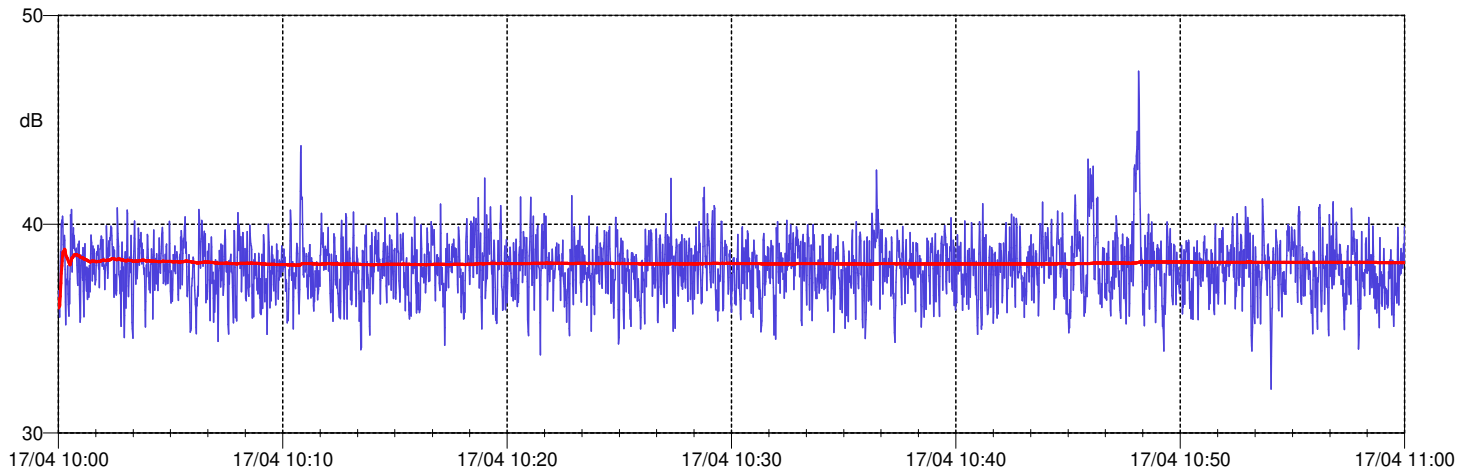


**Asse Z**

(20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz  
 (20) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

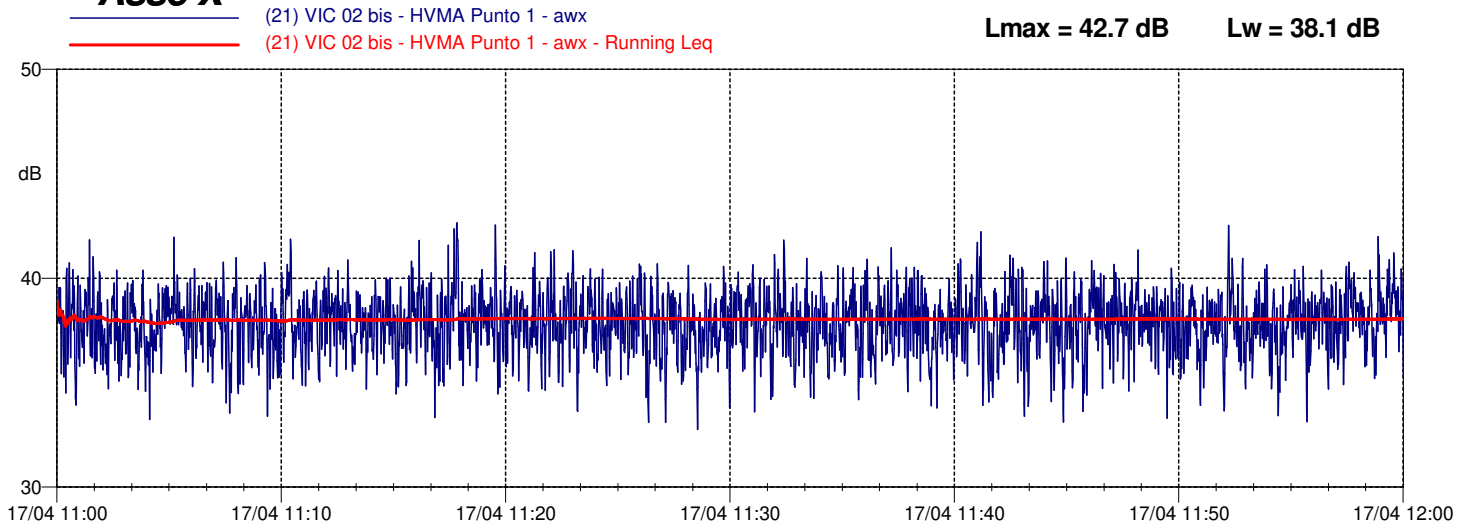
**Lmax = 47.3 dB**

**Lw = 38.2 dB**

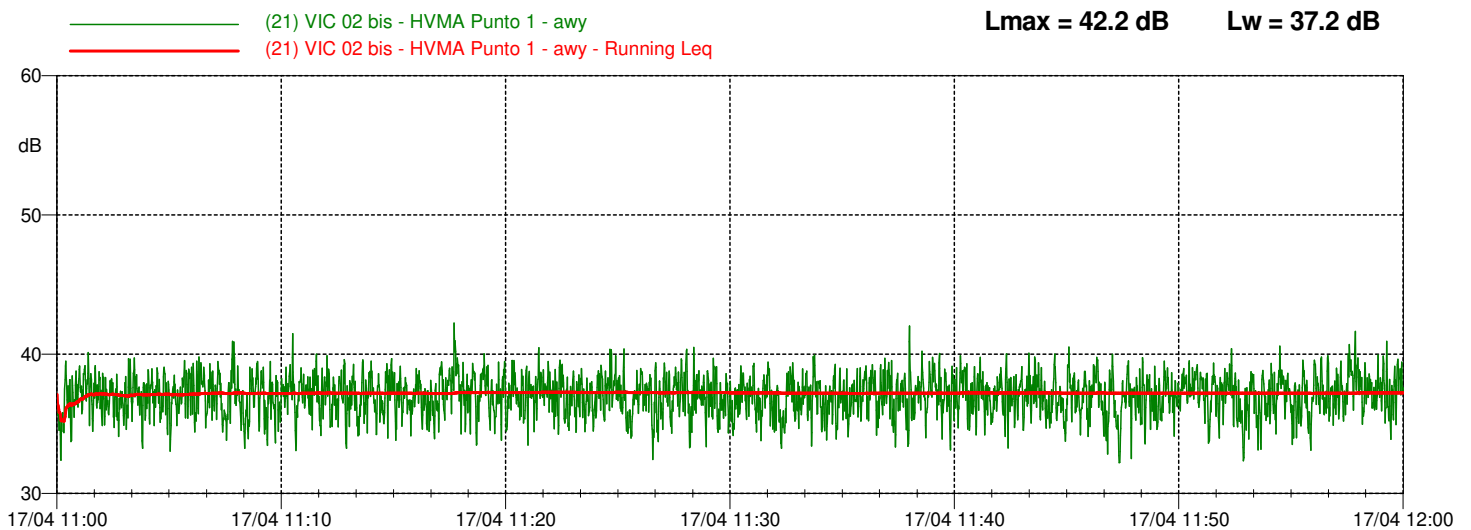


**17/04/2018 11:00-12:00**

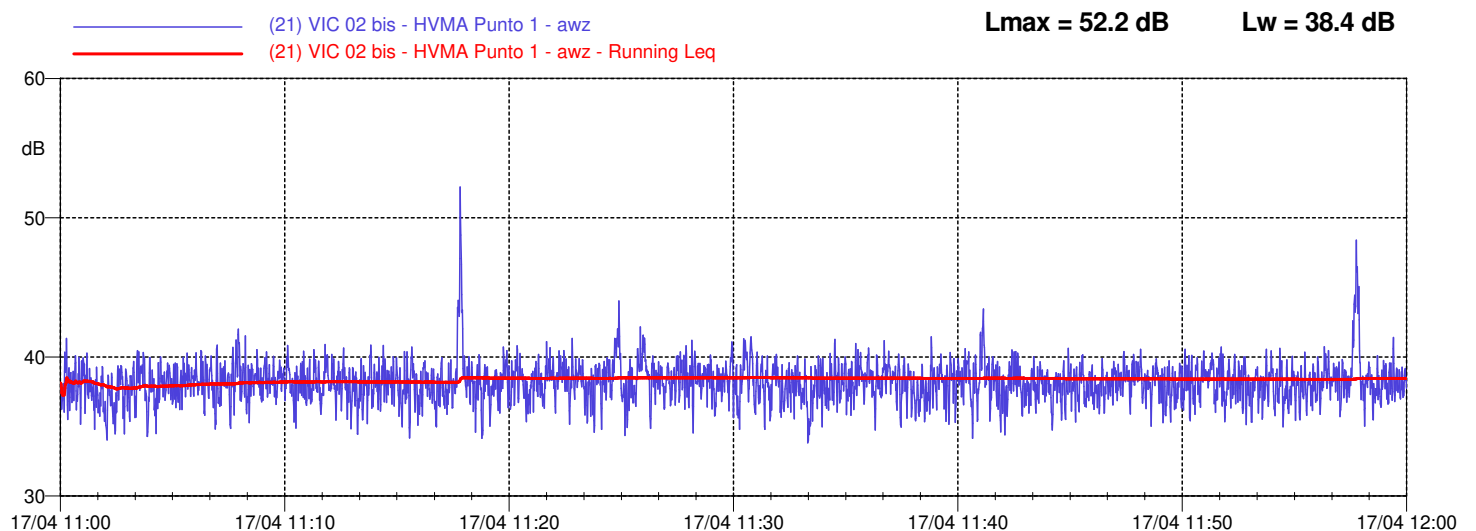
**Asse X**



**Asse Y**

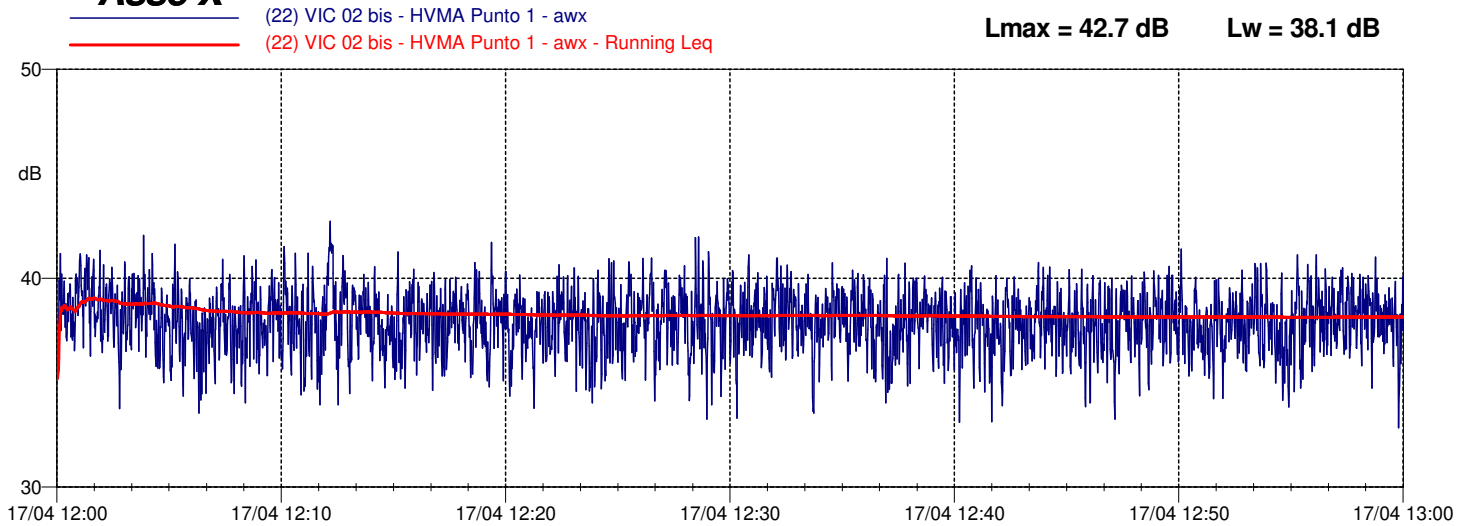


**Asse Z**

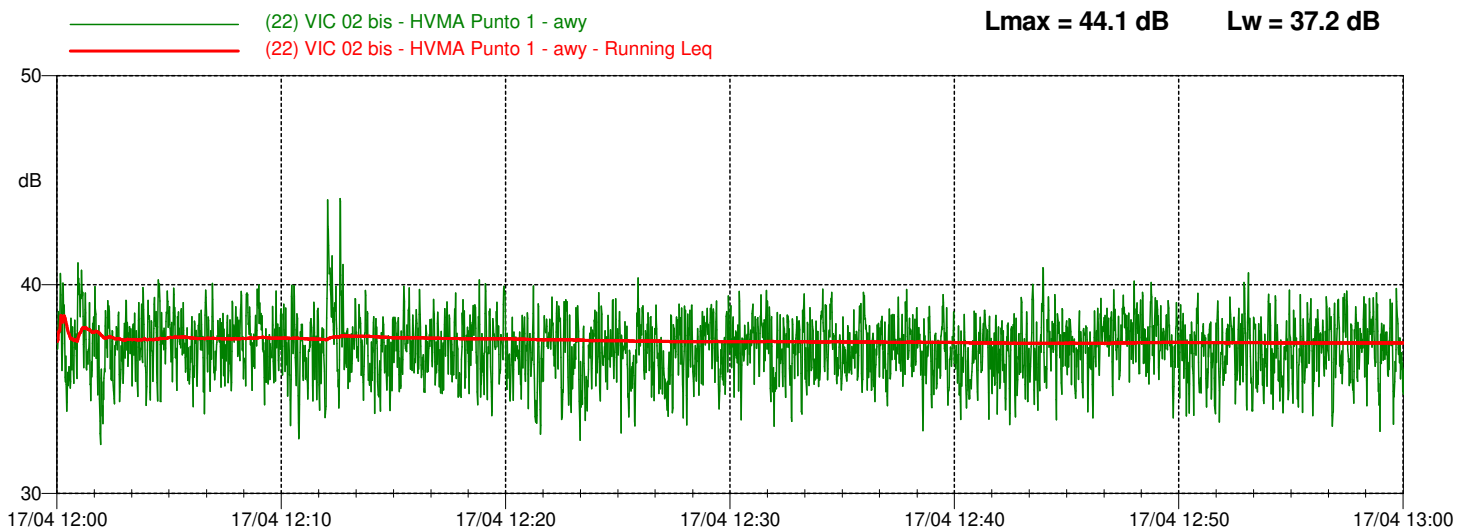


**17/04/2018 12:00-13:00**

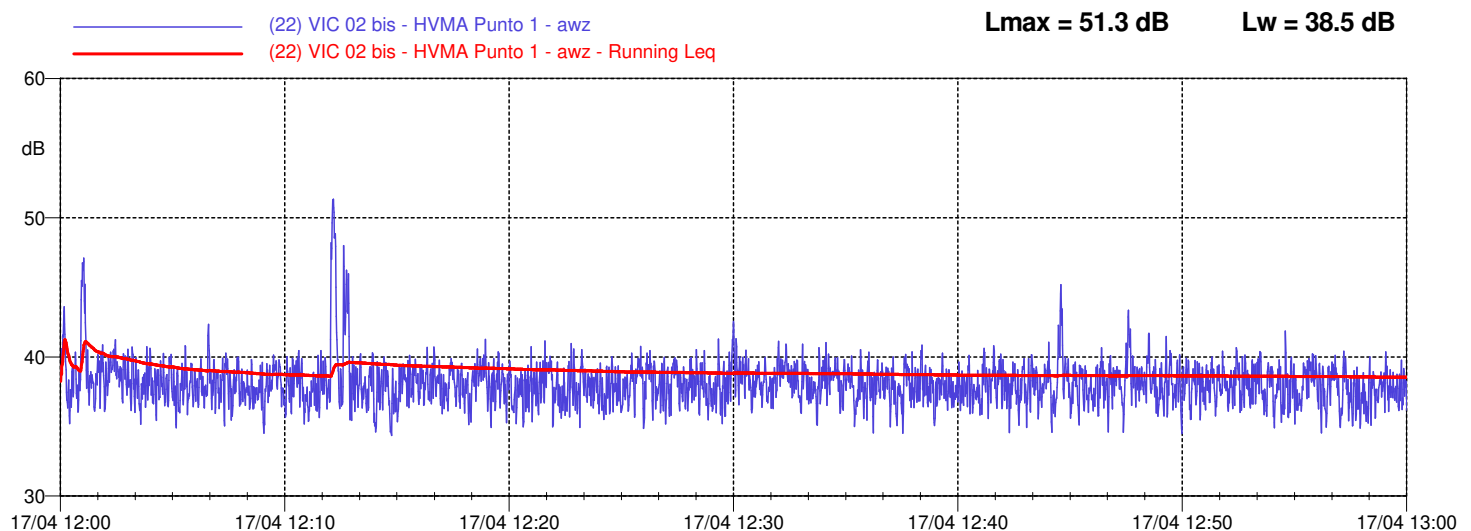
**Asse X**



**Asse Y**



**Asse Z**



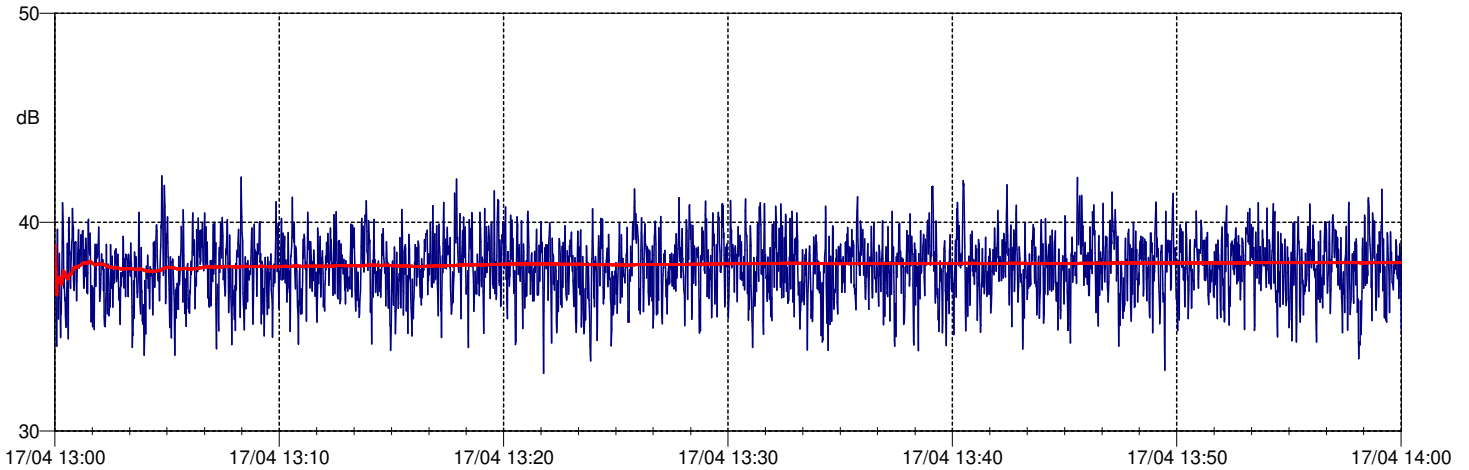
**17/04/2018 13:00-14:00**

**Asse X**

(23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx  
 (23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 42.2 dB**

**Lw = 38.1 dB**

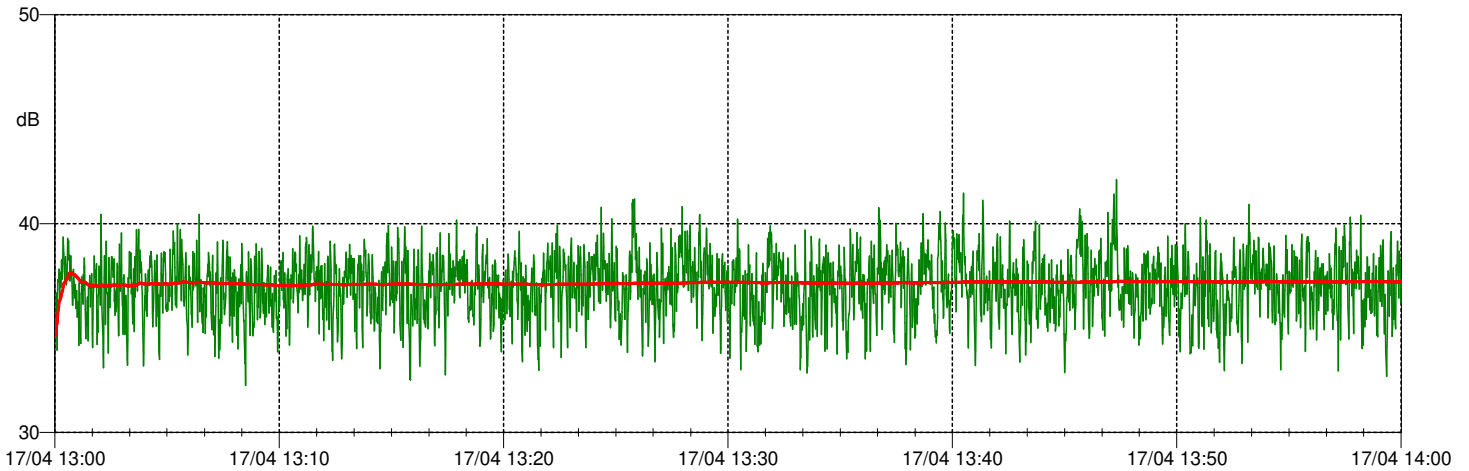


**Asse Y**

(23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy  
 (23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 42.1 dB**

**Lw = 37.2 dB**

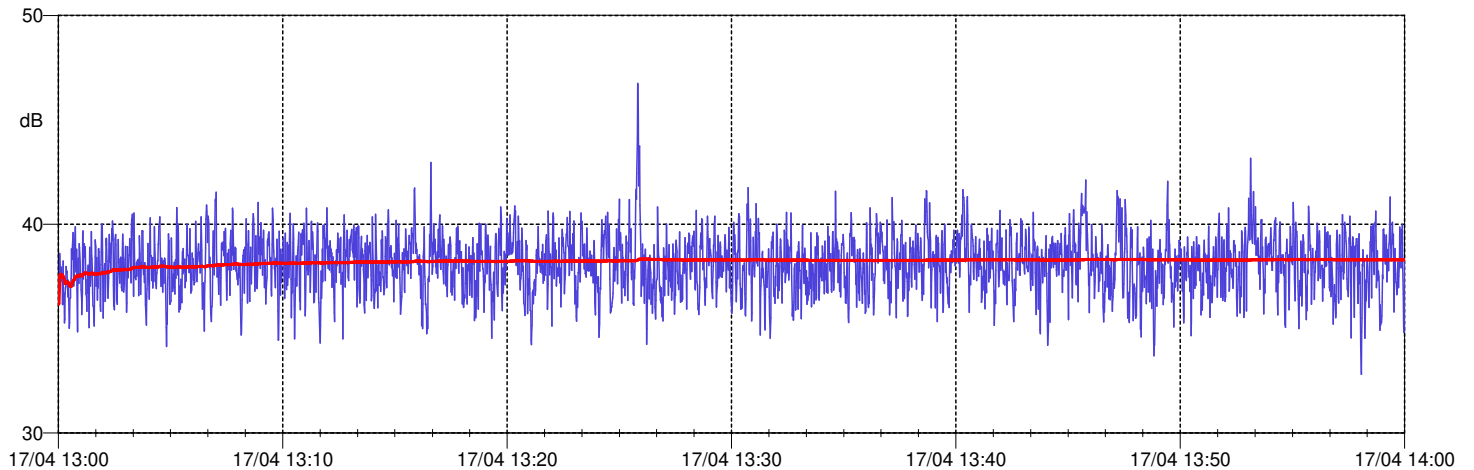


**Asse Z**

(23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz  
 (23) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 46.7 dB**

**Lw = 38.3 dB**



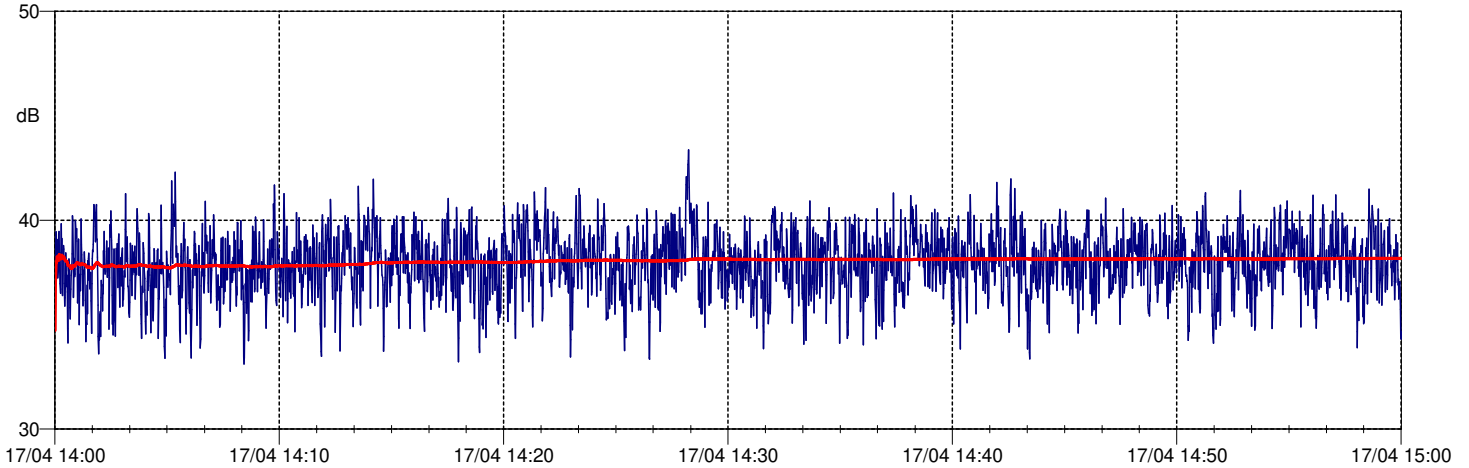
**17/04/2018 14:00-15:00**

**Asse X**

(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx  
(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awx - Running Leq

**Lmax = 43.4 dB**

**Lw = 38.2 dB**

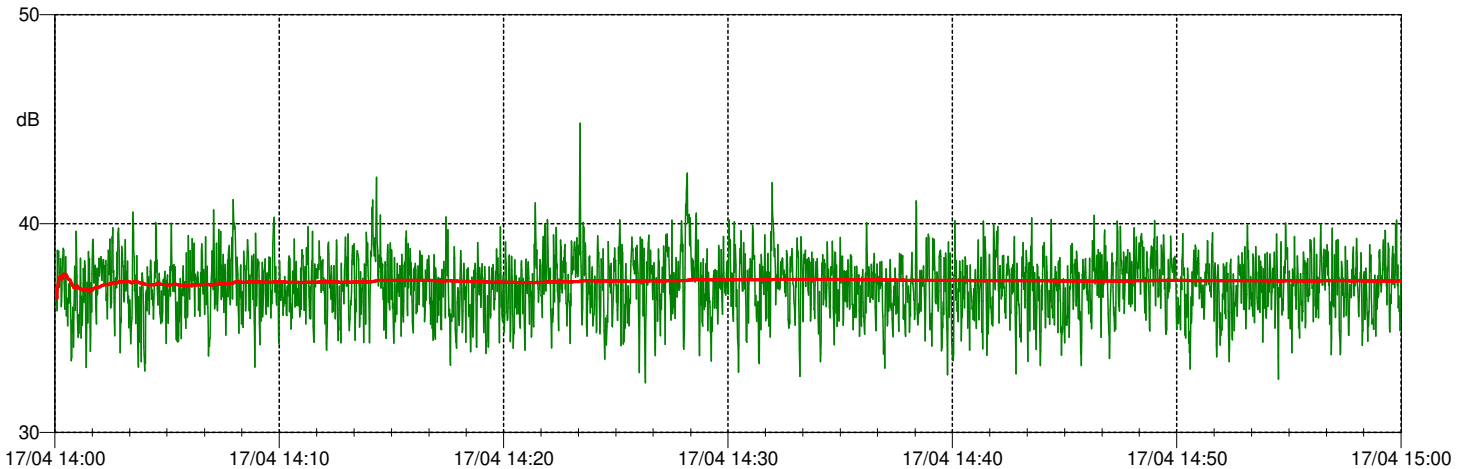


**Asse Y**

(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy  
(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awy - Running Leq

**Lmax = 44.8 dB**

**Lw = 37.3 dB**



**Asse Z**

(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz  
(24) VIC 02 bis - HVMA Punto 1 - awz - Running Leq

**Lmax = 47.3 dB**

**Lw = 38.5 dB**

