



**Progetto di espansione della centrale  
idroelettrica di Theun-Hinboun - Laos**

**PROGETTAZIONE e MONITORAGGIO  
SISMICO-ACUSTICO**

**delle operazioni di SCAVO con ESPLOSIVI in  
adiacenza a turbine in attività**

# Obiettivo:

Il progetto di ampliamento della centrale idroelettrica di Theun-Hinboun prevede l'installazione di un nuovo impianto di produzione, in adiacenza a quelli già esistenti.

Per l'alloggiamento del nuovo impianto è stato effettuato uno scavo di circa 60.000 mc, di cui circa 27.000 in roccia con l'utilizzo di esplosivi.

I lavori devono essere conclusi entro il mese di Maggio, in cui è previsto l'inizio della stagione delle piogge.





# PROBLEMATICHE

**Vibrazioni:** le onde sismiche indotte dalle attività di cantiere, incluse quelle prodotte dal brillamento di mine, potrebbero provocare danni alle strutture presenti all'intorno, in particolare potrebbero attivare il blocco delle turbine al superamento di 6,3 mm/s (dato fornito dal costruttore)



# PROGETTAZIONE

Una progettazione attenta e precisa è fondamentale per affrontare le problematiche viste sopra. Nella progettazione sono contenuti tutti i dati sia per effettuare il lavoro in sicurezza sia per ottimizzare la produzione.

La progettazione è strutturata come segue:

- Caratterizzazione geo-meccanica della roccia;
- Database manufatti (recettori)
- Calcolo della massima carica cooperante da far brillare per garantire il non superamento dei valori limite;
- Minimizzazione delle vibrazioni;
- Calcolo e minimizzazione del lancio;
- Schemi di perforazione e caricamento.

## *DATABASE MANUFATTI*

**Prima dell'inizio dei lavori è opportuno preparare un "database manufatti" in cui vengono riportati, per ognuno dei fabbricati vicino all'area di cantiere, le seguenti informazioni:**

- " Denominazione;**
- " Ubicazione;**
- " Definizione della categoria ex DIN 4150 e USBM e relativi valori di soglia per la non insorgenza di danni;**
- " Caratteristiche costruttive;**
- " Stato di manutenzione;**
- " Eventuali danni;**
- " Rilievo fotografico.**

# TURBINA 1 – valore di soglia per la non occorrenza di danni: 4mm/s



# TURBINA 2 – valore di soglia per la non occorrenza di danni: 4mm/s



**Muro sulla valvola d'accesso – valore di soglia per la non  
occorrenza di danni: 25mm/s**



# Muro POWERHOUSE, lato scavo – valore di soglia per la non occorrenza di danni: 25mm/s



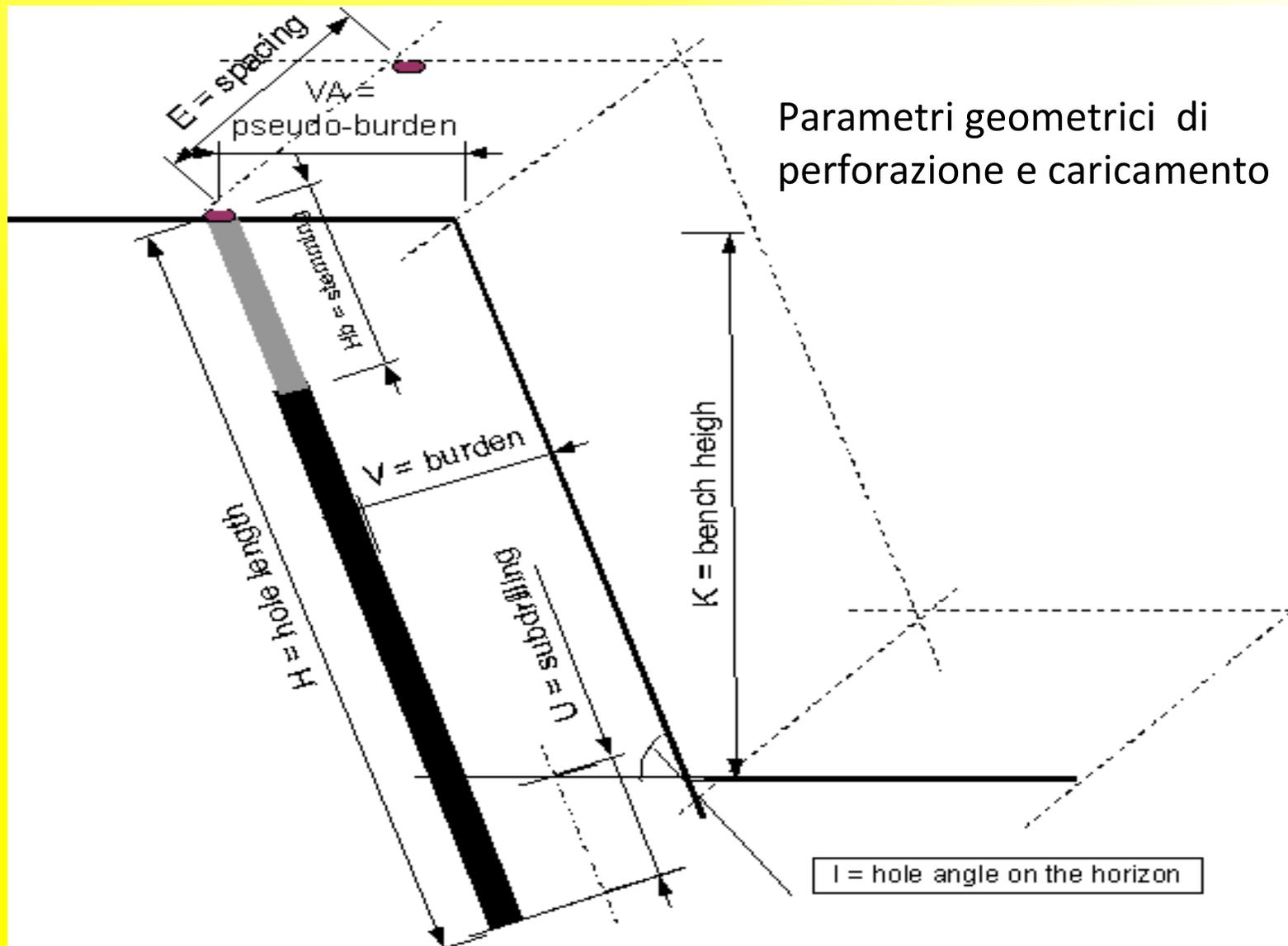
## *Minimizzazione delle vibrazioni*

- Diminuire la spalla d'abbattimento
- Perforazione e caricamento precisi
- Riduzione della carica cooperante utilizzando detonatori con ritardi maggiori.
- Rettifica del fronte di scavo (per evitare spalle d'abbattimento sovradimensionate);
- Realizzazione di “barriere alle vibrazioni” (mediante pretagli)

## *Minimizzazione del lancio di materiale*

- Ridurre al massimo il disaccoppiamento cartuccia-foro;
- Preferire piccoli diametri di perforazione;
- Realizzazione di fori da mina verticali;
- Innesco fondo foro;
- Copertura della volata con blasting-mats

# Schemi di perforazione e caricamento



Schema di perforazione e caricamento per fori di diametro 40mm

**NEW POWERHOUSE EXCAVATION**

**drilling and blasting (series 12)**

(same explosive type for bottom and column charge)

preferred  
average

<b>K</b>	bench high [m]	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>
<b>i</b>	hole angle on the horizon [°]	90	90	90	90
<b>Ø</b>	hole diameter [mm]	<b>40</b>	40	40	40
<b>H</b>	hole length [m]	1,7	2,5	3,3	4,1
<b>U</b>	sub drilling [m]	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>VA</b>	Pseudo-burden [m]	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>V</b>	burden – geometrical [m]	<b>1,2</b>	1,2	1,2	1,2
<b>K/V</b>		1,1	1,8	2,5	3,2
<b>E/V</b>		1,4	1,4	1,4	1,4
<b>E</b>	spacing – geometrical [m]	<b>1,6</b>	1,6	1,6	1,6
	volume per hole (K*E*VA) [m <sup>3</sup> ]	2,4	3,9	5,3	6,8
<b>Expl</b>	explosive type	<b>emulsion</b>			
	density [kg/dm <sup>3</sup> ]	<b>1,22</b>	1,22	1,22	1,22
	cartridges average length L [cm]	<b>70</b>	70	70	70
	cartridge diameter Ø [mm]	<b>30</b>	30	30	30
	cartridge average weight [kg]	0,60	0,60	0,60	0,60
	cartridge/box [n]	41,4	41,4	41,4	41,4
	specific explosion energy [MJ/kg]	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00
	cartridge-hole decoupling [%]	75%	75%	75%	75%
<b>En</b>	number of cartridges per hole	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>
	average explosives compaction	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>
<b>Hb</b>	stemming [m]	1,0	1,3	1,3	1,5
	stemming [% of V]	85%	111%	111%	129%
<b>HE</b>	explosive column length [m]	0,7	1,2	2,0	2,6
<b>QE</b>	explosive quantity in hole [kg]	0,6	1,0	1,7	2,2
	[MJ]	2,4	4,1	6,9	9,0
<b>OD</b>	priming (detonators / hole) NONEL MS	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>QPsp</b>	specific drilling [m /m <sup>2</sup> bench]	0,70	0,64	0,61	0,60
<b>QEsp</b>	powder factor [kg/m <sup>2</sup> bench]				
	geometrical	0,25	0,27	0,32	0,33
	[MJ/m <sup>2</sup> bench]	1,01	1,07	1,29	1,32
<b>QDsp</b>	detonator need [n/m <sup>3</sup> ]	0,21	0,13	0,09	0,07

<b>QDCsp</b>	specific consumption of detonating cord [m /m <sup>3</sup> ]	0,70	0,64	0,61	0,60
--------------	--	------	------	------	------

Schema di perforazione e caricamento per fori di diametro 32mm

**NEW POWERHOUSE EXCAVATION**

**drilling and blasting**

(same explosive type for bottom and column charge)

**medio**

<b>K</b>	bench high [m]	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>
<b>i</b>	hole angle on the horizon [°]	90,0	90,0	90,0	90,0
<b>Ø</b>	hole diameter [mm]	<b>32</b>	32	32	32
<b>H</b>	hole length [m]	1,63	2,43	3,23	4,03
<b>U</b>	sub drilling [m]	0,33	0,33	0,33	0,33
<b>VA</b>	Pseudo-burden [m]	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>V</b>	burden – geometrical [m]	<b>1,00</b>	1,00	1,00	1,00
<b>K/V</b>		1,30	2,10	2,90	3,70
<b>E/V</b>		1,40	1,40	1,40	1,40
<b>E</b>	spacing – geometrical [m]	<b>1,40</b>	1,40	1,40	1,40
	volume per hole (K*E*VA) [m <sup>3</sup> ]	1,8	2,9	4,1	5,2
<b>Expl</b>	explosive type	<b>emulsion</b>			
<b>En</b>	number of cartridges per hole	<b>2</b>	<b>3 1/2</b>	<b>5 1/4</b>	<b>7 1/4</b>
	average explosives compaction	<b>10,0%</b>	<b>6,0%</b>	<b>2,0%</b>	<b>2,0%</b>
<b>Hb</b>	stemming [m]	0,91	1,11	1,17	1,19
	stemming [%of V]	91%	111%	117%	119%
<b>HE</b>	explosive column length [m]	0,72	1,32	2,06	2,84
<b>QE</b>	explosive quantity in hole [kg]	0,49	0,86	1,29	1,78
	[MJ]	2,0	3,4	5,2	7,1
<b>QD</b>	priming (detonators /hole) NONEL MS	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
<b>QPsp</b>	specific drilling [m /m <sup>2</sup> bench]	0,90	0,83	0,80	0,78
	powder factor [kg/m <sup>2</sup> bench]				
<b>QEsp</b>	geometrical	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>
	[MJ/m <sup>2</sup> bench]	1,08	1,17	1,27	1,37
<b>QDsp</b>	detonator need [n/m <sup>3</sup> ]	0,27	0,17	0,12	0,10

Schema di perforazione e caricamento per fori di diametro 51mm

**NEW POWERHOUSE EXCAVATION**

**drilling and blasting**

(same explosive type for bottom and column charge)

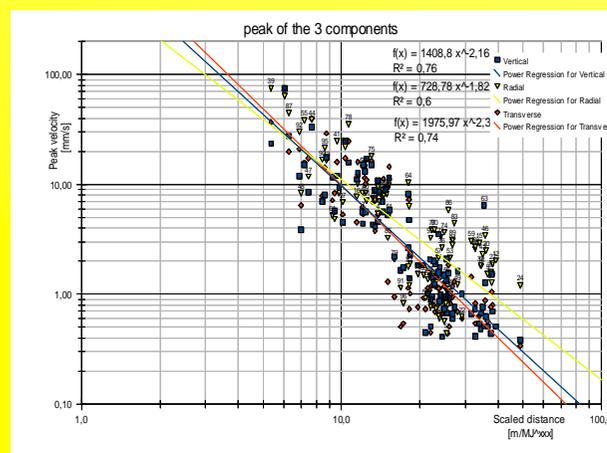
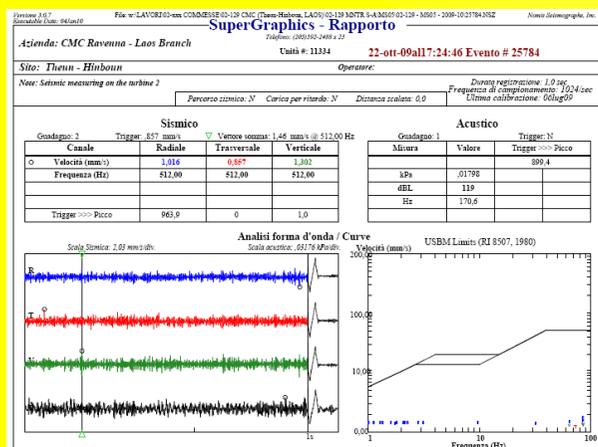
**medio**

K	bench high [m]	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>
i	hole angle on the horizon [°]	72	72	72	72
Ø	hole diameter [mm]	<b>51</b>	51	51	51
H	hole length [m]	2,04	2,57	3,10	3,62
U	sub drilling [m]	0,46	0,46	0,46	0,46
VA	Pseudo-burden [m]	1,48	1,48	1,48	1,48
V	burden – geometrical [m]	<b>1,40</b>	1,40	1,40	1,40
K/V		1,07	1,43	1,79	2,14
E/V		1,36	1,36	1,36	1,36
E	spacing – geometrical [m]	<b>1,90</b>	1,90	1,90	1,90
	volume per hole (K*E*VA) [m <sup>3</sup> ]	4,2	5,6	7,0	8,4
Expl	explosive type	<b>emulsion</b>			
	density [kg/dm <sup>3</sup> ]	<b>1,25</b>	1,25	1,25	1,25
	cartridges average length L [cm]	<b>50</b>	50	50	50
	cartridge diameter ø [mm]	<b>40</b>	40	40	40
	cartridge average weight [kg]	0,79	0,79	0,79	0,79
	cartridge/box [n]	31,8	31,8	31,8	31,8
	specific explosion energy [MJ/kg]	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00
	cartridge-hole decoupling [%]	78%	78%	78%	78%
En	number of cartridges per hole	<b>1 1/2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3 2/3</b>
	average explosives compaction	<b>6,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>
Hb	stemming [m]	1,34	1,57	1,60	1,79
	stemming [% of V]	96%	112%	114%	128%
HE	explosive column length [m]	0,71	1,00	1,50	1,83
QE	explosive quantity in hole [kg]	1,18	1,57	2,36	2,87
	[MJ]	4,7	6,3	9,4	11,5
QD	priming (detonators / hole) NONEL MS	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
QPsp	specific drilling [m/m <sup>2</sup> bench]	0,49	0,46	0,44	0,43
QEsp	powder factor [kg/m <sup>2</sup> bench]	<b>0,28</b>	<b>0,28</b>	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>
	geometrical [MJ/m <sup>2</sup> bench]	1,12	1,12	1,34	1,37
QDsp	detonator need [n/m <sup>3</sup> ]	0,24	0,18	0,14	0,12

# MONITORAGGIO

La fase del monitoraggio è strutturata nel seguente modo:

- Riscontro delle onde sismiche;
- Aggiornamento della curva di decadimento
- Redazione dei rapporti di monitoraggio.



MC 02075

**CMC di Ravenna - Laos branch**  
 House 122 unit 05 Saphanthongtai village  
 Sisattanak District Vientiane, Lao Pdr

PROJECT  
 Theun - Hinboun Expansion Project  
 Contract C1 - MAIN CIVIL WORKS CONSTRUCTION  
 NEW POWERHOUSE EXCAVATION

DOCUMENT  
 Seismic monitoring  
 MONITORING SESSION IN OLD POWERHOUSE  
 day 2009-10-20, for quantification of the vibration induced by the 2  
 turbines during In exercise  
 Preliminary - data only  
 analysis and comments to be added

02-129 IMVTR PRELIMINARY 2009-10-21 - pages 17

prepared by: Roberto Felchi  
 checked by: Manuel Traversi  
 approved:

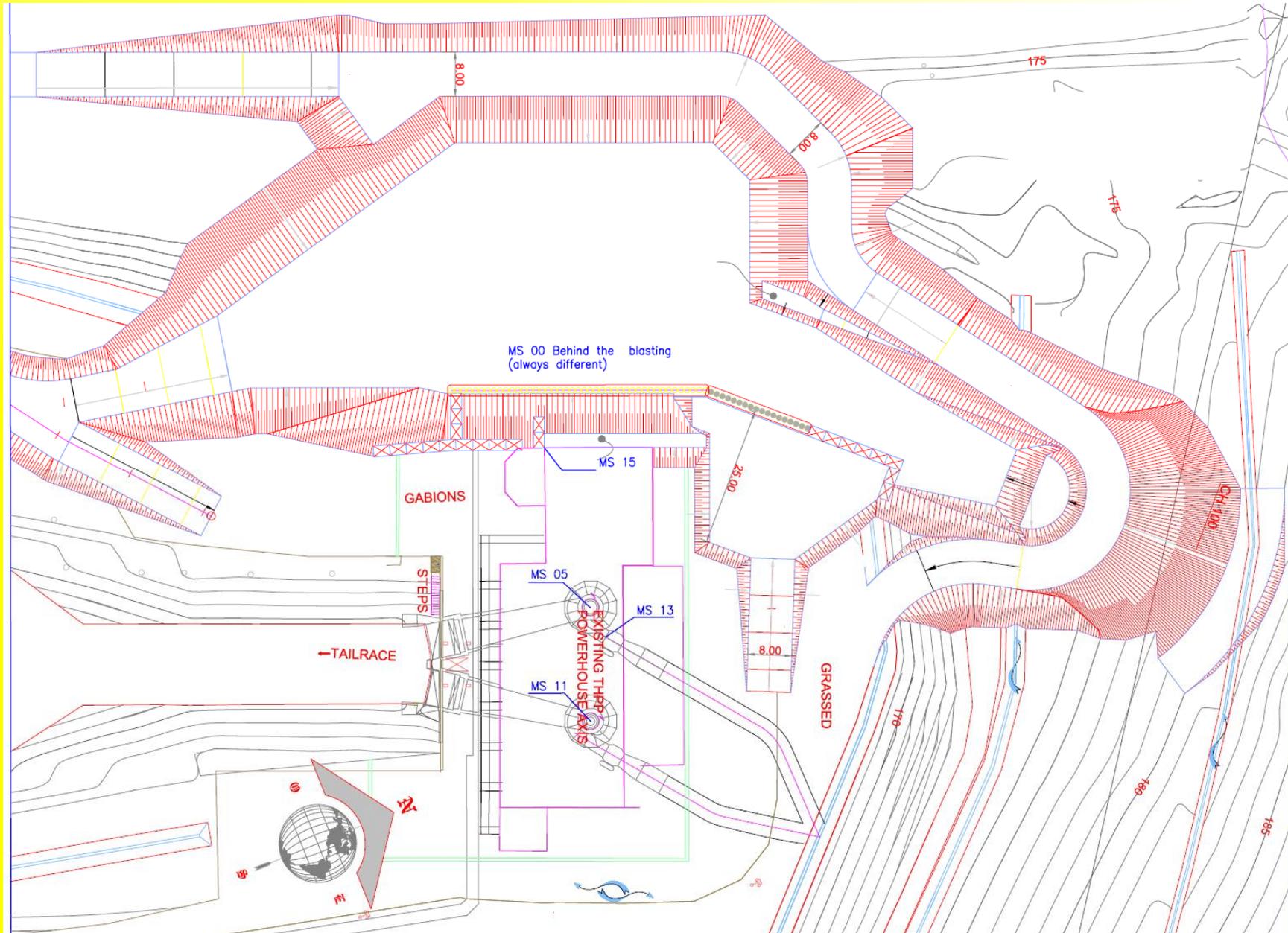
# Riscontro delle onde sismiche

Per un riscontro delle onde sismiche sono utilizzate 5 stazioni di monitoraggio sismico-acustico, posizionate nei seguenti siti:

- A ridosso del punto di sparo, a una distanza di circa 10m;
- Alla base della turbina 1;
- Alla base della turbina 2;
- Sul muro adiacente alla valvola d'ingresso;
- Sul muro della POWERHOUSE sul lato dello scavo.

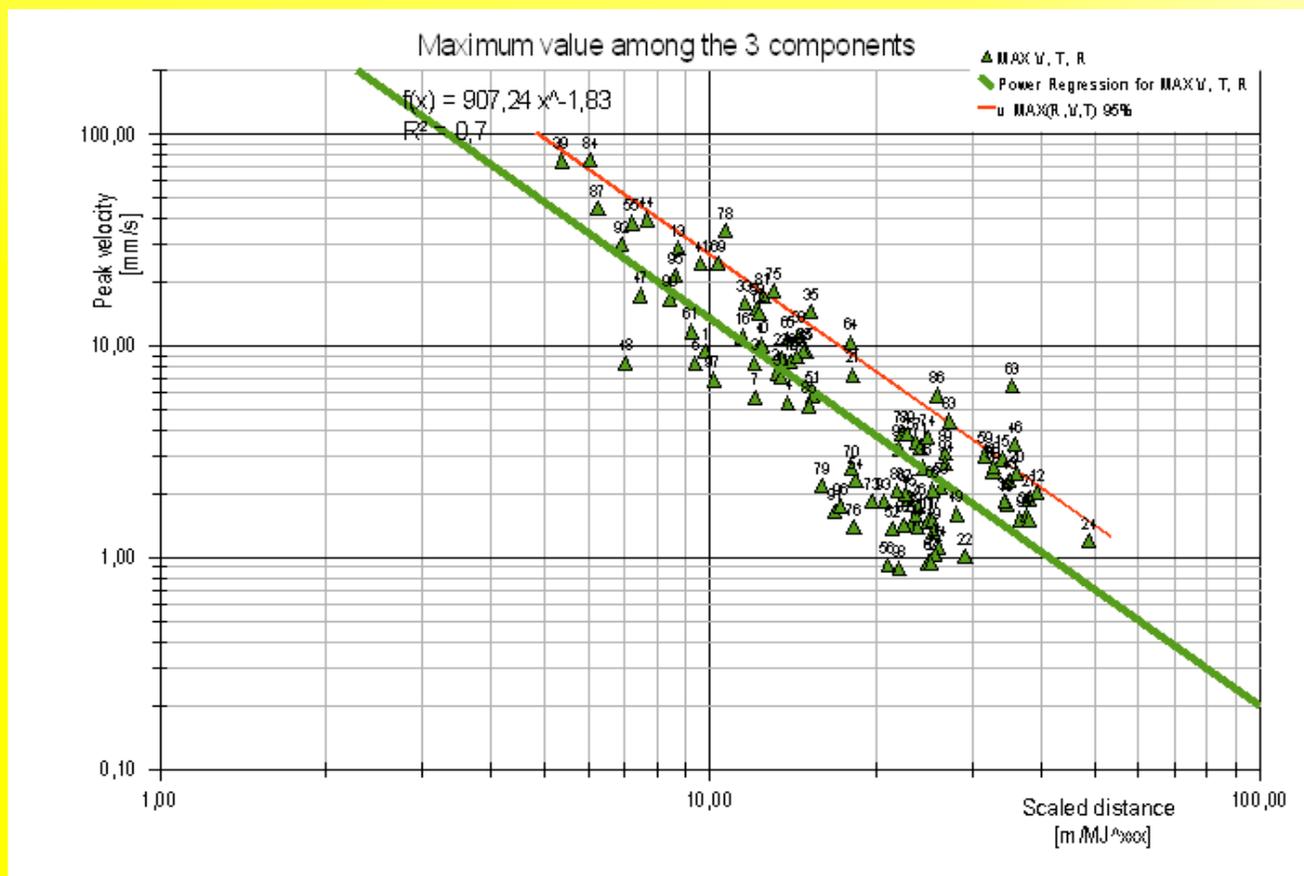
Per gli ultimi 4 punti di misura è previsto il monitoraggio continuo, cioè i sismografi misurano 24h e registrano al superamento di un certo valore di "trigger".

# Planimetria con l'ubicazione dei punti di misura



# CURVA DI DECADIMENTO

Per migliorare la precisione del calcolo della massima carica cooperante da far brillare, usando le registrazioni effettuate giornalmente, è stata creata una curva di decadimento specifica del sito.





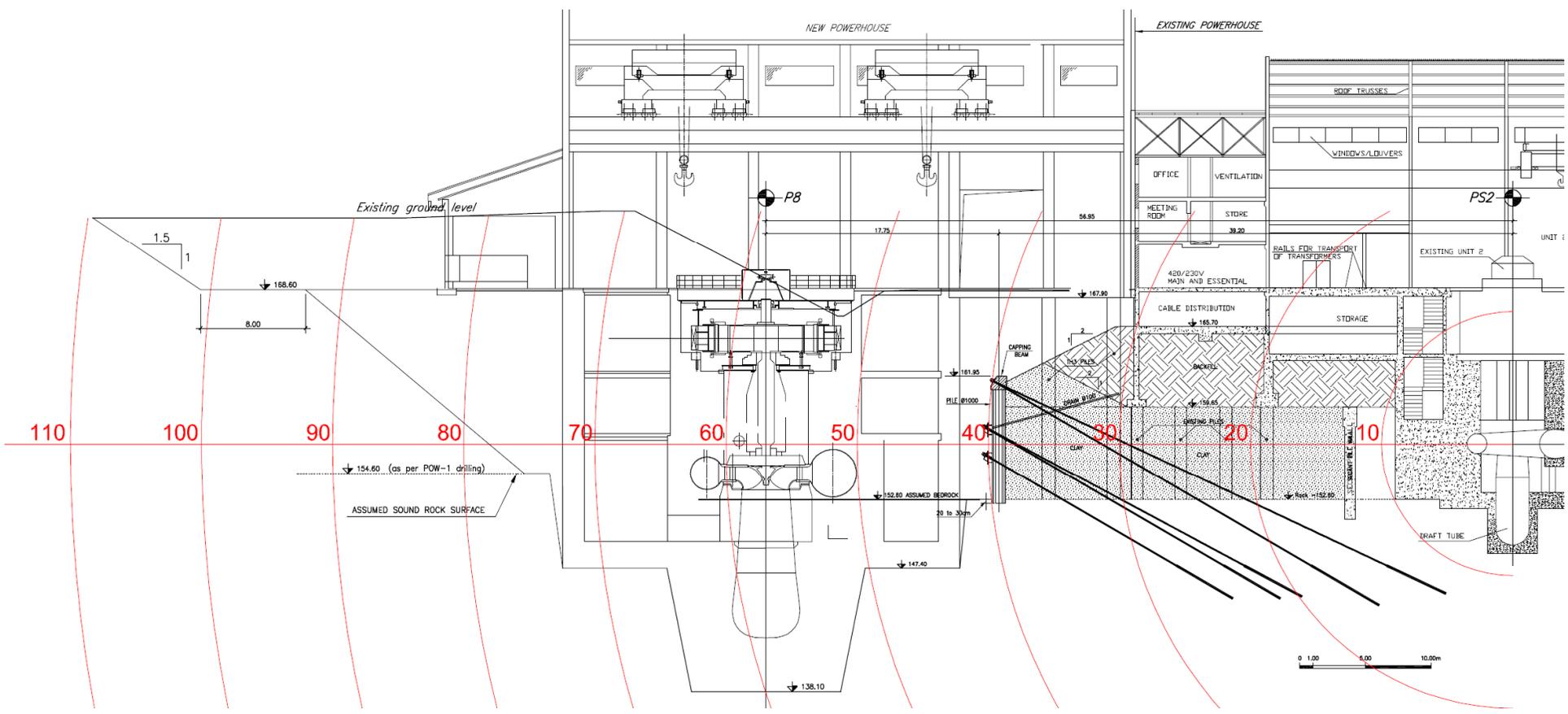
# Tabella delle massime cariche cooperanti in funzione della distanza e del valore di vibrazione

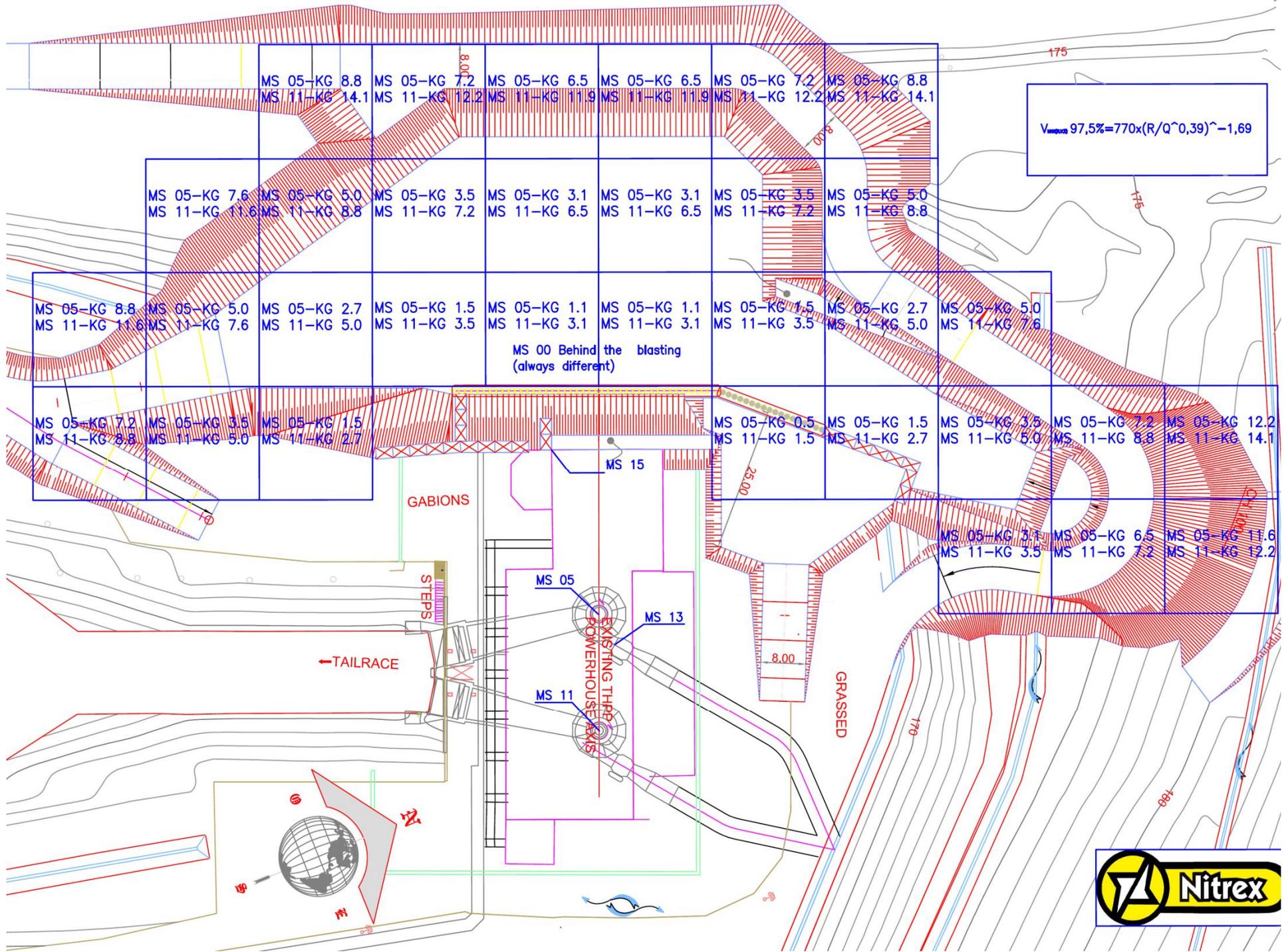
3,2 MJ/kg		$v_{MAX(R,V,T)} [mm/s] 95\%$				
Q MAX [kg]	@ R [m]	50,0	25,0	10,0	400,0	4,0
5		0,2	0,1	0,0	1,2	
10		0,7	0,4	0,2	4,4	
15		1,4	0,8	0,3	9,4	
20		2,5	1,3	0,6	16,2	
25		3,8	2,0	0,9		0,39
30		5,3	2,9	1,3		0,55
35		7,1	3,8	1,7		0,7
40		9	4,9	2,1		0,9
45		11	6,1	2,7		1,2
50		14	7,4	3,3		1,4
55		17	9	3,9		1,7
60		20	10	4,6		2,0
65		23	12	5,3		2,3
70		26	14	6,1		2,7
75		30	16	7,0		3,1
80			18	7,9		3,5
85			20	8,8		3,9
90			22	10		4,3
95			25	11		4,8
100			27	12		5,3
105			30	13		5,8

Legge di decadimento

$$v_{MAX(R,V,T)} 95\% = 1.814 * (R/Q^{0,363})^{-1,830}$$







$$V_{max} 97,5\% = 770 \times (R/Q^{0,39})^{-1,69}$$

MS 05-KG 8.8 MS 05-KG 7.2 MS 05-KG 6.5 MS 05-KG 6.5 MS 05-KG 7.2 MS 05-KG 8.8  
 MS 11-KG 14.1 MS 11-KG 12.2 MS 11-KG 11.9 MS 11-KG 11.9 MS 11-KG 12.2 MS 11-KG 14.1

MS 05-KG 7.6 MS 05-KG 5.0 MS 05-KG 3.5 MS 05-KG 3.1 MS 05-KG 3.1 MS 05-KG 3.5 MS 05-KG 5.0  
 MS 11-KG 11.6 MS 11-KG 8.8 MS 11-KG 7.2 MS 11-KG 6.5 MS 11-KG 6.5 MS 11-KG 7.2 MS 11-KG 8.8

MS 05-KG 8.8 MS 05-KG 5.0 MS 05-KG 2.7 MS 05-KG 1.5 MS 05-KG 1.1 MS 05-KG 1.1 MS 05-KG 1.5 MS 05-KG 2.7 MS 05-KG 5.0  
 MS 11-KG 11.6 MS 11-KG 7.6 MS 11-KG 5.0 MS 11-KG 3.5 MS 11-KG 3.1 MS 11-KG 3.1 MS 11-KG 3.5 MS 11-KG 5.0 MS 11-KG 7.6

MS 00 Behind the blasting  
 (always different)

MS 05-KG 7.2 MS 05-KG 3.5 MS 05-KG 1.5  
 MS 11-KG 8.8 MS 11-KG 5.0 MS 11-KG 2.7

MS 05-KG 0.5 MS 05-KG 1.5 MS 05-KG 3.5 MS 05-KG 7.2 MS 05-KG 12.2  
 MS 11-KG 1.5 MS 11-KG 2.7 MS 11-KG 5.0 MS 11-KG 8.8 MS 11-KG 14.1

MS 05-KG 3.1 MS 05-KG 6.5 MS 05-KG 11.6  
 MS 11-KG 3.5 MS 11-KG 7.2 MS 11-KG 12.2

GABIONS

STEPS

←TAILRACE

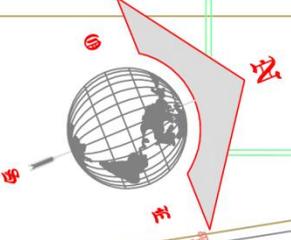
MS 05

MS 13

MS 11

EXISTING THPP  
 POWERHOUSE AXIS

GRASSED



# Rapporti di monitoraggio

- Rapporto di monitoraggio preliminare: è stato effettuato per conoscere il contesto sismico ambientale, come le vibrazioni prodotte dall'attività delle turbine o dal traffico pesante.
- Rapporto di monitoraggio settimanale: è redatto settimanalmente per tutta la durata dei lavori e comprende:
  - Sommario di tutte gli eventi registrati;
  - Analisi grafica delle registrazioni dovuti alle volate (forma d'onda, FFT, spostamenti ed accelerazioni);
  - Aggiornamento della curva di decadimento e quantificazione della massima carica cooperante ammissibile.
- Rapporto di monitoraggio finale: studio degli eventi più significanti e conclusioni.

# SuperGraphics - Rapporto

Telefono: (205)592-2488 x 23

**Azienda: CMC Ravenna - Laos Branch**

Unità #: 11334

**22-ott-09al17:24:46 Evento # 25784**

**Sito: Theun - Hinboun**

Operatore:

Note: Seismic measuring on the turbine 2

Durata registrazione: 1,0 sec  
 Frequenza di campionamento: 1024/sec  
 Ultima calibrazione: 06lug09

Percorso sismico: N Carica per ritardo: N Distanza scalata: 0,0

## Sismico

Guadagno: 2 Trigger: ,857 mm/s  $\nabla$  Vettore somma: 1,46 mm/s @ 512,00 Hz

Canale	Radiale	Trasversale	Verticale
○ Velocità (mm/s)	1,016	0,857	1,302
Frequenza (Hz)	512,00	512,00	512,00
Trigger >>> Picco	963,9	0	1,0

## Acustico

Guadagno: 1 Trigger: N

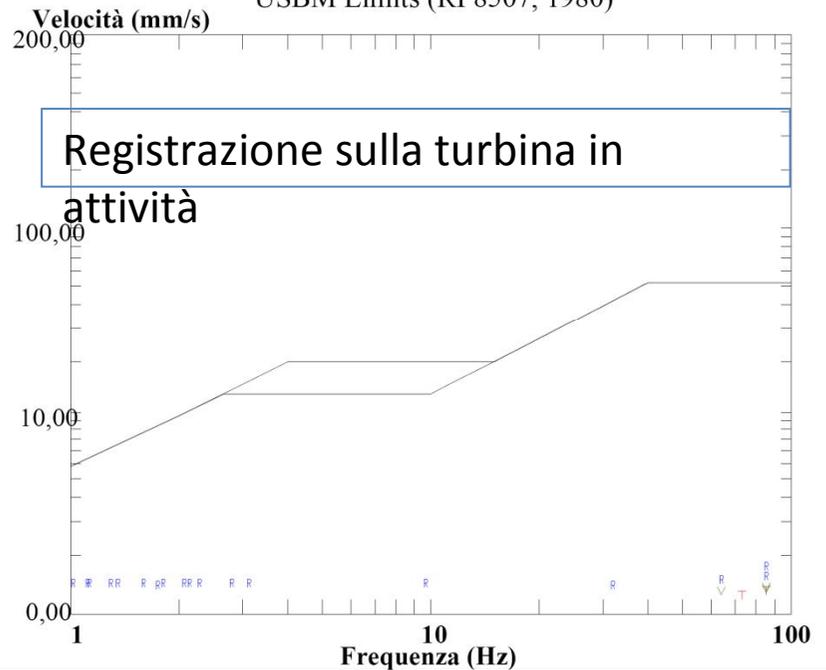
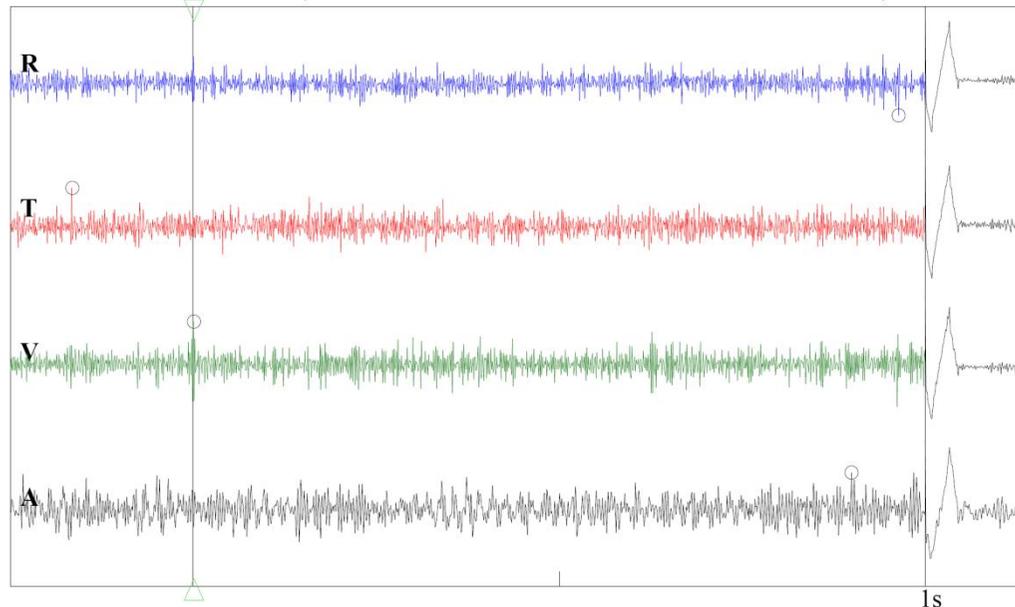
Misura	Valore	Trigger >>> Picco
		899,4
kPa	,01798	
dBL	119	
Hz	170,6	

## Analisi forma d'onda / Curve

Scala Sismica: 2,03 mm/s/div.

Scala acustica: ,03176 kPa/div.

USBM Limits (RI 8507, 1980)



# SuperGraphics - Rapporto

Telefono: (205)592-2488 x 23

**Azienda:**

Unità #: 11249

**29-ott-09al13:47:02 Evento # 1**

**Sito:**

**Operatore:**

Note: start of turbine 1

Durata registrazione: 8,0 sec  
 Frequenza di campionamento: 1024/sec  
 Ultima calibrazione: 06lug09

Percorso sismico: N Carica per ritardo: N Distanza scalata: 0,0

## Sismico

Guadagno: 1 Trigger: 1,842 mm/s Vettore somma: 5,55 mm/s @ 128,00 Hz

Canale	Radiale	Trasversale	Verticale
Velocità (mm/s)	3,937	0,699	3,874
Frequenza (Hz)	512,00	512,00	512,00
Trigger >>> Picco			

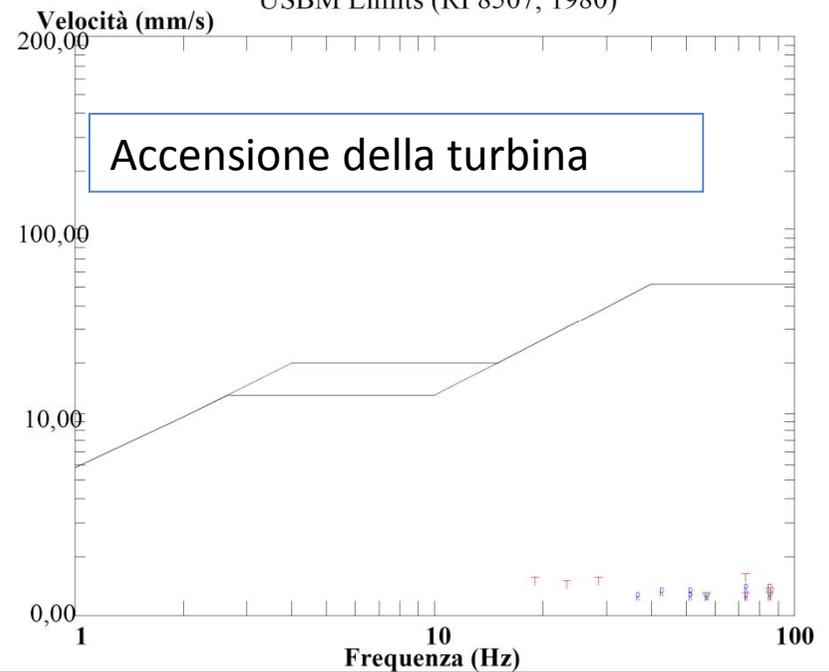
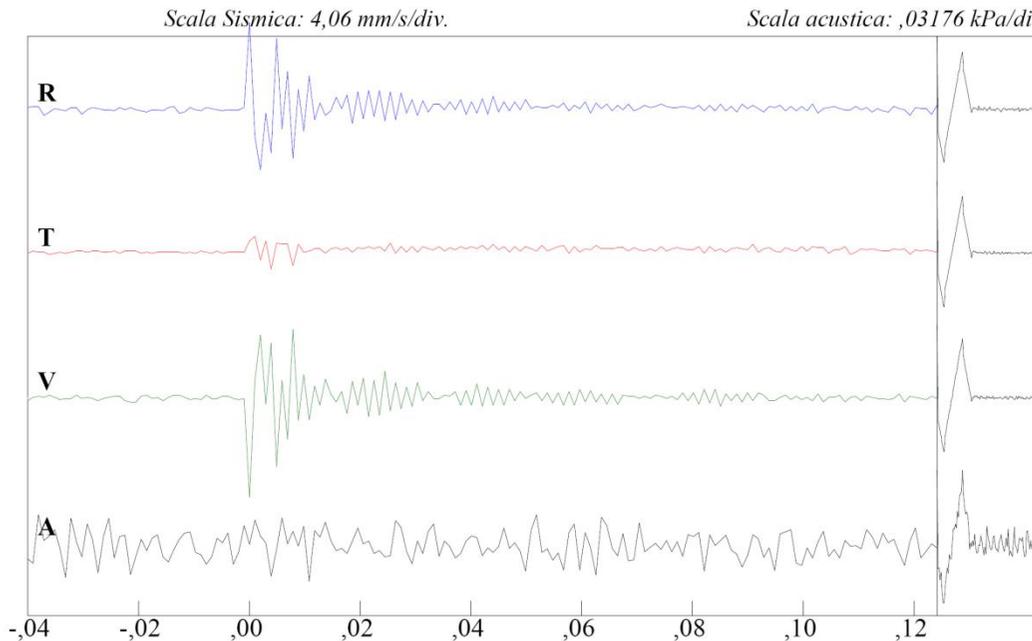
## Acustico

Guadagno: 1 Trigger: N

Misura	Valore	Trigger >>> Picco
kPa	,02173	
dBL	121	
Hz	512	

## Analisi forma d'onda (Zoom) / Curve (CUT)

USBM Limits (RI 8507, 1980)



# SuperGraphics - Rapporto

Telefono: (205)592-2488 x 23

Azienda:

Unità #: 11235

07-gen-10a11:52:41 Evento # 83

Sito:

Operatore:

Note:

Percorso sismico: N Carica per ritardo: N Distanza scalata: 0,0

Durata registrazione: 6,0 sec  
 Frequenza di campionamento: 1024/sec  
 Ultima calibrazione: 06mar09

## Sismico

Guadagno: 1 Trigger: 1,905 mm/s  $\nabla$  Vettore somma: 92,29 mm/s @ 23,27 Hz

Canale	Radiale	Trasversale	Verticale
○ Velocità (mm/s)	63,945	75,248	75,121
Frequenza (Hz)	23,20	26,90	28,40
Spostamenti (mm)	0,4387	0,4452	0,4210
Beschleunigung (g's)	0,950	1,296	1,366
Trigger >>> Picco	38,1	1491,2	19,5

## Acustico

Guadagno: 1 Trigger: N

Misura	Valore	Trigger >>> Picco
		19,5
kPa	,50552	
dBL	148	
Hz	170,6	

## Analisi forma d'onda / FFT

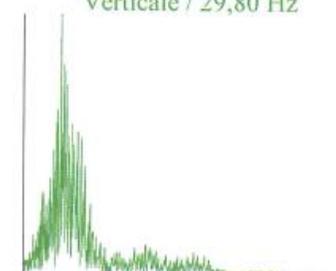
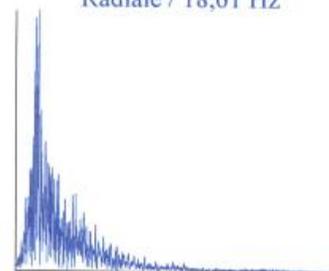
Scala Sismica: 130,05 mm/s/div.

Scala acustica: ,508 kPa/div.



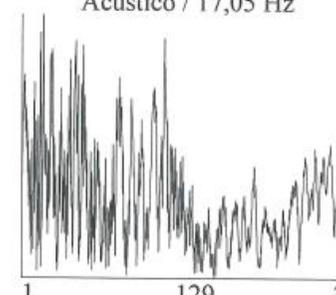
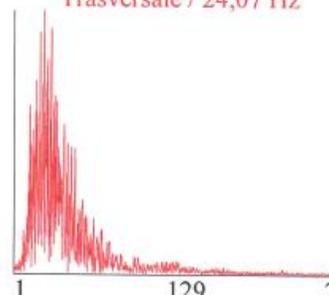
Radiale / 18,61 Hz

Verticale / 29,80 Hz



Trasversale / 24,07 Hz

Acustico / 17,05 Hz



Frequenza (Hz)

**NOMIS MINI-SUPERGRAPH®**

Innovativa centralina di monitoraggio sismico-acustico portatile disponibile sul mercato



**MICROFONO**  
per la misura dell'onda di  
sovrappressione aerea

centralina di monitoraggio  
sismico-acustico

**VELOCIMETRO TRIASSIALE**

per la misura delle vibrazioni

Distribuito da:



Mantova 61

I - 25015 Lonato (BS)

Tel. +39 030 99 04 039

Fax. +39 030 99 06 189

e-mail: [info@nitrex.it](mailto:info@nitrex.it)

[www.nitrex.it](http://www.nitrex.it)

**Descrizione**

Caratteristiche principali:

- comandi a display in italiano
- frequenza di campionamento standard fino a oltre 4.000 campioni al secondo
- registrazione automatica della forma d'onda sismica ed acustica attivata a superamento valore di allarme predefinito (*trigger*), registrazione dei valori massimi sismici ed acustici in un intervallo di tempo predefinito e restituzione come forma d'onda o come istogramma a barre
- possibilità di monitoraggio in combinazione delle modalità forma d'onda e grafico a barre
- risultati visualizzabili su uno schermo a cristalli liquidi
- connessione remota avanzata via GSM e modem (non compresi), con possibilità di invio automatico di dati via E-mail
- schermo a cristalli liquidi retro-illuminato con possibilità di aggiustare contrasto e luminosità
- possibilità di salvare impostazioni personalizzate
- menu di Aiuto sul display
- nessun tempo di attesa tra le registrazioni
- rapide e semplici operazioni di impostazione
- conforme allo standard dalla *International Society of Explosives Engineers* (ISEE: [www.isee.org](http://www.isee.org))

(Per applicazioni speciali richiedere dettagli tecnici all'indirizzo [monitoraggio@nitrex.it](mailto:monitoraggio@nitrex.it)).

**Manutenzione**

Il MINI-SUPERGRAPH è uno strumento robusto e non richiede particolari manutenzioni. L'uso prolungato con temperature al di sotto dello zero potrebbe accelerare il processo d'usura della batteria.

**Funzionamento**

L'installazione in situ è semplice e rapida. I trasduttori (geofono e microfono), dopo essere stati posizionati, sono collegati alla centralina di acquisizione mediante spinotti d'alluminio a tenuta stagna.

Si accende lo strumento e di seguono le istruzioni sul display ordinando il monitoraggio con misura continua delle onde sismiche e delle onde acustiche.

La registrazione di un evento è effettuata solo quando i valori misurati superano una prestabilita soglia d'allarme (trigger), conservando la misura anche per i 0,5 s precedenti all'istante di trigger. Ultimata la registrazione lo strumento effettua un controllo sui trasduttori per verificarne il corretto funzionamento e continua la misurazione riarrandandosi per la successiva registrazione.

Per varie esigenze di misura sono disponibili prolunghe dei cablaggi o altri trasduttori (di spostamento, accelerometri, ...). La misura può essere impostata anche a cadenze prestabilite, variabili da ... a ... ore nella modalità a grafico a barre, con indicazione del valore massimo in un prestabilito intervallo di tempo.

**Caratteristiche tecniche**
**Generale**

Display: . . . . .	a cristalli liquidi con retro illuminazione, 8 linee da 21 caratteri
Batteria: . . . . .	da 6 Volt ricaricabile, con durata di 14 giorni
Temperature d'operatività:	- 8°C a +50°C (con le basse temperature si riduce la durata della batteria)
Dimensioni e peso:	15,2 x 10,8 x 7,6 cm per circa 2 kg
Porta seriale RS 232:	per collegamento diretto con PC
Input e output ausiliari: . . .	trigger esterno e allarme remoto
Comunicazione remota: . . . .	Completo funzionamento Porta RS-232, compatibile con telefono, GSM, Satellite, RF

**Onde sismiche**

Monitoraggio sismico con un geofono triassiale standard	
Gamma.....	0,381 – 260,096 mm/s standard
Risoluzione.....	0,127 mm/s
Accuratezza.....	± 3%
Frequenza di risposta.....	2 – 400 Hz (1 Hz opzionale)

(Opzionale: due geofoni triassiali)

**Onde di sovrappressione aeree**

Scale di ponderazione.....	Lineare (piatta) o A – ponderata
Gamma lineare.....	92 – 148 dB
Risoluzione lineare.....	0,0025 millibars
Accuratezza lineare.....	± 0,1 dB fino a 30 Hz e 127 dB
Frequenza lineare di risposta.....	2 – 400 Hz

**Dati di forme d'onda registrate**

Modalità di registrazione.....	Forme d'onda, grafico a barre (modalità combinata opzionale)
Gamma di trigger sismico.....	0,127 – 260,096 mm/s, no trigger, manuale (0,6 – 63 mm/s opzionale)
Gamma di trigger acustico:	
Lineare.....	92 – 148 dB, no trigger
A – peso.....	50 – 110 dBA
Frequenza di campionamento.....	Standard da 1024 – 4096 cps, livelli più alti opzionali
Durata di registrazione.....	1 – 86 secondi
Tempo di attesa.....	non vi è tempo di attesa tra i due eventi
Capacità di memoria.....	700 eventi standard da 1 secondo @ 1024 cps

**Dati di grafici a barre**

Modalità di registrazione.....	Forme d'onda, Grafici a barre. Modalità combinazione (registrazione di forme d'onda e grafico a barre contemporaneamente) opzionale
Letture a cristalli liquidi.....	Aggiornamento in tempo reale ogni due secondi
Intervallo di registrazione.....	1, 10, 20, 30, 40, 50, 60 secondi
Sommario intervalli.....	5, 15, 30 minuti, 1, 2, 4, 8, 12 ore
Sommario dati.....	Picco R,T,V + Suono e Frequenze per ciascuna scelta di vettore somma e spostamento

**Certificazioni**

CE certificato di conformità alla normativa Europea in campo d'attrezzature elettriche.  
 Certificato di calibrazione del microfono e del geofono.

*Le calibrazioni annuali della stazione di monitoraggio MINI-SUPERGRAPH sono effettuate nel laboratorio autorizzato delle Nitrex, a Lonato. I tempi necessari per la calibrazione sono pari ad un giorno.*