

	IMPIANTO <b>Impianto idroelettrico di Vinchiana</b>	CODICE CKS <b>GRE.OEM.D.90.IT.H.49039.09.116.00</b>
	TITOLO <b>Miglioramento della capacità di scarico della diga</b>	Data <b>20/07/2019</b> Pagina <b>1</b> di <b>91</b>

## Impianto idroelettrico di Vinchiana – Diga di Vinchiana

Renewable Energies Italy - O&M Hydro Italy

Northern Central Area - Territorial Unit Lucca - UE Piano della Rocca

Comune di Lucca - Provincia di Lucca

## Miglioramento della capacità di scarico della diga

## Lotto 2 – Lavori nella zona della diga di Vinchiana

Progetto esecutivo

## H – RELAZIONI GENERALI

### H.2 - Valutazione previsionale di impatto acustico

Luglio 2019

<b>IL COMMITTENTE</b>  <b>ENEL GREEN POWER SPA</b> Renewable Energies Italy O&M Hydro Italy Northern Central Area		20/07/2019	
		DATA	ING. M. SESSEGO
<b>IL PROGETTISTA</b>  <b>RTI - IM MAGGIA ENGINEERING SA - HYDRODATA S.p.A.</b> IM MAGGIA ENGINEERING SA VIA S. FRANSCINI 5/CH-6601 LOCARNO 1/SVIZZERA Tel. +41 91 756 68 11 info@im-maggia.ch, www.im-maggia.ch  HYDRODATA S.p.A. VIA POMBA 23/I-10123 TORINO/ITALIA Tel. +39 011 55 92 811 hydrodata@hydrodata.it, www.hydrodata.it		20/07/2019	
		DATA	ING. R. BERTERO
<b>IL DIRETTORE LAVORI</b>		<b>L' INGEGNERE RESPONSABILE</b>	
<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>			
20/07/2019		20/07/2019	
DATA	ING. L. FRESIA	DATA	ING. S. GABBRIELLI
		DATA	ING. R. BERTERO

RTI - IM MAGGIA ENGINEERING SA - HYDRODATA S.p.A.



**IM MAGGIA ENGINEERING SA**  
 VIA S. FRANSCINI 5 / CH-6601 LOCARNO 1 / SVIZZERA  
 Tel. +41 91 756 68 11  
 info@im-maggia.ch, www.im-maggia.ch  
**HYDRODATA S.p.A.**  
 VIA POMBA 23 / I-10123 TORINO / ITALIA  
 Tel. +39 011 55 92 811  
 hydrodata@hydrodata.it, www.hydrodata.it

<b>No. Hyd</b>	3141-07-G0300			
Data	Red.	Scritto	Visto	Pagine
20.07.2019	GE	ST	RB	91



## Impianto idroelettrico di Vinchiana – Diga di Vinchiana

Renewable Energies Italy - O&M Hydro Italy  
Northern Central Area - Territorial Unit Lucca - UE Piano della Rocca  
Comune di Lucca - Provincia di Lucca

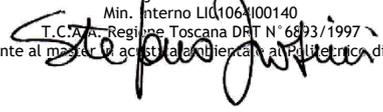
### Miglioramento della capacità di scarico della diga



### Lavori in corrispondenza della diga

Assistenza  
Geom. Eleonora Frosini  
Patrizia Luciani

**Ing. Stefano Frosini**  
Albo Ing. Prov. Livorno N° 1064  
Min. Interno LID/1064/100140  
T.C.A.A. Regione Toscana DRT N° 6993/1997  
Docente al master in acustica ambientale e all'Idroelettrico di Milano





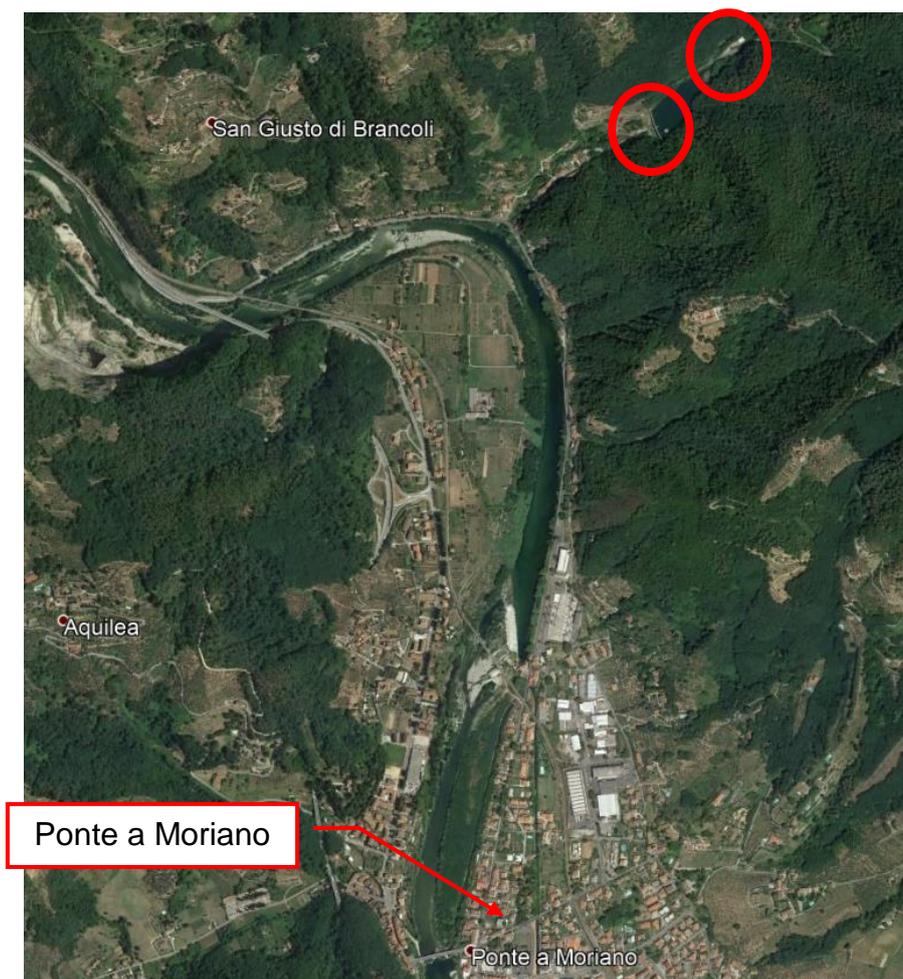
## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<b>PROGETTO</b> .....	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
ELENCO LAVORI.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
LAVORI A VALLE DELLA DIGA.....	13
LAVORI A MONTE DELLA DIGA.....	19
LAVORI NELLA ZONA DI IMBOCCO DEL BY-PASS.....	21
<b>RICETTORI PIU' ESPOSTI</b> .....	<b>23</b>
RICETTORE 1.....	24
RICETTORE 2.....	26
<b>STUDIO DELLA RUMOROSITA'</b> .....	<b>27</b>
QUADRO NORMATIVO .....	27
UNI 11728/2018 .....	28
D.G.R.T. 857 DEL 21.10.2013.....	29
PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA.....	30
LIMITI DI RUMORE AI RECETTORI PIU' ESPOSTI .....	31
LIMITI ASSOLUTI.....	31
LIMITI DIFFERENZIALI.....	32
AUTORIZZAZIONI IN DEROGA IN FORMA SEMPLIFICATA .....	32
CONSIDERAZIONI.....	33
ELENCO TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA .....	33
ELENCO REGIONALE-D.D.G.R. DEL 19.11.1997 .....	34
ELENCO NAZIONALE DEL 10.12.2018.....	35
STRUMENTAZIONE E CERTIFICATI .....	36
MISURE .....	40
POSIZIONE 1.....	41
POSIZIONE 2.....	44
POSIZIONE 3.....	47
POSIZIONE 4.....	50
POSIZIONE 5.....	53
VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA RUMOROSITA' .....	56
STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO .....	57
PERFORAZIONI .....	58
MICROPALI.....	59
DEMOLIZIONI MECCANIZZATE.....	60
LIVELLI AI RICETTORI .....	61
RICETTORE 1.....	62
RICETTORE 2.....	62
INTERVENTI DI BONIFICA.....	63
MONITORAGGIO RUMORI.....	71
<b>STUDIO DELLE VIBRAZIONI</b> .....	<b>72</b>
VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE VIBRAZIONI.....	72

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO .....	72
LIMITI .....	78
UNI 9916/2014 DIN 4150-3 .....	79
CIAS CENTRO INTERNAZ. AGGIORN. SPERIM.SCIENTIFICO .....	80
METODI DI CRANDEL E RICHARDT.....	82
LA NORMA UNI 9614/1990.....	83
CERTIFICATO DI TARATURA VIBROMETRO.....	86
CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE ACCELEROMETRO .....	88
MONITORAGGIO VIBRAZIONI-ESEMPIO.....	89

## 1 PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Stefano Frosini tecnico competente in acustica ambientale con Decreto Dirigenziale della Regione Toscana N° 6893 del 12.11.1997, è stato incaricato dalla società Hydrodata di Torino per redigere la valutazione previsionale di impatto acustico e vibrazionale per i lavori di miglioramento della capacità di scarico della diga del torrente Vinchiana.



Nell'insieme degli interventi previsti e descritti nel capitolo successivo, la presente valutazione si riferisce unicamente ai lavori in corrispondenza della diga (Lotto 2):

- a valle della diga: Lotto A;
- a monte della diga: Lotto B;
- galleria by pass: Lotto C.

## 2 PROGETTO ED ELENCO LAVORI

Si riporta di seguito uno stralcio della “Relazione tecnica illustrativa” del lotto 1 - elaborato GRE.OEM.R.90.IT.H.49039.09.124.00.

### 1. Premessa

Gli interventi oggetto della progettazione esecutiva realizzano la soluzione individuata a livello di progettazione definitiva per conseguire la sicurezza idraulica dello sbarramento. La soluzione concepita non modifica la capacità di scarico degli organi di cui la diga dispone, consentendo in tal modo di non alterare le portate scaricate nell'alveo naturale del torrente Vinchiana, bensì consiste nello sfruttare la potenziale capacità di scarico disponibile in centrale, tramite l'installazione di una nuova valvola dissipatrice e l'utilizzo di opere idrauliche esistenti.

Le opere oggetto di progettazione possono essere suddivise in due macro-aree:

- **Lotto 1 - Lavori nella centrale di Vinchiana – non oggetto del presente appalto** –  
All'interno della centrale idroelettrica sarà installata una nuova valvola sferica e una nuova valvola dissipatrice a getto conico di tipo Howell-Bunger (fixed cone valve), verticale con sbocco sommerso, avente la funzione di scaricare nel canale inferiore della centrale e da qui nel fiume Serchio, il deficit di portata non esitabile dallo sbarramento di Vinchiana, e di dissiparne il carico idraulico prima della restituzione. Il nuovo dispositivo costituirà un organo di scarico supplementare dello sbarramento per garantirne la sicurezza idraulica. Si specifica che il dimensionamento costruttivo del sistema considererà la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, corrispondente ad una piena con tempo di ritorno pari a 500 anni.  
La valvola sarà alloggiata nel pozzo che fu previsto per la sede del quarto gruppo di produzione che non fu mai installato. La realizzazione del nuovo dispositivo di scarico ed il suo allacciamento alle opere esistenti comporteranno l'approfondimento del pozzo esistente, la costruzione di una camera di dissipazione e di una galleria di raccordo tra il pozzo ed il canale di scarico inferiore della centrale, nonché la predisposizione delle tubazioni di raccordo ed intercettazione tra la valvola Howell-Bunger e la condotta forzata.
- **Lotto 2 - Lavori nella zona della diga** – sono suddivisi in:
  - *Lavori a valle della diga*: consistono sostanzialmente nella realizzazione di un nuovo sistema di vasche in c.a. a valle dello scarico di superficie e dello sbocco della galleria di by-pass, delle relative opere di sostegno (paratie di micropali), della nuova passerella metallica per la manutenzione e del consolidamento del muro di sostegno esistente della strada di Brancoli;
  - *Lavori a monte della diga*: si prevede la realizzazione di un nuovo sistema di movimentazione oleodinamica della paratoia a ventola esistente che regola lo scarico di superficie, della barriera frangionde sul coronamento della diga per l'adeguamento del franco netto, la manutenzione del paramento di monte e del contatto con le travi coprigiunto, il ripristino dei dispositivi di tenuta della paratoia di intercettazione dello scarico di fondo;
  - *Lavori a monte dell'imbocco della galleria di by-pass*: consistono nella realizzazione di un nuovo imbocco della galleria di by-pass e nella sistemazione dell'alveo del torrente Vinchiana nel tratto immediatamente a monte.

Il progetto ed il cronoprogramma dei lavori di miglioramento sono sviluppati nell'ipotesi di suddividere i lavori in due diversi lotti, corrispondenti a due diverse gare d'appalto, la cui collocazione temporale dovrà essere coordinata, al fine di gestire l'esercizio delle opere di sbarramento e garantire le condizioni di sicurezza in caso di eventi di piena.

## 8. Cantierizzazione

Gli interventi all'impianto di Vinchiana si dividono su due anni ed interessano nel 2020 gli interventi alla diga e opere annesse (Lotto 2), mentre nel 2021 sono pianificati gli interventi in centrale (lotto 1 – non oggetto del presente appalto). La scelta di eseguire i lavori su due anni garantisce la sicurezza degli operatori e degli impianti.

Le due aree di cantiere, "cantiere diga" e "cantiere centrale", sono due aree completamente differenti e distanti fra loro.

Il "cantiere diga" è caratterizzato a sua volta dalle seguenti aree di intervento che raggruppano i seguenti lotti:

A valle della diga:

- Messa in sicurezza della parete sottoscarpa con micropali
- Muro di sostegno della strada Brancoli
- Realizzazione di vasche di dissipazione
- Montaggio passerella in acciaio
- Adeguamento della paratoia a ventola
- Postazioni di misura delle perdite

A monte e sulla diga:

- Realizzazione di opere provvisorie, come pista di cantiere
- Realizzazione del frangionda sul coronamento della diga
- Manutenzione del paramento a monte dello sbarramento
- Manutenzione paratoia dello scarico di fondo

Galleria by-pass:

- Modifica dell'imbocco della galleria by-pass, briglia a pettine
- Sistemazione e protezione sponde e alveo

Da qui si deduce facilmente che il grosso delle infrastrutture provvisorie da pianificare interesserà il "cantiere diga" in quanto si necessita di allacciamenti elettrici per movimentare le due gru a torre, allacciamenti idrici per l'impianto di lavaggio delle ruote dei mezzi che si sposteranno dal cantiere per non sporcare la strada comunale (via Pieve di Brancoli) e per attività sia di demolizione che di costruzione, Durante la fase di costruzione delle nuove vasche di dissipazione a valle della diga la strada comunale (via Pieve di Brancoli) sarà interessata da un restringimento della carreggiata. Le aree di installazione a monte e a valle della diga come in centrale sono state identificate nel piano organizzazione del cantiere.

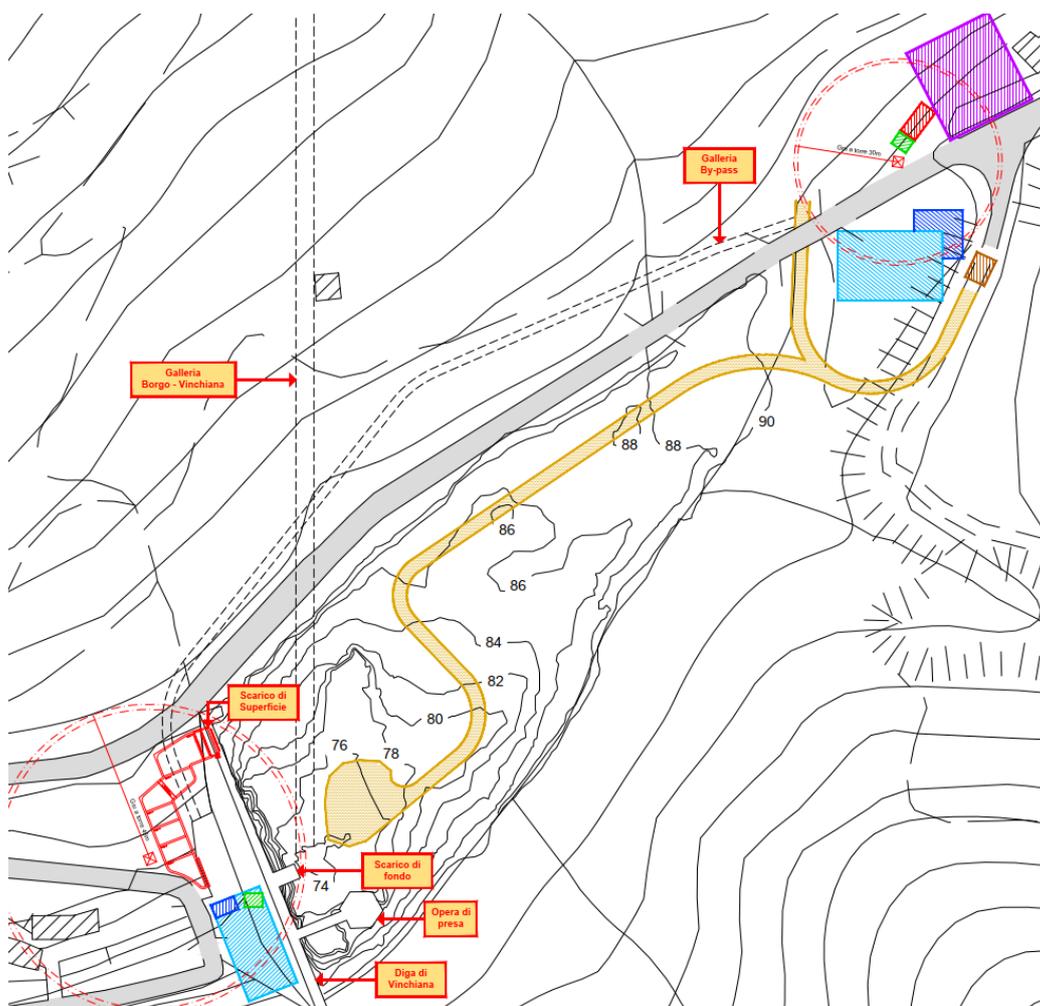
Il documento "E – Organizzazione del cantiere – Relazione descrittiva" approfondisce tutte le tematiche inerenti a:

- Installazioni provvisorie e di cantiere
- Sbarramenti acque provvisori
- Segnaletica di cantiere
- Stoccaggio temporaneo dei materiali
- Pista di cantiere
- Gru a torre
- Ponteggi
- Impianto di lavaggio ruote mezzi da cantiere
- Impianto di neutralizzazione delle acque
- Restringimento della carreggiata strada adiacente la diga (via Pieve di Brancoli)
- Rischi naturali
- Misure ambientali
- Progetti vicini

- Cronoprogramma
- Coordinamento del cantiere
- Lista delle attrezzature

Sulla base delle considerazioni espone nel documento “E – Organizzazione del cantiere – Relazione descrittiva” sono state identificate le aree di stoccaggio dei materiali, le aree per container, per gli uffici, per gli attrezzi e per il personale, come le aree per i bagni chimici e per i parcheggi, come pure ponteggi e piste di cantiere.

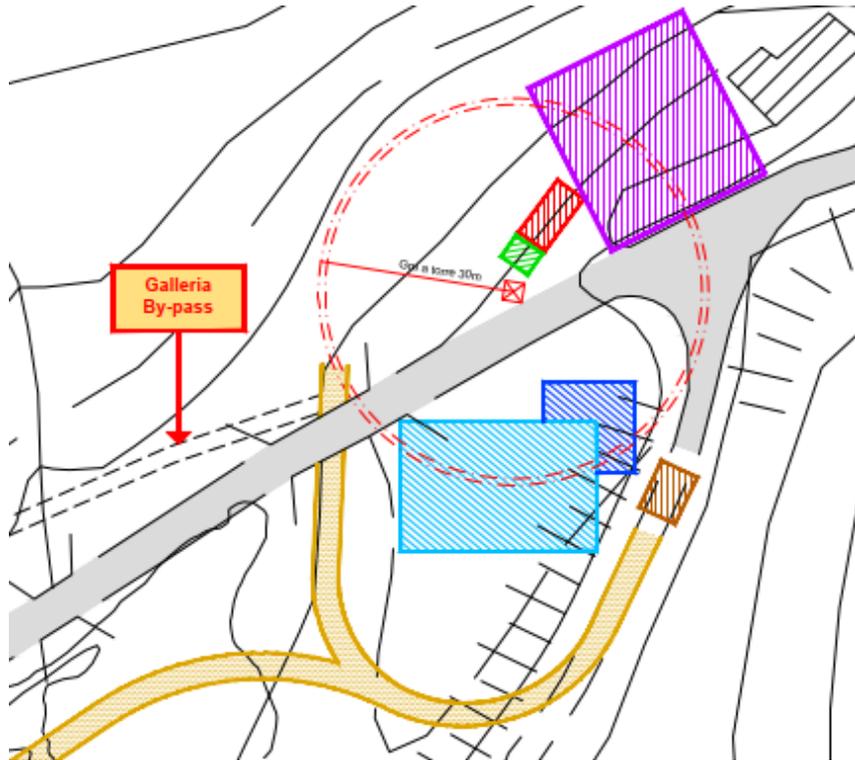
Queste sono state visualizzate su disegni esecutivi di seguito illustrati.



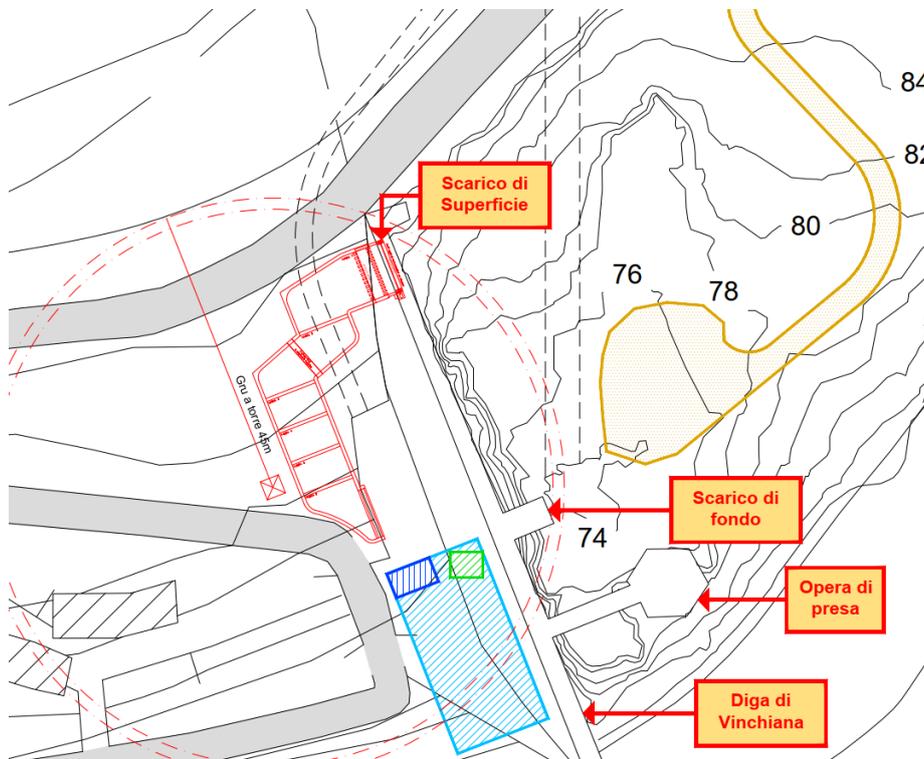
**LEGENDA:**

- Uffici/ per consultazione piani/ documenti
- Baracca di cantiere
- Posteggi per cantiere
- Deposito provvisorio materiali
- Pista di cantiere
- Bagno chimico
- Impianto lavaggio ruote (per mezzi di cantiere)

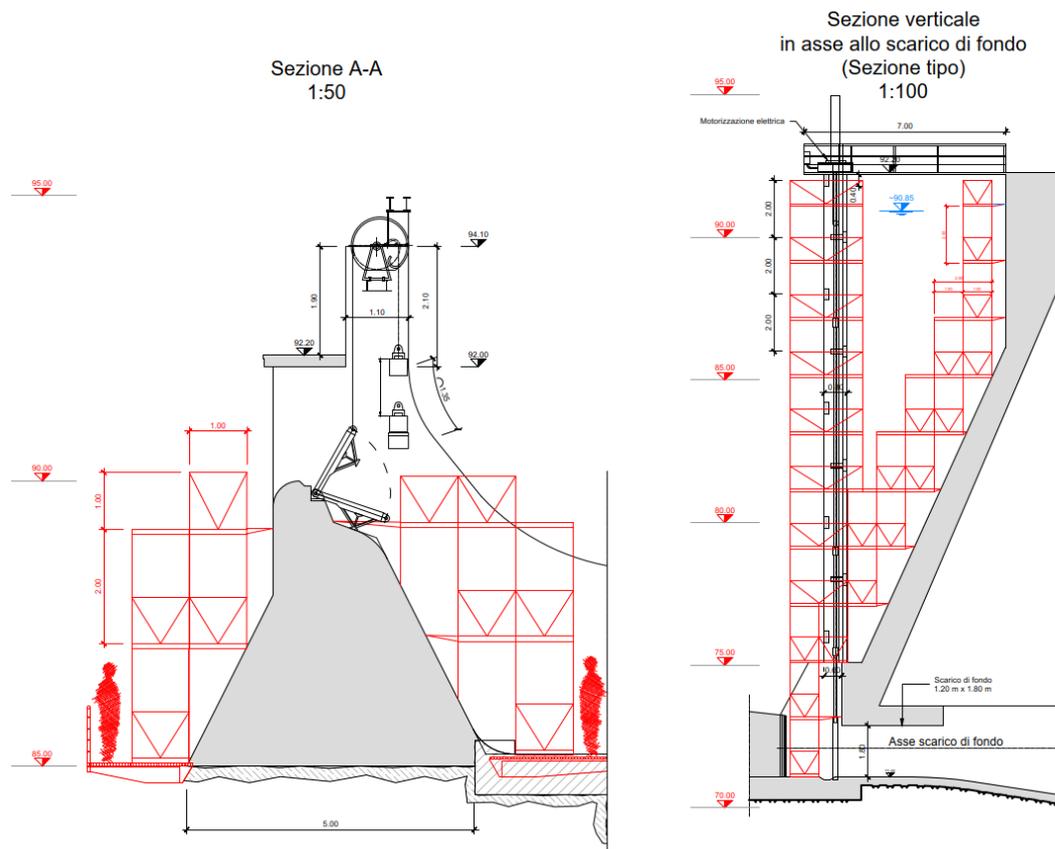
**Figura 8.1:** vista d'insieme del “cantiere diga”



**Figura 8.2:** vista d'insieme del "cantiere diga" in zona dell'imbocco della galleria by-pass.



**Figura 8.3:** vista d'insieme del "cantiere diga" a monte e a valle dello sbarramento.



**Figura 8.4:** dettaglio rappresentativo dei ponteggi in zona della paratoia a ventola (figura di sinistra) e dello scarico di fondo (figura di destra). Per i lavori di manutenzione sul paramento di monte relativi alle nove travi coprigiunto, si utilizzeranno le indicazioni della parte inclinata e ancorata sullo sbarramento del ponteggio dello scarico di fondo.

## 9. Cronoprogramma e coordinamento con il lotto 1

L'esecuzione dei lavori di miglioramento saranno svolti in due lotti distinti in modo tale che, durante le attività al sito diga (Lotto 2), siano disponibili i gruppi di centrale per l'esitazione di un'eventuale piena. In questo modo saranno ridotte le interferenze dovute ad una eventuale piena con le attività in corso nel cantiere a valle diga.

Tutte queste attività sono state sviluppate in dettaglio ed integrate in un cronoprogramma, che tiene conto delle sinergie tra i vari lotti, dell'abbassamento dell'invaso e del mantenimento del livello del lago alla quota 89.50 m s.l.m. e dello svaso totale.

Le attività ipotizzate sono qui di seguito suddivise ed elencate:

### 2020 – Lotto 2 - “cantiere diga” – da inizio marzo a fine ottobre 2020

Gli interventi si dividono in tre differenti zone rispettivamente a monte del bacino, a valle della diga e a monte della diga.

Per permettere l'esecuzione dei lavori il livello del lago verrà mantenuto a quota 89.50 m s.l.m. da fine febbraio a metà giugno 2020 e successivamente verrà eseguito lo svaso da metà giugno a metà ottobre 2020. In questo periodo di tempo verranno eseguiti i seguenti interventi:

- **a monte del bacino** - da inizio marzo a fine giugno 2020 - si prevedono le seguenti attività:
  - Sbarramento provvisorio (imbocco galleria by-pass)

- Realizzazione nuovo imbocco della galleria di by-pass
- Esecuzione briglia a pettine
- Esecuzione delle mantellate dell'alveo
  
- **a monte della diga** - da fine maggio a fine settembre 2020 - si prevedono le seguenti attività:
  - Opere provvisorie per installazione cantieri
    - *realizzazione pista di cantiere nell'alveo*
    - *ponteggio a monte diga*
    - *preparazione per allacciamenti*
  - Adeguamento paratoia a ventola
  - Realizzazione barriera frangionda (coronamento diga)
  - Manutenzione travi coprigiunto
  - Manutenzione paratoia scarico di fondo
  
- **a valle della diga** - da inizio marzo a fine ottobre 2020 - si prevedono le seguenti attività:
  - Opere provvisorie per installazione cantieri
  - *Consolidamento del muro esistente di sostegno della strada Brancoli*
    - *I quale richiedono una "parzializzazione" del traffico sulla strada Brancoli, cioè una riduzione della carreggiata stradale per un periodo approssimativo di 35 giorni lavorativi.*
  - Realizzazione della paratia di micropali
    - intervenendo in successione partendo dalla vasca nr. 1 (vasca a valle della paratoia a ventola) alla vasca nr. 2 (vasca a scendere)
  - Realizzazione delle vasche in c.a.
    - Partendo con l'esecuzione delle vasche a valle, salendo verso monte. Quindi verranno realizzate nella prima fase le vasche nr. 6 – 5 – 4, nella seconda fase la vasca nr. 3 e come ultima fase esecutiva verranno realizzate le vasche nr. 1 e 2 a valle della paratoia a ventola.
    - Adeguamento delle postazioni di misura
  - Realizzazione delle 3 vasche di dissipazione a valle della galleria by-pass.
    - I 3 gradoni esistenti verranno demoliti e ricostruiti.  
Quest'intervento sarà svolto da inizio marzo fino a fine maggio in sinergia con la realizzazione del nuovo imbocco alla galleria di by-pass.  
In questo modo si ha la possibilità di usufruire della galleria by-pass per la gestione delle piene durante il periodo di svasso totale, previsto da fine giugno a metà ottobre 2020.
  - Montaggio nuova passerelle in acciaio (sopra la vasca nr. 2) e passerelle esistenti (precedentemente smontate)

### **2021 – Lotto 1 - "cantiere centrale" – da fine gennaio 2021 a metà dicembre 2021 – lavori non oggetto del presente appalto**

Gli interventi sono tutti concentrati nella centrale di Vinchiana e si dividono in opere di genio civile, di carpenteria metallica e di opere idromeccaniche.

La messa in sicurezza delle opere, degli impianti e del personale durante i lavori in centrale è affidata a dei fuori servizi programmati. Si andrà quindi ad intervenire sulla paratoia di testa della condotta forzata a monte della centrale per permettere:

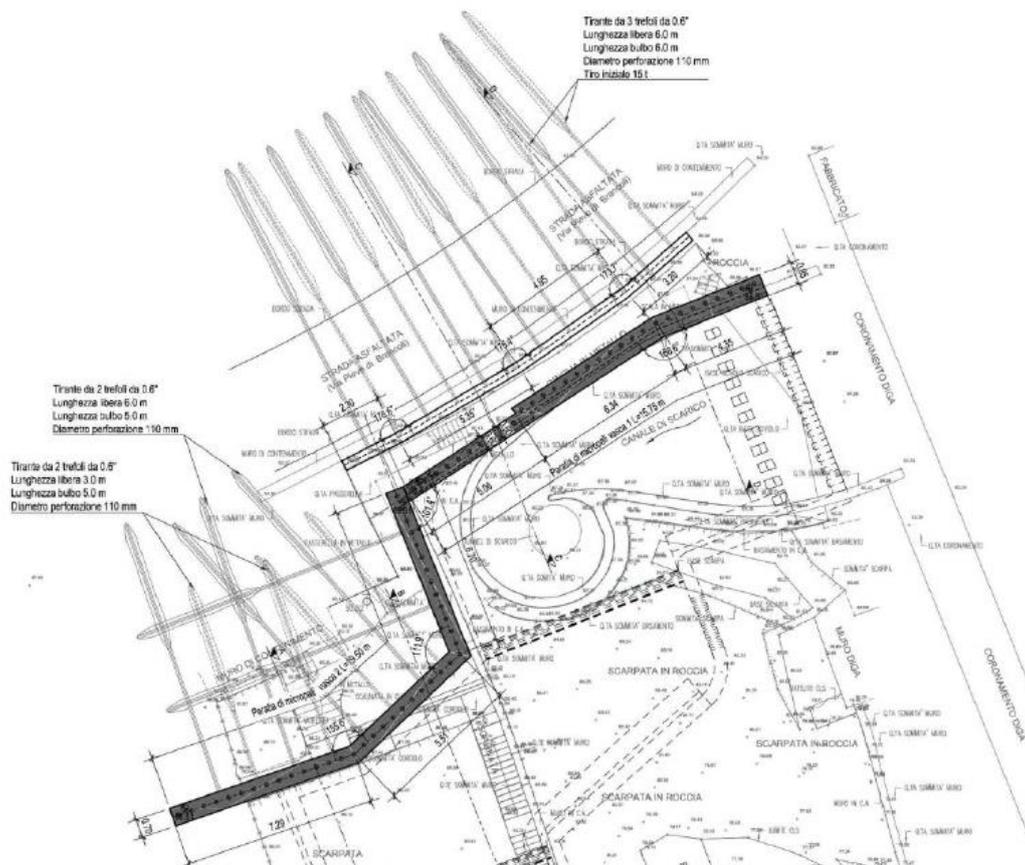
- la realizzazione del canale di raccordo dell'impianto di dissipazione con il canale di scarico,
- lo smontaggio del coperchio bombato del distributore e la posa della valvola sferica,
- la posa e rimozione dei panconi provvisori alla fine del canale di raccordo (verso il canale di scarico).

## LAVORI A VALLE DELLA DIGA

### 5. Opere a valle della diga

#### 5.1 Paratia in micropali

La paratia di micropali viene realizzata al fine di permettere lo scavo per la costruzione delle nuove vasche costituenti lo scarico di superficie; planimetricamente viene posizionata a valle del muro di sostegno esistente della strada Brancoli, in posizione adiacente alle vasche 1 e 2 in progetto.



**Figura 5.1:** stralcio planimetrico della paratia di micropali

La paratia è costituita da micropali di lunghezza complessiva 8.0 e 9.0 m, posti in opera con un interasse di 50 cm, con armatura tubolare in acciaio tipo S355 di diametro  $\Phi 139.7$  mm e spessore 10 mm, diametro di perforazione  $\Phi 200$  mm, vincolata in testa da un cordolo in c.a. di sezione 50x75 cm. Tale paratia viene intirantata da due ordini di tiranti, costituiti da n°2 trefoli da 0.6", una lunghezza libera di 3.0 m e 6.0 m ed un bulbo di diametro  $\Phi 110$  mm e lunghezza 5.0 m, con un interasse in pianta di 3.0 m, inclinati di circa  $20^\circ$  sull'orizzontale e vincolati su travi di ripartizione in acciaio 2xUPN 140.

## 5.2 Muro di sostegno della strada Brancoli – Interventi di consolidamento

Il muro di sostegno esistente è stato realizzato contestualmente alla diga di sbarramento nei primi anni '50, per sostenere la strada comunale di Brancoli che, essendo collocata in sponda sinistra in posizione adiacente all'alveo fluviale, doveva essere ricollocata in sponda destra per non interferire con la nuova opera e consentire il collegamento monte-valle dell'opera di sbarramento stessa.

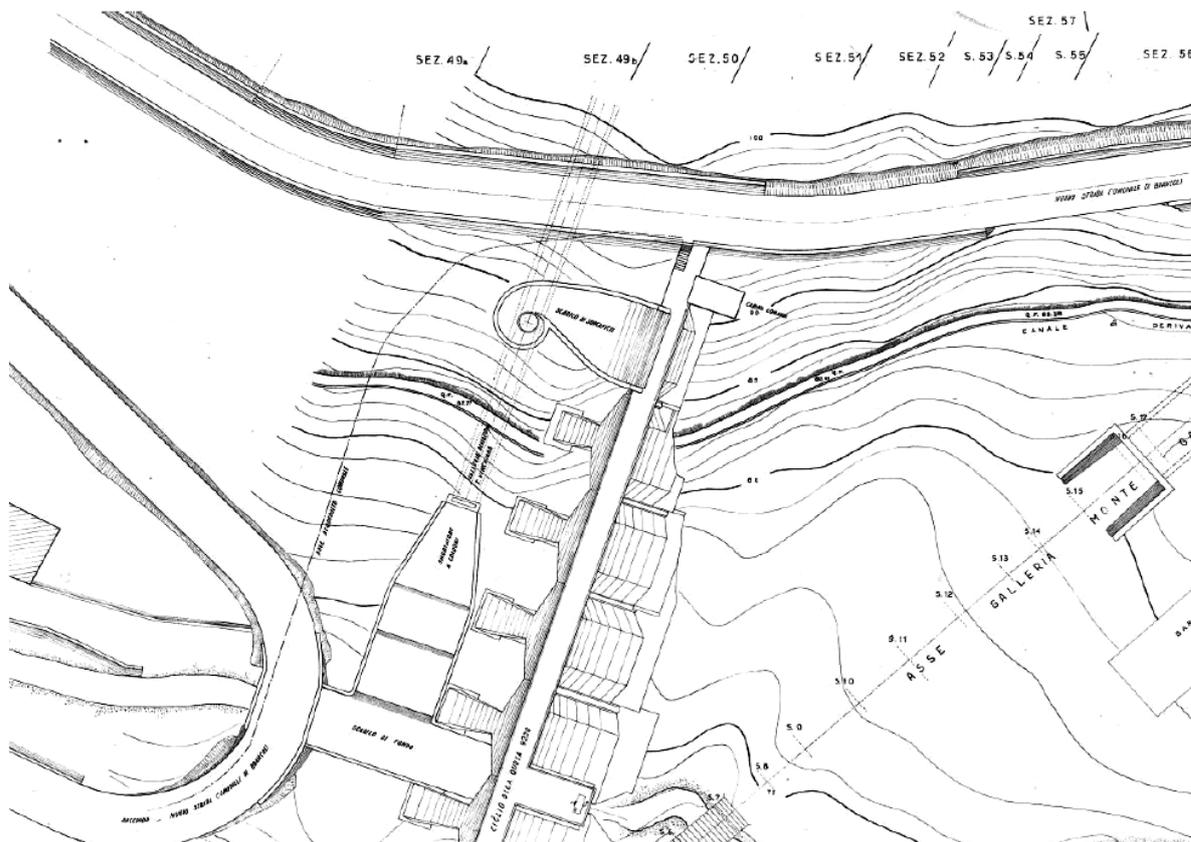


Figura 5.2: stralcio planimetrico del progetto della strada Brancoli

Più in dettaglio l'intervento è descritto nel seguito:

- **Placcaggio ed intrantatura del muro esistente** costituita da due ordini di tiranti posti rispettivamente ad una distanza dalla testa del muro di circa 2.67 m e 4.17 m, costituiti da n°3 trefoli da 0.6", una lunghezza libera di 6.0 m ed un bulbo di diametro  $\Phi 110$  mm e lunghezza 6.0 m, con un interasse in pianta di 2.5 m, inclinati di circa  $20^\circ$  sull'orizzontale, con un pre-carico da 150 kN e vincolati su graticcio di travi di ripartizione orizzontali in acciaio 2xUPN 140 (orizzontali) e travi di ripartizione verticali IPE 140 con interasse 1.25 m. Si prevede in seguito di realizzare un rivestimento definitivo in c.a. di spessore 21 cm, collegato con bolzoni  $\Phi 12$  mm e maglia 60x60 cm, ancorati per almeno 20 cm all'interno del muro esistente mediante ancoranti chimici.

## 5.5 Fasi esecutive delle opere a valle della diga

Le opere a valle della diga saranno realizzate con le seguenti macro-fasi esecutive:

**Fase 1** – tale fase è contemporanea ai lavori a monte dell'imbocco di by-pass, durante i quali la galleria di bypass viene messa fuori servizio e le acque del torrente Vinchiana vengono deviate direttamente nell'invaso, limitandone il livello idrico a quota 89.50 m s.l.m.:

- Consolidamento del muro esistente di sostegno della strada Brancoli:
  - Preparazione dell'area di cantiere e parzializzazione del traffico sulla strada Brancoli;
  - Rimozione delle scale metalliche, passerelle, griglie esistenti adiacenti alla vasca 1 e all'area di parcheggio esistente;
  - Scavi e realizzazione dei tiranti, con posa in opera del graticcio di travi metalliche;
- Vasca 1 - Realizzazione micropali;
- Lavori di realizzazione delle vasche in c.a. a valle della galleria di by-pass;

**Fase 2** – tale fase è contemporanea ai lavori sul paramento di monte della diga, durante i quali è previsto lo svaso totale:

- Realizzazione dei micropali della vasca 2;
- Nuove vasche 4-5-6: demolizioni, scavi, armatura e getto;
- Nuova vasca 3: demolizioni, scavi, armatura e getto;
- Nuove vasche 2 e 1: demolizioni, scavi, armatura e getto;
- Realizzazione del muro in c.a. e del rivestimento in pietra del muro di sostegno della strada di Brancoli.

Si precisa che la sola realizzazione delle nuove vasche 1 e 2 necessita lo svaso totale, mentre per tutte le altre attività, in caso di necessità, lo scarico di superficie può essere utilizzabile sfruttando l'attuale vasca a chiocciola e il relativo scarico nella galleria di by-pass.

**Fase 3** – Opere di completamento e di finitura:

- Realizzazione della passerella in acciaio e posa delle lastre in PMMA tipo plexiglass;
- Sistemazione delle aree di cantiere.





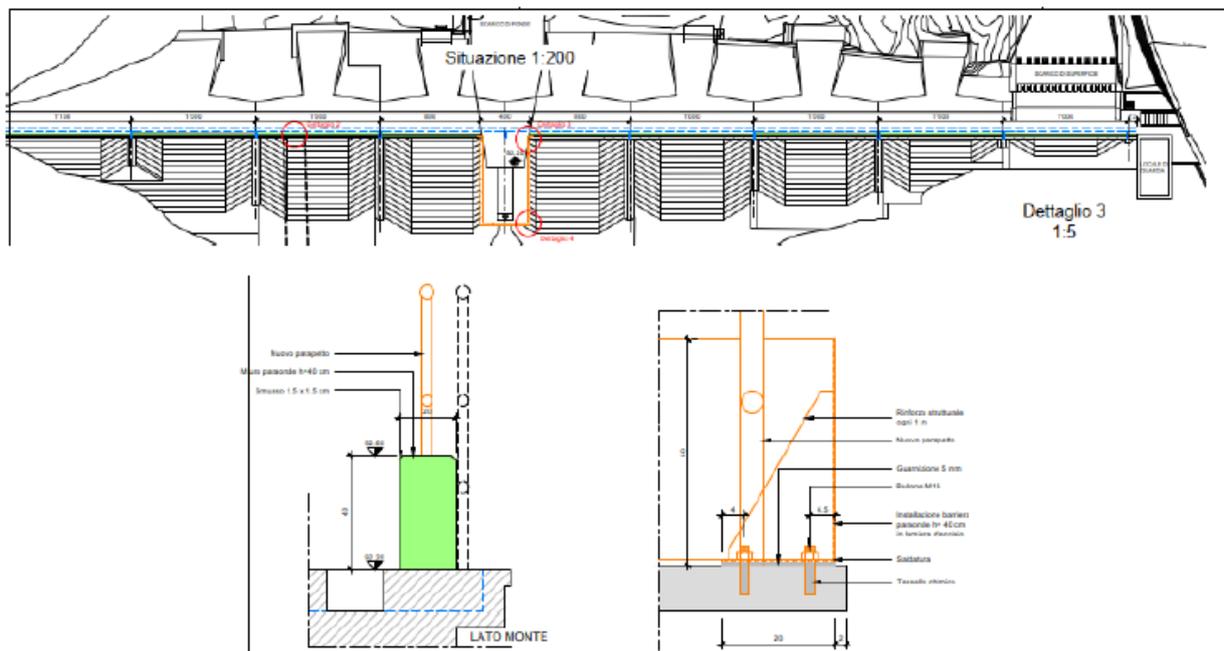


## LAVORI A MONTE DELLA DIGA

### 6. Interventi a monte della diga

#### 6.1 Barriera frangionde

Il calcolo idraulico ha mostrato che il franco netto attuale è insufficiente, ai sensi delle NTD2014, e il coronamento della diga dovrà essere innalzato di 40 cm. Si prevede di realizzare una barriera frangionde predisponendo lungo il lato di monte del coronamento un muretto di calcestruzzo armato con un'altezza di 40 cm. Il muretto viene interrotto nella zona di accesso alla zona di manovra della paratoia dello scarico di fondo. Lungo il bordo della piattaforma della zona di manovra dello scarico di fondo si prevede, invece, di realizzare la barriera frangionde mediante una lamiera di acciaio inox avente un'altezza anch'essa di 40 cm. Tale scelta progettuale è dovuta allo spessore della soletta della piattaforma della zona di manovra, insufficiente a riprendere il peso del muretto e permettere il collegamento strutturale con la stessa.



**Figura 6.1:** muro frangionde lungo il coronamento della diga (sopra situazione e sotto la sezione e il dettaglio di fissaggio)



## LAVORI NELLA ZONA DI IMBOCCO DEL BY-PASS

### 7. Interventi ed opere nella zona di imbocco del by-pass

#### 7.1 Imbocco del by-pass

La nuova costruzione dell'imbocco della galleria di by-pass è costituita interamente in calcestruzzo armato e la quota superiore del manufatto corrisponde circa alla quota millenaria dell'acqua a monte del ponticello della strada comunale di Brancoli.

La sua forma idrodinamica è stata scelta in modo da permettere un corretto afflusso dell'acqua all'interno della galleria, quando la quota dell'acqua raggiunge la quota del manufatto. Per garantire un deflusso a pelo libero dell'acqua all'interno della galleria è presente un tubo aeroforo di diametro pari a circa 300 mm in acciaio zincato a caldo.



Figura 7.1: situazione esistente con paratoia e assonometria del nuovo manufatto di imbocco

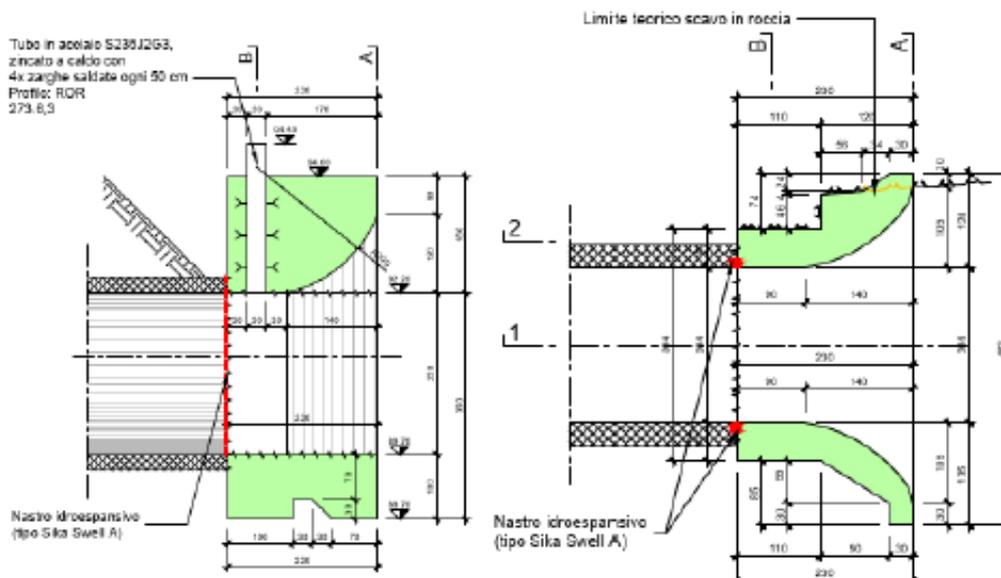


Figura 7.2: sezione verticale e orizzontale nel nuovo manufatto



### 3 RICETTORI PIU' ESPOSTI

I ricettori più esposti sono le abitazioni a valle della diga.

Infatti i lavori più impattanti sia dal punto di vista acustico che vibrazionale avverranno a valle della diga per cui ci sarà necessità di prendere provvedimenti per limitare il disagio agli abitanti che vi abitano.

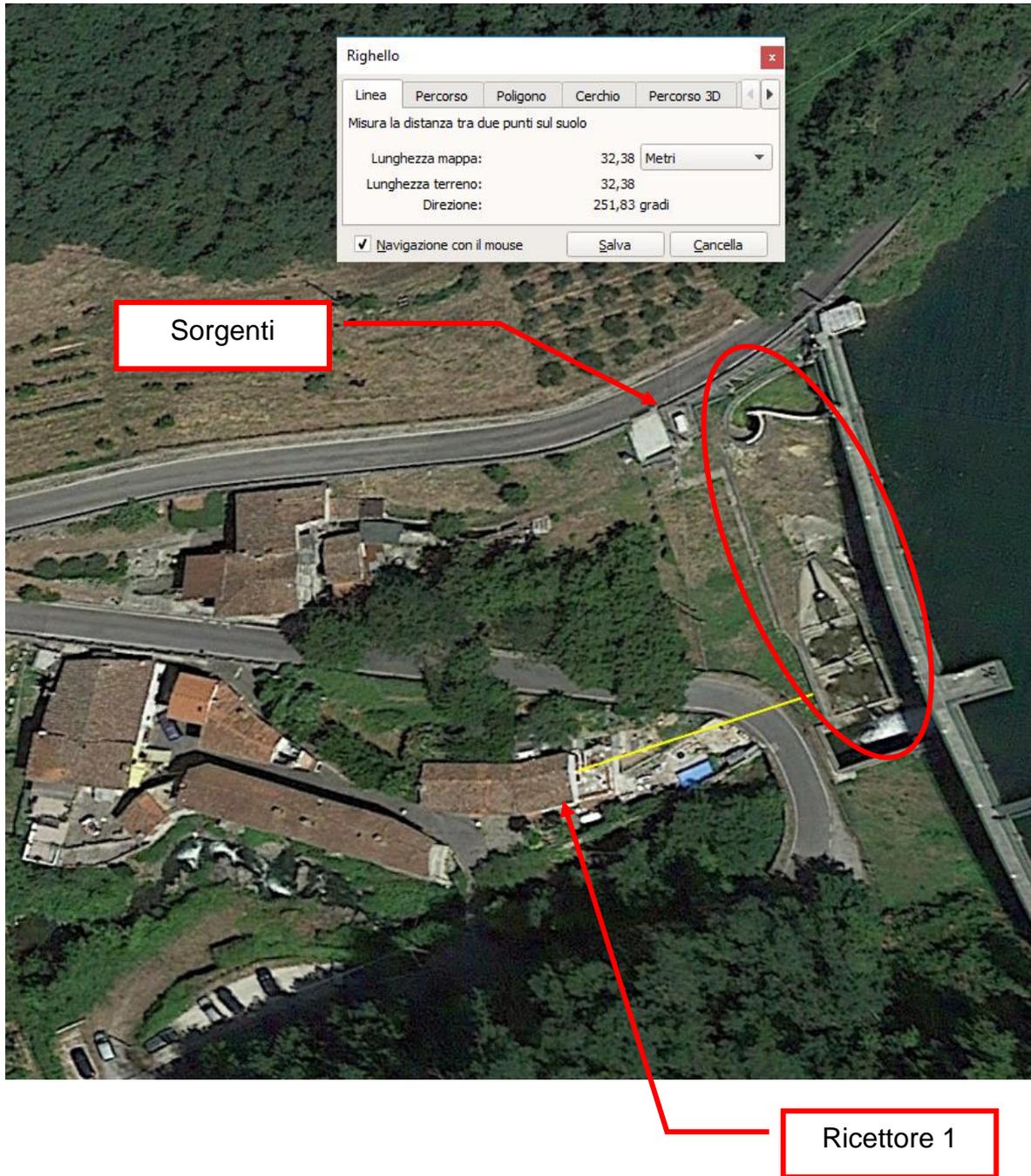
Si riportano le ubicazioni dei ricettori più esposti che denomineremo Ricettore 1 e Ricettore 2.

Ovviamente gli interventi per mitigare i ricettori più esposti, riduce anche l'esposizione a tutti gli altri ricettori.

Non si rilevano criticità acustiche e vibrazionali per tutti gli altri lavori.

## 1.1 RICETTORE 1

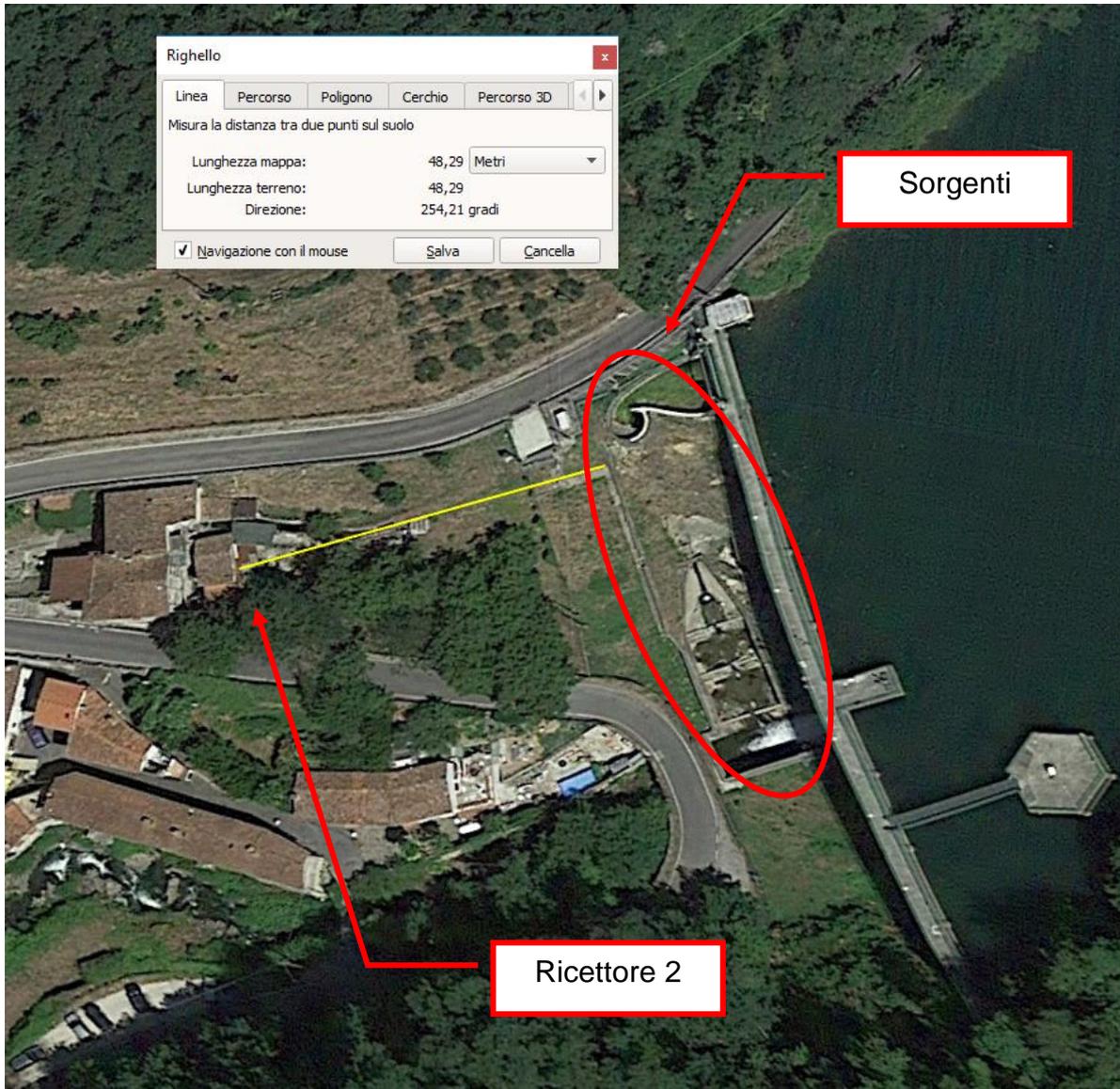
Il ricettore 1 è distante circa 32 metri dai mezzi d'opera che lavoreranno a valle della diga.





## 1.2 RICETTORE 2

Il ricettore 2 è distante circa 48 metri dai mezzi d'opera che lavoreranno a valle della diga..



## 4 STUDIO DELLA RUMOROSITA'

### 1.3 QUADRO NORMATIVO

La legislazione vigente in materia di acustica ambientale:

- Legge n. 447 del 26.10.1995 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14.11.1997 “Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore”;
- D.M.A. 16.03.1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”;
- Legge Regionale 89 del 1.12.1998 Norme in materia di inquinamento acustico;
- DPR 459/1998 - Regolamento recante norme di esecuzione dell’art. 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario;
- DPR 142/2004 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante da traffico autoveicolare, a norma dell’art. 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447;
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n.857 del 21.10.2013 “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art.12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98;
- Decreto Presidente Giunta Regionale Toscana 8 gennaio 2014, n. 2/R Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell’articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico).

---

**UNI 11728/2018**

---

Di racconti sui cantieri molesti e delle lamentele sui rumori, ne è piena la storia. Difatti non è facile eseguire le attività giornaliere da chi occupa gli edifici limitrofi all'area cantiere ed è chiamato a tollerare il fastidioso frastuono proveniente dalle lavorazioni edili. Il cantiere rappresenta una sorgente di rumore che non solo interessa chi ci lavora e svolge le attività ad esso connesse ma anche e soprattutto gli utenti delle aree circostanti. Con l'entrata in vigore della nuova UNI, l'obiettivo è quello di tutelare il comfort acustico previa l'adozione di metodi e procedure atti a garantire la riduzione al minimo e/o l'eliminazione del disturbo.

Le commissioni tecniche Acustica e vibrazioni e Gestione del rumore in ambito urbano hanno varato la nuova norma UNI 11728:2018 che fornisce indicazioni per definire gli obblighi di conformità in carico all'appaltatore da parte del committente, al fine di garantire una gestione corretta e soddisfacente dell'impatto acustico del cantiere.

Le finalità per le quali il committente richiede una gestione dell'impatto acustico possono essere diverse e non necessariamente tutte sovrapponibili.

Ad esempio:

- per evitare lamentele da parte dei ricettori;
- per contenere le proteste affinché queste non interferiscano negativamente con i lavori del cantiere;
- per garantire una buona reputazione nei confronti del pubblico;
- per garantire il rispetto della legislazione vigente.

## 1.4 D.G.R.T. 857 DEL 21.10.2013

62

30.10.2013 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 44

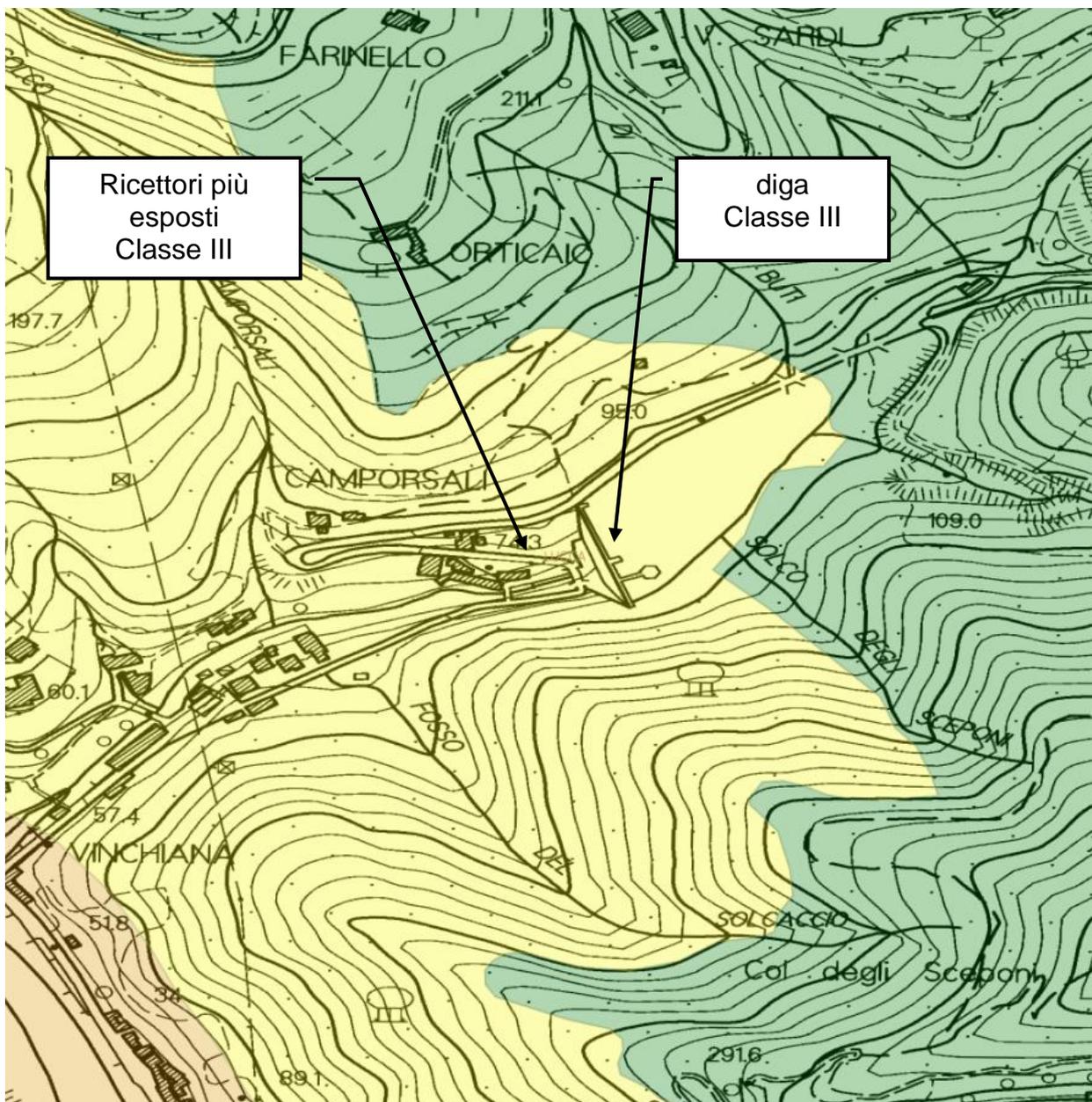
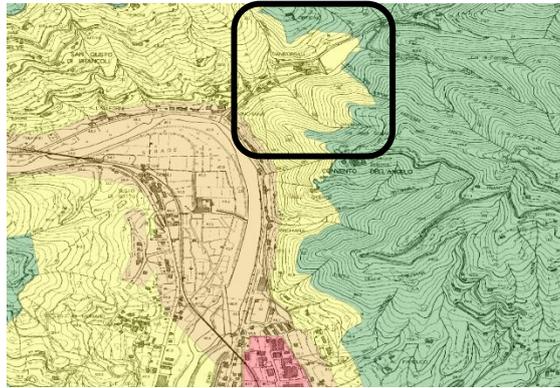
### ALLEGATO A1: Acustica – valutazione di impatto acustico (VIAC)

#### Allegato 1

In allegato alla domanda del proponente resa come dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà dovrà essere presentata una relazione tecnica che potrà essere articolata tenendo conto dei seguenti paragrafi (colonna PAR) e delle indicazioni contenute nel presente schema. La relazione dovrà essere sottoscritta dal tecnico competente in acustica ambientale ai sensi dell'art. 16 della LR 89/98.

PAR.	DOCUMENTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO – RELAZIONE TECNICA
	<b>PREMESSA E QUADRO NORMATIVO (FACOLTATIVO)</b>
1	<b>DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ</b> Tipologia di attività; numero di addetti; breve descrizione del ciclo produttivo e di tutta l'attività che si svolge nell'area di pertinenza, con articolazione dell'orario relativo alle varie fasi di esercizio e degli orari di funzionamento di macchinari/impianti; scenari di utilizzo dei macchinari.
2	<b>INQUADRAMENTO URBANISTICO</b> Inquadramento urbanistico con indicazione della classe acustica del territorio dove è ubicata la sorgente e dove si trovano i ricettori potenzialmente più critici ai fini del rispetto dei limiti. In particolare per le sorgenti interne dovrà essere dichiarato espressamente il collegamento strutturale con l'edificio che le contiene e se allo stesso appartengono altri ricettori potenzialmente disturbati.
3	<b>VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO</b> precisare se la valutazione è stata effettuata attraverso calcoli ovvero attraverso misure in opera. In entrambi i casi si dovrà operare cautelativamente in modo tale da garantire la rappresentatività delle condizioni di esercizio peggiori, in termini di rumore presso i ricettori individuati. Dovranno essere indicate le condizioni operative di normale lavoro della ditta se influenti sull'impatto acustico (finestre, portelloni ... aperti o chiusi, nel caso di pubblici esercizi e/o attività ricreative/sportive capienza del locale/dell'attività, flussi di traffico indotto previsti, capienza parcheggi...)
3.1	Nel caso vengano impiegati algoritmi di calcolo per la propagazione del campo sonoro, al fine di valutare i livelli sonori attesi presso i ricettori dovrà essere indicato per ciascuna sorgente individuata o per l'intera attività (a seconda della modellizzazione della sorgente adottata): - i dati di input adottati e la fonte di tali dati - gli algoritmi utilizzati - gli scenari di utilizzo dei macchinari - i livelli attesi ai ricettori <i>(ovvero precisare che non sono state utilizzate stime ma misure in opera)</i>
3.2	Nel caso di misure in opera deve essere riportata una tabella riassuntiva delle misure svolte specificando i seguenti campi: - livello sonoro di rumore ambientale e residuo per la conformità del criterio differenziale - livello di emissione e di immissione riferiti rispettivamente ai tempi $T_M$ e $T_R$ di cui al D.M. 16/03/98, classe acustica di appartenenza, limiti ammessi - punto di misura, con riferimento alle planimetrie; quota da terra del punto di misura o piano dell'edificio per misure in ambiente abitativo; - condizioni di misura che potrebbero influenzare l'emissione sonora verso l'ambiente esterno e abitativo (finestre, portelloni aperti o chiusi, presenza di persone all'interno di locali...) - per utilizzi discontinui gli scenari di utilizzo di macchinari/attrezzature (contemporaneità utilizzo macchinari/attrezzature, tempi di utilizzo...) in cui le misure si sono svolte; - orario e durata delle misure Nel caso di misure in opera il dettaglio delle misure eseguite ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97 dovrà essere riportato nell'allegato 7 di presentazione dei risultati secondo le modalità previste dal D.M. 16/03/98
4	<b>CONCLUSIONI</b> - Dichiarazione di rispetto dei limiti; nel caso in cui il rispetto dei limiti sia legato a particolari prescrizioni individuate dal tecnico, andranno espressamente indicate tali condizioni e le soluzioni per garantirne il mantenimento - Dichiarazione di necessità di mitigazioni - Dichiarazione se previste misure di verifica durante l'esercizio

## 1.5 PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA



## 1.6 LIMITI DI RUMORE AI RECETTORI PIU' ESPOSTI

I ricettori più esposti alle attività di cantiere a valle della diga sono posti in classe III con i limiti assoluti seguenti.

---

### LIMITI ASSOLUTI

---

I limiti assoluti previsti dalla classe III sono:

Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art. 2)

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno	notturno
III area di intensa attività umana	55	45

Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art.3)

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno	notturno
III area di intensa attività umana	60	50

- I limiti di emissione sono riferiti ad una sola sorgente disturbante.
- I limiti di immissione sono riferiti a tutte le sorgenti.

Per facciata si intende la misura effettuata dal microfono posto ad 1 metro dalla facciata.

---

## LIMITI DIFFERENZIALI

---

Il DPCM 14.11.1997 prevede che all'interno delle abitazioni (nei locali più esposti) i limiti differenziali siano (sia a finestre aperte che è la condizione più gravosa, che a finestre chiuse):

- nel periodo diurno (ore 6:00-22:00) 5 dB(A)
- nel periodo notturno (ore 22:00-06:00) 3 dB(A)

Inoltre che il DPCM 14.11.1997 prevede che il criterio differenziale non si applica se nel periodo diurno:

- a finestre aperte il Livello di immissione non supera i 50 dB(A)
- a finestre chiuse il Livello di immissione non supera i 35 dB(A)

---

### 1.7 AUTORIZZAZIONI IN DEROGA IN FORMA SEMPLIFICATA

Allegato 4 Indirizzi per il rilascio delle autorizzazioni comunali in deroga ai limiti acustici

#### 4.2 Rilascio delle autorizzazioni in deroga in forma semplificata

I comuni possono prevedere forme semplificate per il rilascio delle autorizzazioni in deroga di cui all'articolo 16 del presente regolamento nei seguenti casi:

a) Cantieri edili, stradali o assimilabili ubicati in aree di classe III, IV, V e V I7 e non in prossimità di scuole, ospedali, case di cura e di riposo, nel rispetto delle seguenti condizioni:

1. orario dei lavori: l'uso dei macchinari rumorosi ed in genere l'esecuzione di lavori rumorosi, si svolge in una fascia oraria compresa tra le ore otto e le ore diciannove, con possibilità per il comune di ridurre tale fascia oraria distinguendo tra periodo invernale ed estivo.

2. limiti:

- 70 dB(A);

- 65 dB(A) misurati all'interno delle abitazioni nel caso di ristrutturazioni interne; nel caso di cantieri stradali il tempo di misura viene esteso a trenta minuti consecutivi.

3. durata dei lavori: massimo venti giorni lavorativi.

4. giorni: tutti i giorni feriali escluso il sabato, fatti salvi casi specifici.

Nel caso di attività di durata superiore a cinque giorni lavorativi, la domanda di autorizzazione indica e contiene:

1. una relazione che attesti la conformità dei macchinari utilizzati rispetto ai requisiti in materia di emissione acustica ambientale stabiliti dal d.lgs. 262/2002, con l'indicazione dei livelli di emissione sonora prodotti;
2. l'elenco di tutti gli accorgimenti tecnici e procedurali da adottare per contenere il disagio della popolazione esposta al rumore;
3. una pianta dettagliata e aggiornata dell'area interessata con l'identificazione degli edifici di civile abitazione potenzialmente esposti al rumore;
4. una relazione redatta da un tecnico competente di cui all'articolo 16 della l.r. 89/1998, da cui si possa desumere, sulla base delle misurazioni effettuate o dell'utilizzo dei modelli matematici previsionali, il rispetto dei limiti sopra indicati in prossimità dei recettori.

## 1.8 CONSIDERAZIONI

**Considerato che i lavori si svolgono nel periodo diurno, i limiti di rumore previsti dalla classe III emessi dall'attività di cantiere sono 45 dBA.**

**Ovviamente tali limiti essendo superati, dovranno essere richieste autorizzazioni in deroga a tali limiti assoluti, visto che i limiti differenziali sono rispettati.**

## 1.9 ELENCO TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA

**ELENCO REGIONALE-D.D.G.R. DEL 19.11.1997**

**REGIONE TOSCANA**  
Giunta Regionale

Dipartimento delle Politiche  
Territoriali e Ambientali  
AREA  
QUALITÀ DELL'ARIA, INDUSTRIE A RISCHIO ED  
INQUINAMENTO ACUSTICO  
VIA DI NOVOLI 53/M - 50127 FIRENZE - TEL. 055/432111

Prot. n. *104/27302/15*  
da cui è stata depositata

Data *19 NOV. 1997*

Allegati

Risposta al foglio del

n.

Oggetto: Elenco tecnico competente in acustica ambientale - decreto dirigenziale n. 6893 del 12/11/1997.

REGISTRATA P. 3

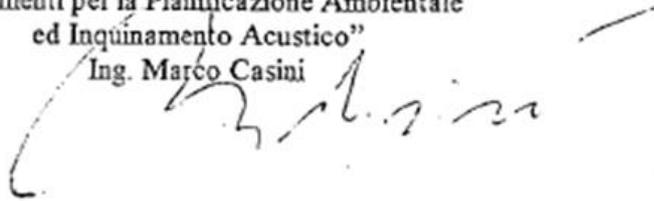
Al Sig. Stefano Frosini  
Via Cipriani, n. 13  
57023 CECINA (LI)

Si comunica che a seguito della domanda per l'esercizio della funzione di tecnico competente in acustica ambientale ai sensi dell'art. 2, comma 7 della L. 447 del 26.10.1995 da Lei presentata, con decreto dirigenziale n. 6893 del 12.11.1997 è stato inserito nell'elenco in oggetto.

Si informa ai sensi della L. n. 675 del 31.12.1996 "TUTELA DELLE PERSONE E DI ALTRI SOGGETTI RISPETTO AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI", che il suo nominativo unitamente alla data di nascita ed al comune di residenza sarà pubblicato sul B.U.R.T. come previsto dal decreto dirigenziale n. 3441 del 21.05.1996.

Distinti saluti.

IL RESPONSABILE DELLA U.O.C.  
"strumenti per la Pianificazione Ambientale  
ed Inquinamento Acustico"  
Ing. Marco Casini



---

## ELENCO NAZIONALE DEL 10.12.2018

---



Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / Tecnici Competenti in Acustica

**Numero Iscrizione**

**Elenco Nazionale**

Numero Iscrizione Elenco Nazic

**Regione**

**Cognome**

**Nome**

Cerca

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	Regione	Cognome	Nome	Data pubblicazione in elenco	
7796	TOSCANA	FROSINI	STEFANO	10/12/2018	

## 1.10 STRUMENTAZIONE E CERTIFICATI

Sono state condotte misure fonometriche, per valutare il livello di rumore residuo in corrispondenza di alcune abitazioni vicino alla diga, nei pressi della centrale e dentro alla stessa, i cui risultati si riportano di seguito.

Le misure sono state condotte secondo quanto previsto dal Decreto 16.3.98 con lo strumento tarato da un centro SIT e calibrato prima e dopo le misure riscontrando differenze inferiori a  $\pm 0.5$  dB.

La strumentazione usata è stata:

- N°1 fonometro modello 01dB
- calibratore microfónico Bruel & Kjaer tipo 4231;
- software dB Trait,

Si allega la foto scattata durante la calibrazione dello strumento.

Ed i certificati di taratura del microfono e del calibratore.





**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**

Calibration Centre

**Laboratorio Accreditato di Taratura**

**Sonora Srl**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via del Bersaglieri, 9

Tel 0823-351196 - Fax 0823-1672083

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Metro Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/6968**

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11

Page 1 of 11

- Data di Emissione: 2017/10/18  
*date of issue*

- cliente STI Engineering Service S.r.l.  
*customer*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- destinatario STI Engineering Service S.r.l.  
*addressee*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- richiesta 316/17  
*application*

- in data 2017/10/13  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto Fonometro  
*Item*

- costruttore 01 dB  
*manufacturer*

- modello Solo  
*model*

- matricola 61748  
*serial number*

- data delle misure 2017/10/18  
*date of measurement*

- registro di laboratorio -  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

  
Ing. Ernesto MONACO



**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**  
*Calibration Centre*  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**

**Sonora Srl**  
Servizi di Ingegneria Acustica  
Via dei Bersaglieri, 9  
Tef 0823-351196 - Fax 0823-1872083  
www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N° 185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/6969**  
*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 13  
*Page 1 of 13*

- **Data di Emissione:** 2017/10/18  
*date of issue*

- **cliente** STI Engineering Service S.r.l.  
*customer* Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- **destinatario** STI Engineering Service S.r.l.  
*addressee* Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- **richiesta** 316/17  
*application*

- **in data** 2017/10/13  
*date*

- **Si riferisce a:**  
*Referring to*

- **oggetto** Fonometro  
*item*

- **costruttore** 01 dB  
*manufacturer*

- **modello** Solo  
*model*

- **matricola** 61748  
*serial number*

- **data delle misure** 2017/10/18  
*date of measurements*

- **registro di laboratorio** -  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamento specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*  
  
Ing. Ernesto MONACO



**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**  
*Calibration Centre*  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**

**Sonora Srl**  
Servizi di Ingegneria Acustica  
Via del Bersaglio, 9  
Tel 0823-351196 - Fax 0823-1872083  
www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/6965**

*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 5

Page 1 of 5

- Data di Emissione: 2017/10/18  
*date of issue*

- cliente: STI Engineering Service S.r.l.  
*customer*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- destinatario: STI Engineering Service S.r.l.  
*addressee*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- richiesta: 316/17  
*application*

- in data: 2017/10/13  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto: Calibratore  
*item*

- costruttore: Bruel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello: 4231  
*model*

- matricola: 1883486  
*serial number*

- data delle misure: 2017/10/18  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: -  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

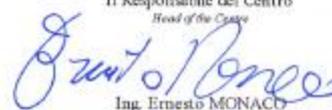
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

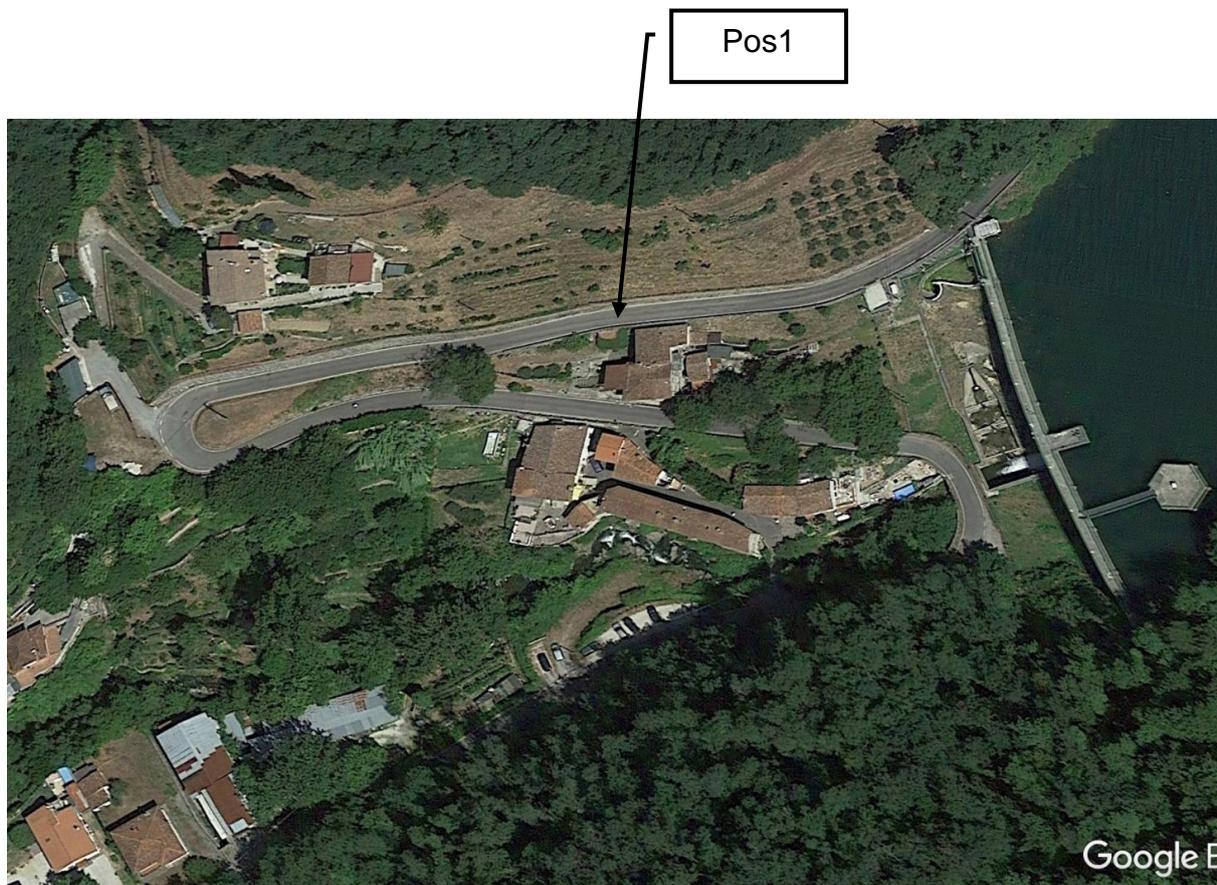
*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

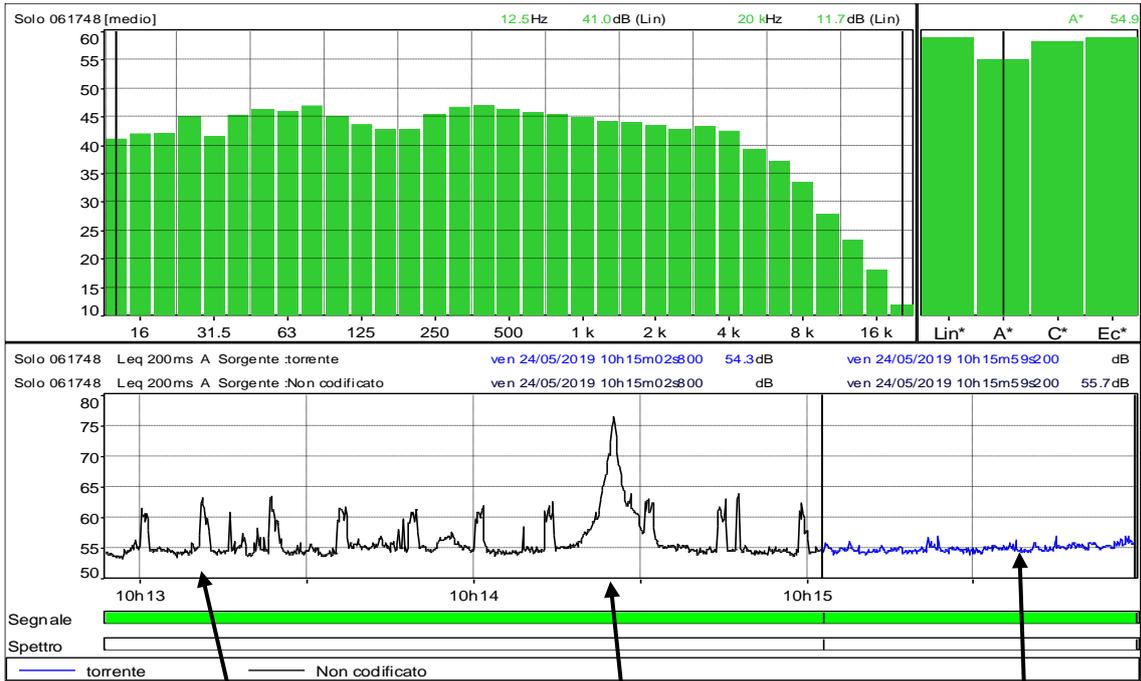
  
Ing. Ernesto MONACO

## 1.11 MISURE

**POSIZIONE 1**



File	misure.CMG			
Ubicazione	Solo 061748			
Tipo dati	Leq			
Pesatura	A			
Inizio	24/05/2019 10:12:53:600			
Fine	24/05/2019 10:15:59:200			
	Leq			
	Sorgente	Lmin	Lmax	L95
Sorgente	dB	dB	dB	dB
POS1 torrente	54,9	53,4	58,3	53,9



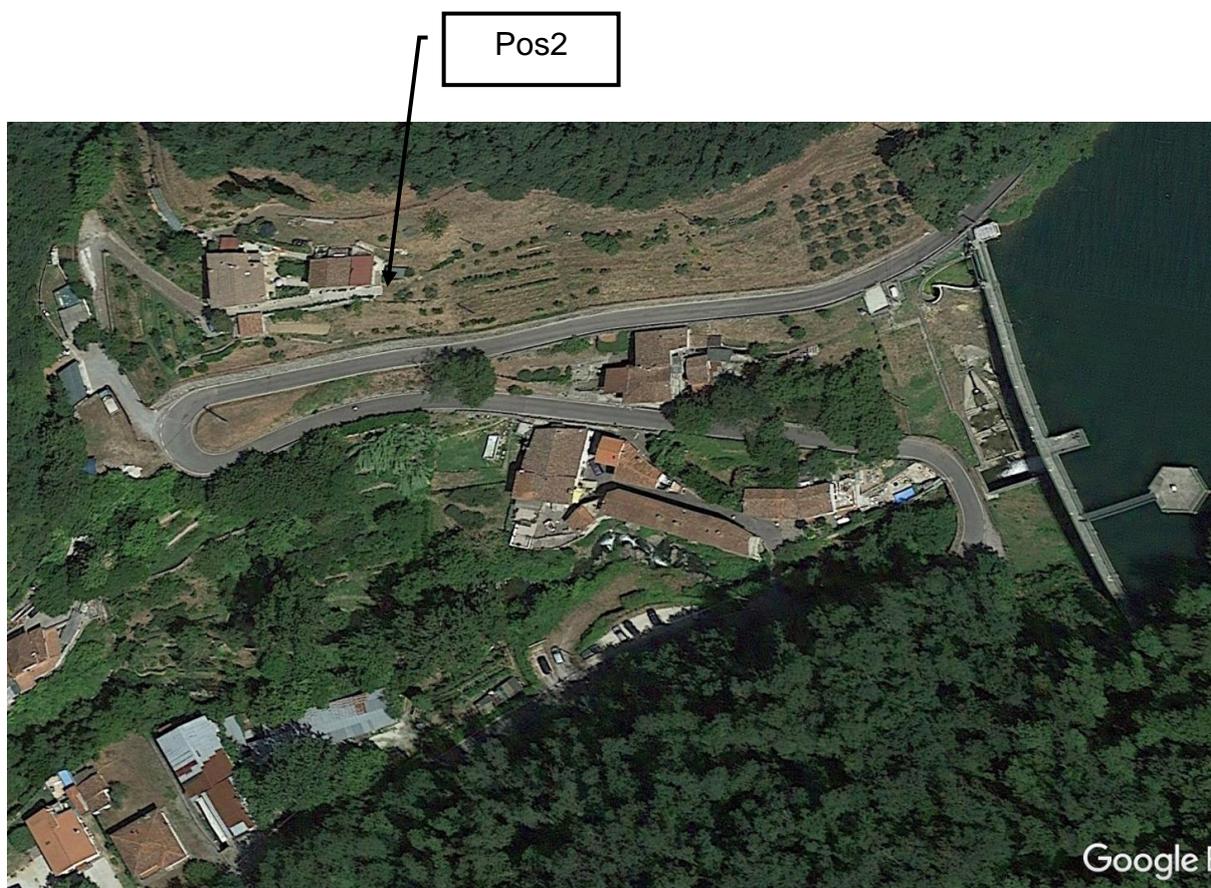
Abbai cani

Transito auto

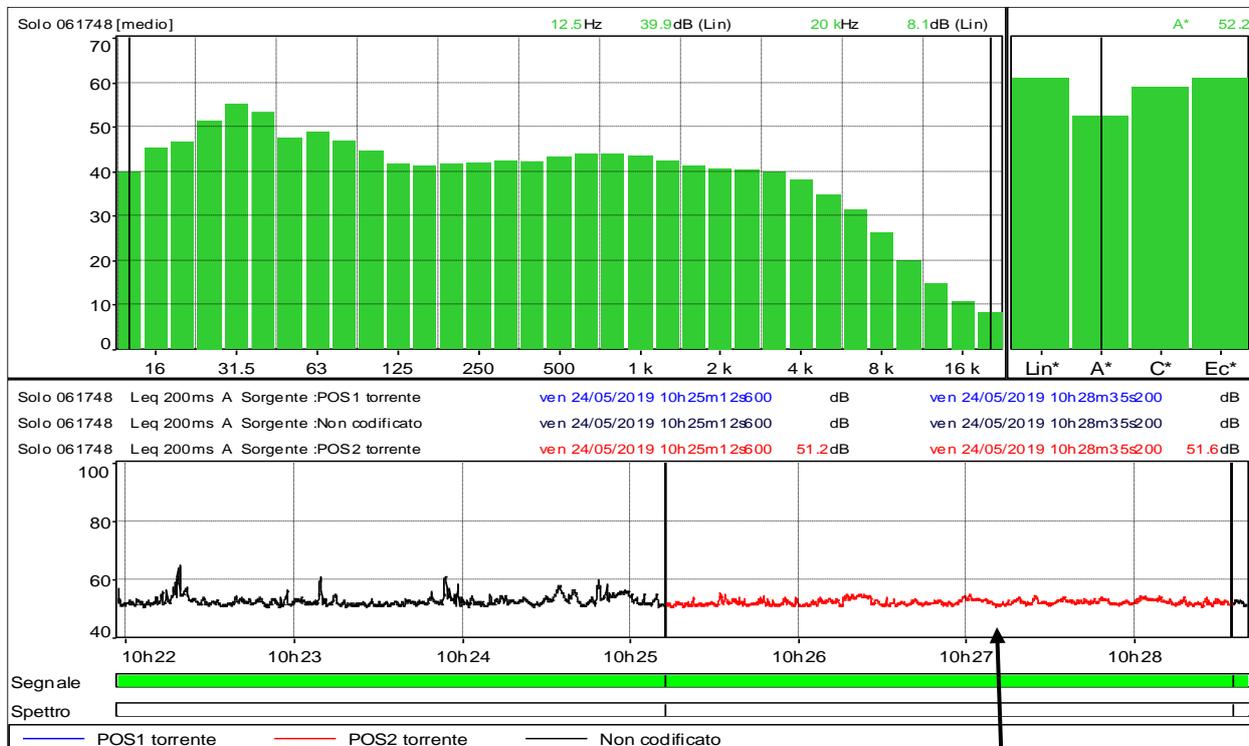
torrente



**POSIZIONE 2**



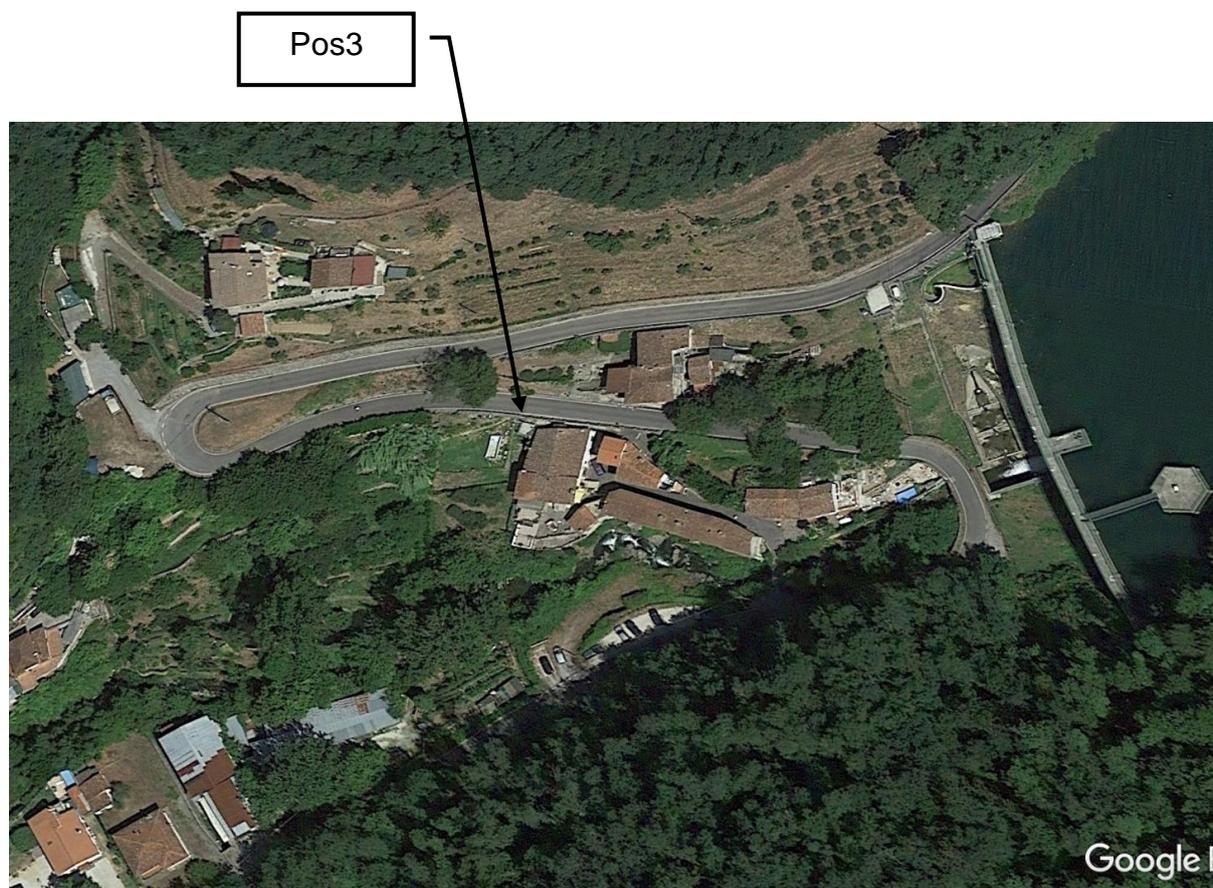
File	misure.CMG			
Ubicazione	Solo 061748			
Tipo dati	Leq			
Pesatura	A			
Inizio	24/05/2019 10:25:12:600			
Fine	24/05/2019 10:28:35:400			
	Leq			
	Sorgente	Lmin	Lmax	L95
Sorgente	dB	dB	dB	dB
POS2 torrente	52,2	50,1	55,5	50,6



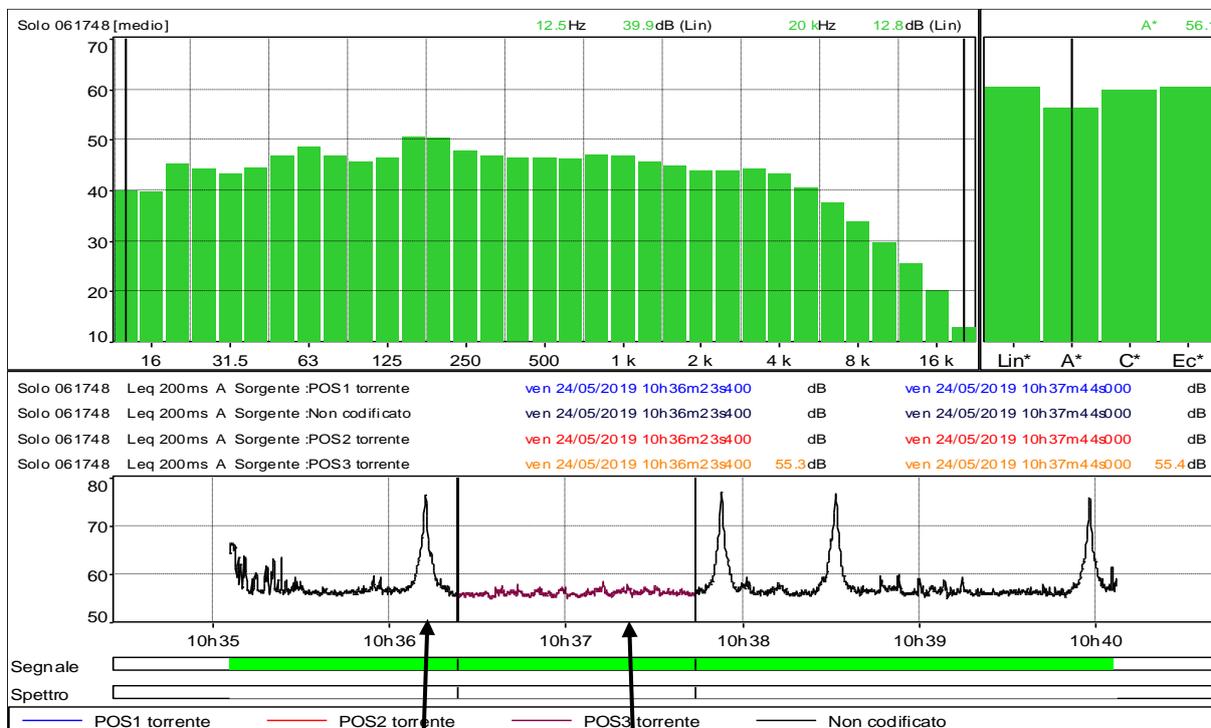
torrente



**POSIZIONE 3**



File	misure.CMG			
Ubicazione	Solo 061748			
Tipo dati	Leq			
Pesatura	A			
Inizio	24/05/2019 10:36:23:400			
Fine	24/05/2019 10:37:44:200			
	Leq			
	Sorgente	Lmin	Lmax	L95
Sorgente	dB	dB	dB	dB
POS3 torrente	56,1	54,5	59,0	55,0

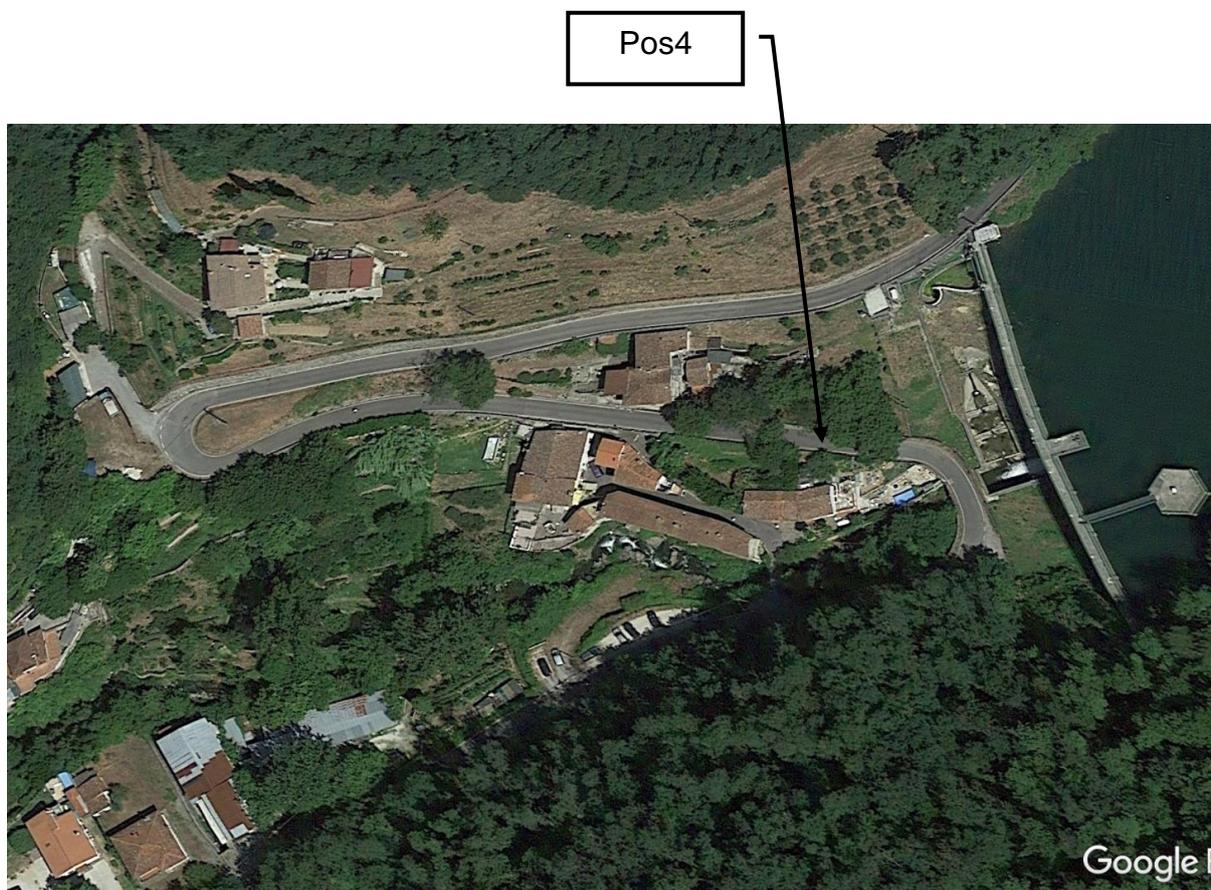


Transito auto

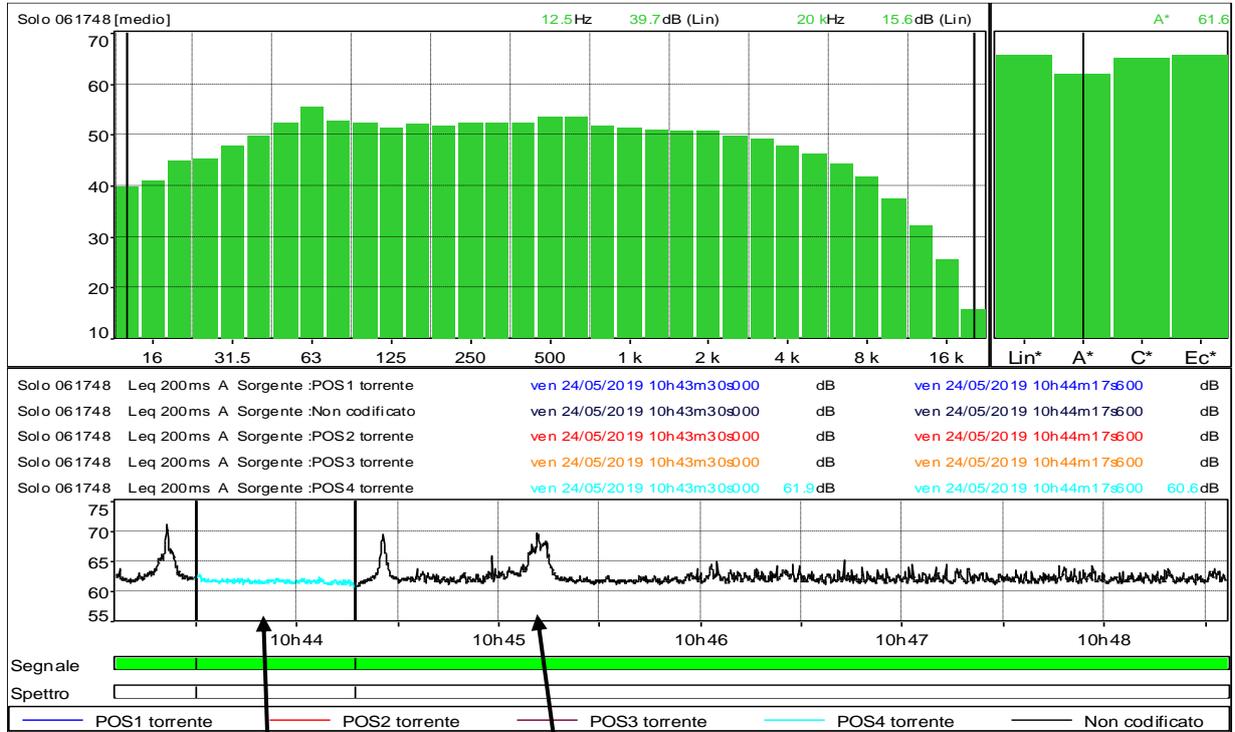
torrente



**POSIZIONE 4**



File	misure.CMG			
Ubicazione	Solo 061748			
Tipo dati	Leq			
Pesatura	A			
Inizio	24/05/2019 10:43:30:000			
Fine	24/05/2019 10:44:17:800			
	Leq			
	Sorgente	Lmin	Lmax	L95
Sorgente	dB	dB	dB	dB
POS4 torrente	61,6	60,4	62,9	60,9

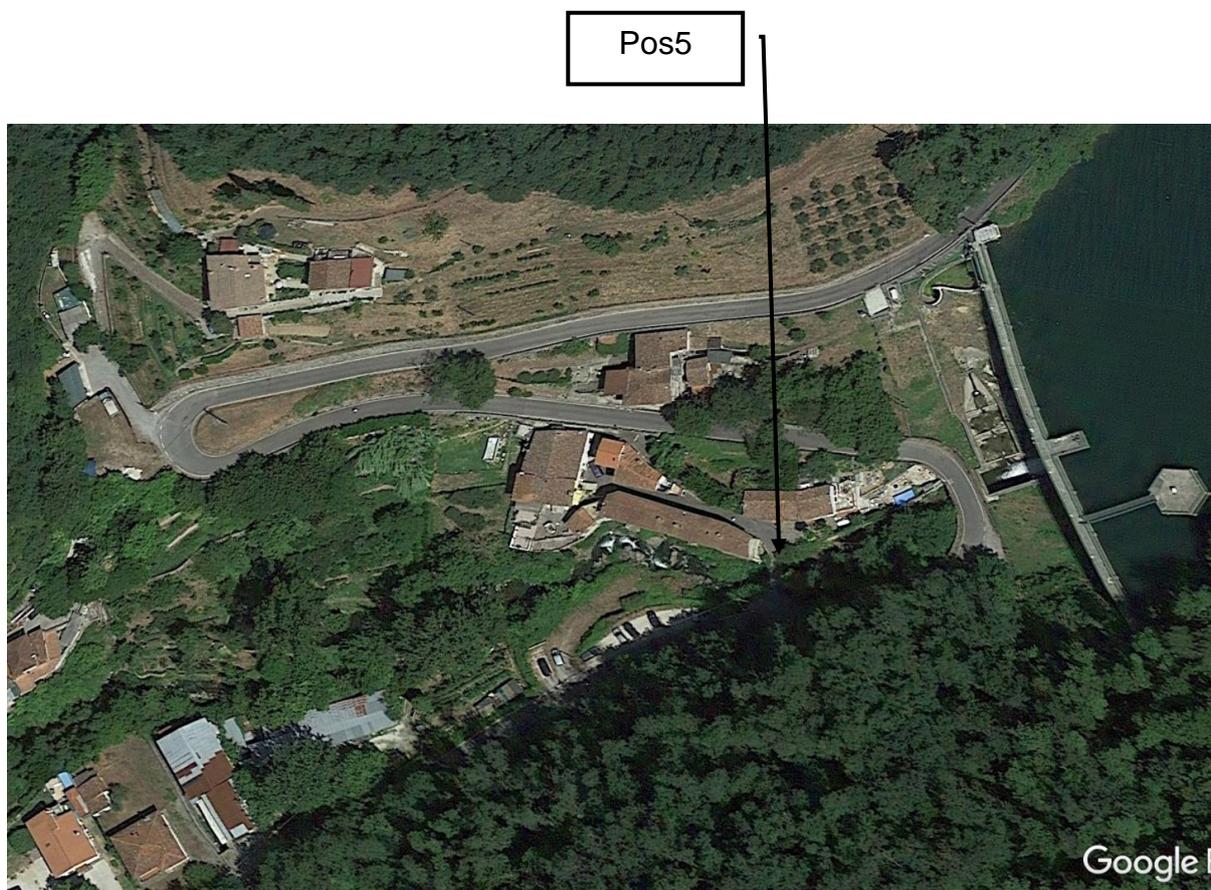


torrente

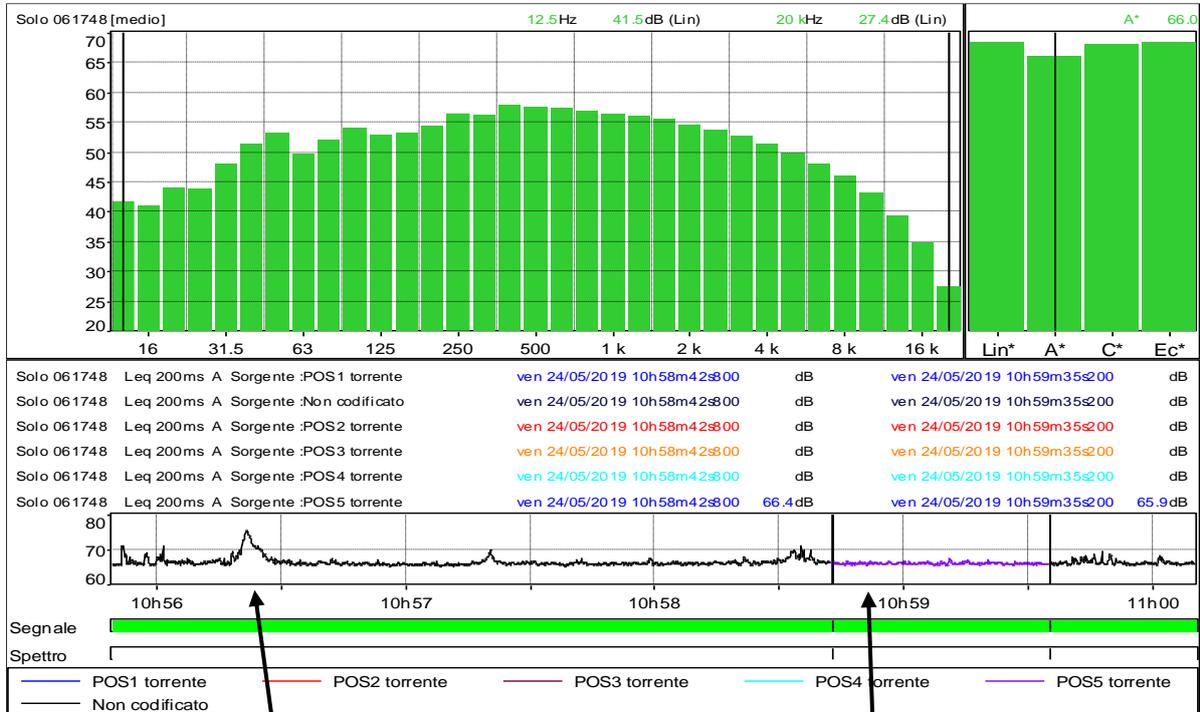
Transito auto



**POSIZIONE 5**



File	misure.CMG			
Ubicazione	Solo 061748			
Tipo dati	Leq			
Pesatura	A			
Inizio	24/05/2019 10:58:42:800			
Fine	24/05/2019 10:59:35:400			
	Leq			
	Sorgente	Lmin	Lmax	L95
Sorgente	dB	dB	dB	dB
POS5 torrente	66,0	65,0	68,7	65,3



Transito auto

torrente



## 1.12 VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA RUMOROSITA'

La valutazione previsionale della rumorosità indotta dalle lavorazioni del cantiere, viene effettuata riguardo i ricettori più esposti e considerando quattro lavorazioni più impattanti.

Dal CPT di Torino si estrae la potenza sonora di ogni tipologia di lavorazione, derivante dalle analisi che sono riportate nelle schede che seguono.

	Lw
	dBA
strutture in cemento armato	104,7
perforazioni	114,7
micropali	108,1
demolizioni meccanizzate	115,8

#### 4.1.1 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

<b>NATURA OPERA:</b>	COSTRUZIONI STRADALI IN GENERE			<b>N.</b>
<b>TIPOLOGIA:</b>	NUOVE COSTRUZIONI (OPERE D'ARTE)			<b>44</b>
<b>Lavorazione</b>	<b>Attività (Fase Lavorativa)</b>	<b>Macchine</b>	<b>% di impiego</b>	<b>% di Attività Effettiva</b>
STRUTTURA IN C.A. 95% (spalle, muri, ecc.)	CARPENTERIA 45%	AUTOGRU	20	90
		MOTOGENERATORE	10	100
		SEGA CIRCOLARE	5	100
	POSA FERRO 15%	AUTOGRU	5	100
	GETTI 35%	AUTOPOMPA CLS	90	85
		AUTOBETONIERA	100	85
	DISARMO 5%	AUTOGRU	10	95
<b>Macchine Utilizzabili</b>	<b>Riferimento macchine mediate</b>			<b>Lw [dB(A)]</b>
AUTOGRU	24 - 25			110,0
MOTOGENERATORE	205 - 208			98,3
SEGA CIRCOLARE FISSA DA LEGNO	288 - 289 - 290			108,1
AUTOPOMPA CLS	30 - 31 - 32			107,6
AUTOBETONIERA	4 - 5 - 6 - 7			100,2
CARRELLO ELEVATORE	61 - 62 - 63 - 64 - 65			104,6
<b>Note</b>				
	Per il getto viene ipotizzato l'uso dell'autopompa in quanto più rumorosa dell'autogru.			
<b>Valore Medio attività</b>				<b>Lw [dB(A)]</b>
CARPENTERIA 45%				103,4
POSA FERRO 15%				97,0
GETTI 35%				107,2
DISARMO 5%				99,8
<b>Valore Medio Lavorazione</b>				<b>104,7</b>



### 4.1.3 MICROPALI

NATURA OPERA:	ATTIVITA' DI SPECIALIZZAZIONE			N.
TIPOLOGIA:	FONDAZIONI SPECIALI			103
Lavorazione	Attività (Fase Lavorativa)	Macchine	% di impiego	% di Attività Effettiva
MICROPALI 100%	FORMAZIONE MICROPALI 70%	MICROPALI	80	85
		MOTOCOMPR.RE	80	85
Macchine Utilizzabili	Riferimento macchine mediate		Lw [dB(A)]	
MICROPALI MACCHINA	187 - 188 - 189 - 190		110,4	
MOTOCOMPRESSORE	202 - 203 - 204		103,8	
<b>Note</b>				
<b>Valore Medio attività</b>				<b>Lw [dB(A)]</b>
FORMAZIONE MICROPALI 70%				109,6
<b>Valore Medio Lavorazione</b>				<b>108,1</b>

#### 4.1.4 DEMOLIZIONI MECCANIZZATE

NATURA OPERA:	ATTIVITA' DI SPECIALIZZAZIONE			N.
TIPOLOGIA:	DEMOLIZIONI			110
Lavorazione	Attività (Fase Lavorativa)	Macchine	% di impiego	% di Attività Effettiva
DEMOLIZIONI MECCANIZZATE 100%	DEMOLIZIONI 50%	- ESCAVATORE	30	85
		- ESCAV. con CESOIA	60	85
		- ESCAVATORE CON MARTELLO DEM.	10	85
	CARICO MATERIALE DI RISULTA 50%	- ESCAVATORE CON MAGNETE/RAGNO	10	85
		- PALA MECCANICA	70	85
		- AUTOCARRO		
		DUMPER	100	85
Macchine Utilizzabili	Riferimento macchine mediate		Lw [dB(A)]	
ESCAVATORE CINGOLATO	94 - 95 - 96 - 97 - 98		109,7	
ESCAVATORE CON CESOIA	100 - 101 - 102 - 103		117,0	
ESCAVATORE CON MARTELLO DEMOLITORE	106 - 107 - 108 - 109		120,5	
ESCAVATORE CON MAGNETE O RAGNO	104 - 105		114,6	
PALA MECCANICA GOMMATA	227 - 228 - 229		107,4	
AUTOCARRO DUMPER	21 - 22 - 23		115,9	
Note				
Durante questa attività la discontinuità di utilizzo di più autocarri dumper è paragonabile all'uso continuo di uno solo.				
Valore Medio attività				Lw [dB(A)]
DEMOLIZIONI 50%				115,7
CARICO MATERIALE DI RISULTA 50%				115,9
Valore Medio Lavorazione				115,8

### 1.13 LIVELLI AI RICETTORI

Di seguito si valutano i livelli di emissione indotti dalle quattro lavorazioni impattanti ai ricettori 1 e 2, tenendo conto a scopo cautelativo della sola divergenza geometrica, considerato altresì che le onde sonore prodotte dai mezzi di opera, per tali ricettori vengono trasmesse senza ostacoli in campo libero.

Si nota che:

- al ricettore 1 i livelli variano tra 67 e 78 dBA
- al ricettore 2 i livelli variano tra 63 e 74 dBA

Per alcune lavorazioni quindi si superano al ricettore 1 e 2:

- il limite di emissione diurno per la classe III pari a 55 dBA
- il limite concesso per le deroghe semplificate pari a 70 dBA

E' quindi necessario intervenire presso la sorgente ovvero presso i mezzi di opera, per ridurre l'esposizione ambientale del rumore emesso dagli stessi.

## 1.14 RICETTORE 1

	ricettore 1 (m)	32
	Lw	Lp
	dBA	dBA
strutture in cemento armato	104,7	66,6
perforazioni	114,7	76,6
micropali	108,1	70,0
demolizioni meccanizzate	115,8	77,7



## 1.15 RICETTORE 2

	ricettore 2 (m)	48
	Lw	Lp
	dBA	dBA
strutture in cemento armato	104,7	63,1
perforazioni	114,7	73,1
micropali	108,1	66,5
demolizioni meccanizzate	115,8	74,2



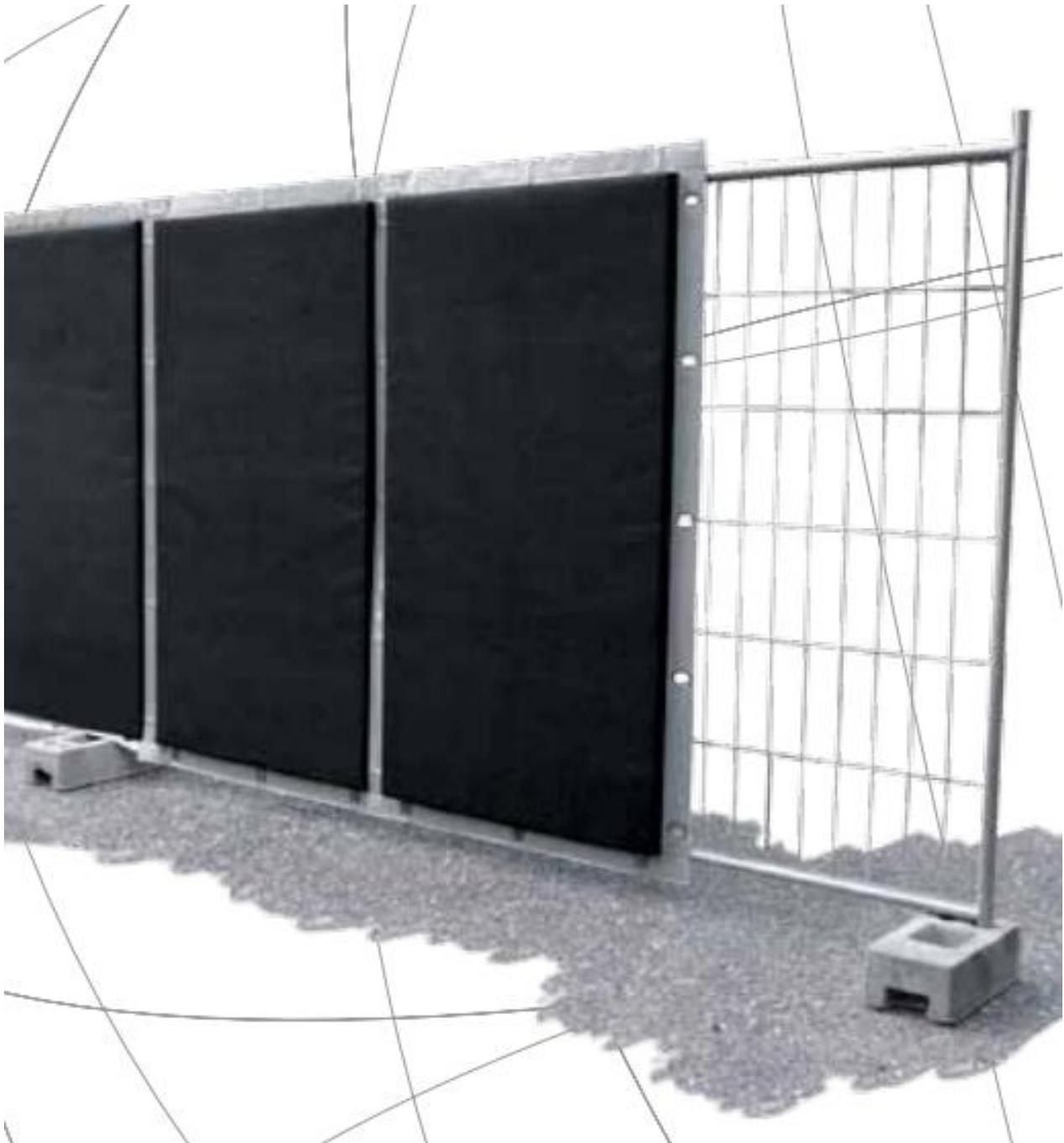
## 1.16 INTERVENTI DI BONIFICA

Oltre all'adozione di mezzi di opera moderni dotati di certificato di conformità del produttore, che dimostrino il rispetto della legge per il contenimento delle emissioni sonore delle macchine destinate a lavorare all'aperto, è indispensabile l'adozione di interventi di bonifica passivi.

Un sistema rapido ed efficace è l'adozione di pannelli modulari del tipo di quelli che si riportano nelle pagine seguenti, posizionati nei pressi delle emissioni rumorose.

Con l'adozione di questi pannelli vicino alle emissioni rumorose i livelli di emissione ai ricettori rientreranno nei limiti previsti dei 70 dBA dalla deroga semplificata, potendo abbattere almeno 10 dBA.







Insonorizzazione per l'edilizia



## Acustiko® - pannello antirumore

### Voce di capitolato

#### Contenimento del rumore trasmesso per via aerea con pannelli Acustiko®

Il pannello Acustiko®, prodotto dalla SILTE srl, è un **elemento fonoassorbente e fonoisolante**, modulare e componibile, indicato per realizzare barriere antirumore **per ridurre e contenere l'inquinamento acustico trasmesso per via aerea**.

Il pannello Acustiko®, grazie al sistema di montaggio dei pannelli senza discontinuità, risulta utile anche come schermatura visiva e barriera per il contenimento delle polveri del cantiere. Acustiko® ha un isolamento acustico  $R_w = 14$  dB certificato in laboratorio secondo prova UNI EN ISO 140-3 2006 + UNI EN ISO 717-1 2007.

Il pannello Acustiko® è costituito da un involucro esterno in telo di PVC armato e presenta un lato perforato. All'interno è alloggiato un materassino fonoassorbente di spessore 5 cm in fibra di poliestere ad alta densità ( $40 \text{ Kg/m}^3$ ). Questo materiale non teme l'umidità, è anallergico ed antimuffa, riciclabile al 100% e non degrada nel tempo. Tutti i materiali impiegati sono in classe (1) di reazione al fuoco.

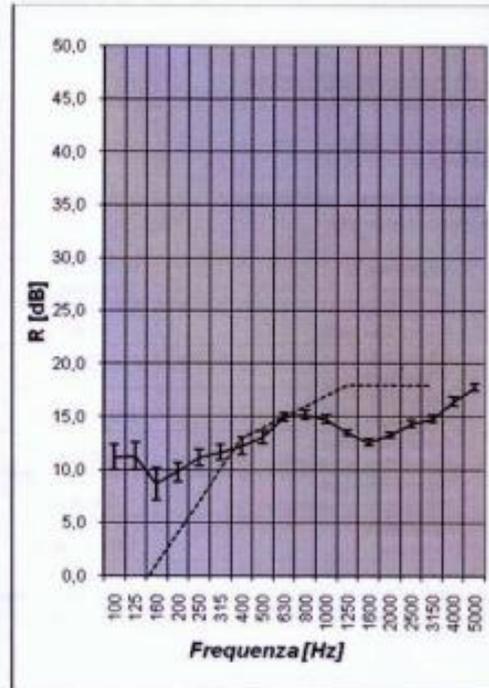
Acustiko® è disponibile in 2 versioni, la prima prevede il montaggio su recinzione. In questa variante il pannello è provvisto di occhielli, ganci metallici ed accessori che consentono l'installazione su qualsiasi tipo di recinzione metallica da cantiere, grigliato, ponteggio o recinzione residenziale. La seconda variante del pannello Acustiko® prevede il montaggio con montanti verticali di sostegno. In questa versione il pannello è provvisto di asole laterali, chiuse in testata, per l'inserimento dei tubi metallici di sostegno con diametro compreso tra 40 e 48 mm.

Il pannello antirumore Acustiko® è realizzato nel formato standard 200x120 cm, spessore nominale 5 cm, peso ca. 5 kg/mq. Il pannello è disponibile nelle colorazioni: grigio, verde ed arancio. Può essere personalizzato con grafica, marchio, scritte o bande catarifrangenti. È inoltre possibile la realizzazione di pannelli su misura ed in colorazioni speciali.

**RISULTATI**

Test results

Frequenza [Hz]	Potere fonoisolante [dB]	Incertezza estesa U	Gradi di libertà effettivi	Fattore di copertura	Livello di fiducia [%]
Frequency [Hz]	Sound reduction index [dB]	Expanded uncertainty U	Effective degrees of freedom	Coverage factor	Coverage probability [%]
100	11,2	1,2	20,0	2,14	95,45
125	11,3	1,3	15,6	2,18	
160	8,7	1,5	7,8	2,43	
200	9,8	0,9	14,7	2,20	
250	11,2	0,8	20,6	2,13	
315	11,7	0,7	24,1	2,11	
400	12,3	0,8	18,8	2,15	
500	13,1	0,6	22,2	2,12	
630	15,0	0,4	11,6	2,25	
800	15,3	0,4	22,6	2,12	
1000	14,8	0,4	25,2	2,11	
1250	13,5	0,2	24,1	2,11	
1600	12,7	0,4	18,7	2,15	
2000	13,3	0,3	20,6	2,13	
2500	14,4	0,3	21,7	2,13	
3150	14,9	0,3	20,8	2,13	
4000	16,5	0,4	18,0	2,16	
5000	17,8	0,3	20,2	2,13	



**Valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1 1997**

Evaluation according to the standard UNI EN ISO 717-1 1997

	R <sub>w</sub> [dB]	C	C <sub>tr</sub>
<b>Limite fiduciario inferiore<sup>1</sup></b> <i>Inferior fiduciary limit</i>	14	0	-1
<b>Limite fiduciario superiore<sup>2</sup></b> <i>Superior fiduciary limit</i>	15	-1	-1

**R<sub>w</sub> indice di valutazione del potere fonoisolante: valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento della curva secondo il metodo specificato nella parte prima della ISO 717.**

*R<sub>w</sub> airborne sound insulation index: value, in decibel, of reference curve to 500 Hz after movement of the curve according to the method specified in first part of ISO 717.*

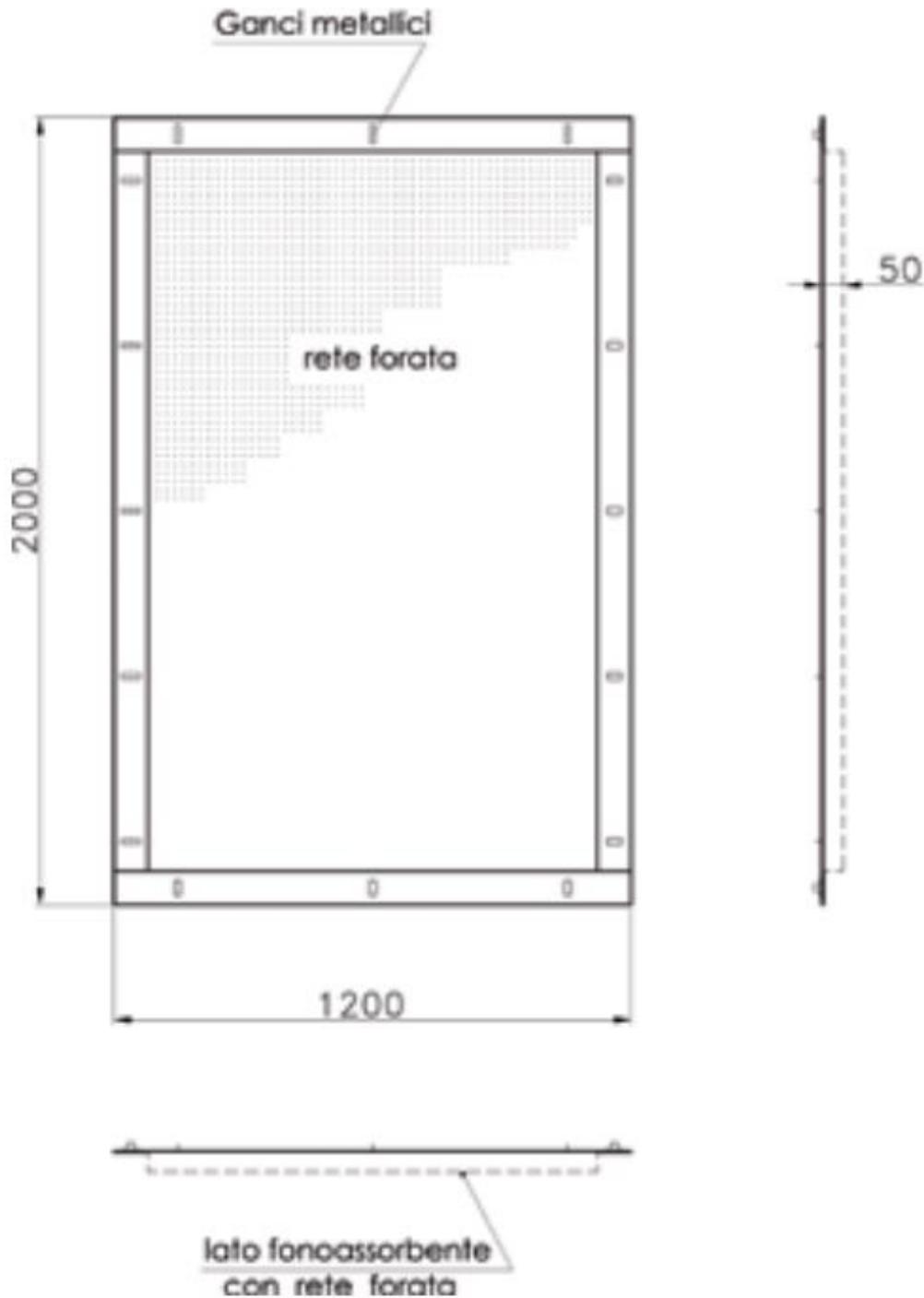
<sup>1</sup> Valore determinato sottraendo, per ogni terzo d'ottava, a R<sub>esteso</sub> il valore dell'incertezza estesa.  
*Determined value subtracting, for every third octave-band, to R<sub>esteso</sub> the value of the extensive uncertainties.*

<sup>2</sup> Valore determinato sommando, per ogni terzo d'ottava, a R<sub>esteso</sub> il valore dell'incertezza estesa.  
*Determined value adding, for every third octave-band, to R<sub>esteso</sub> the value of the extensive uncertainties.*

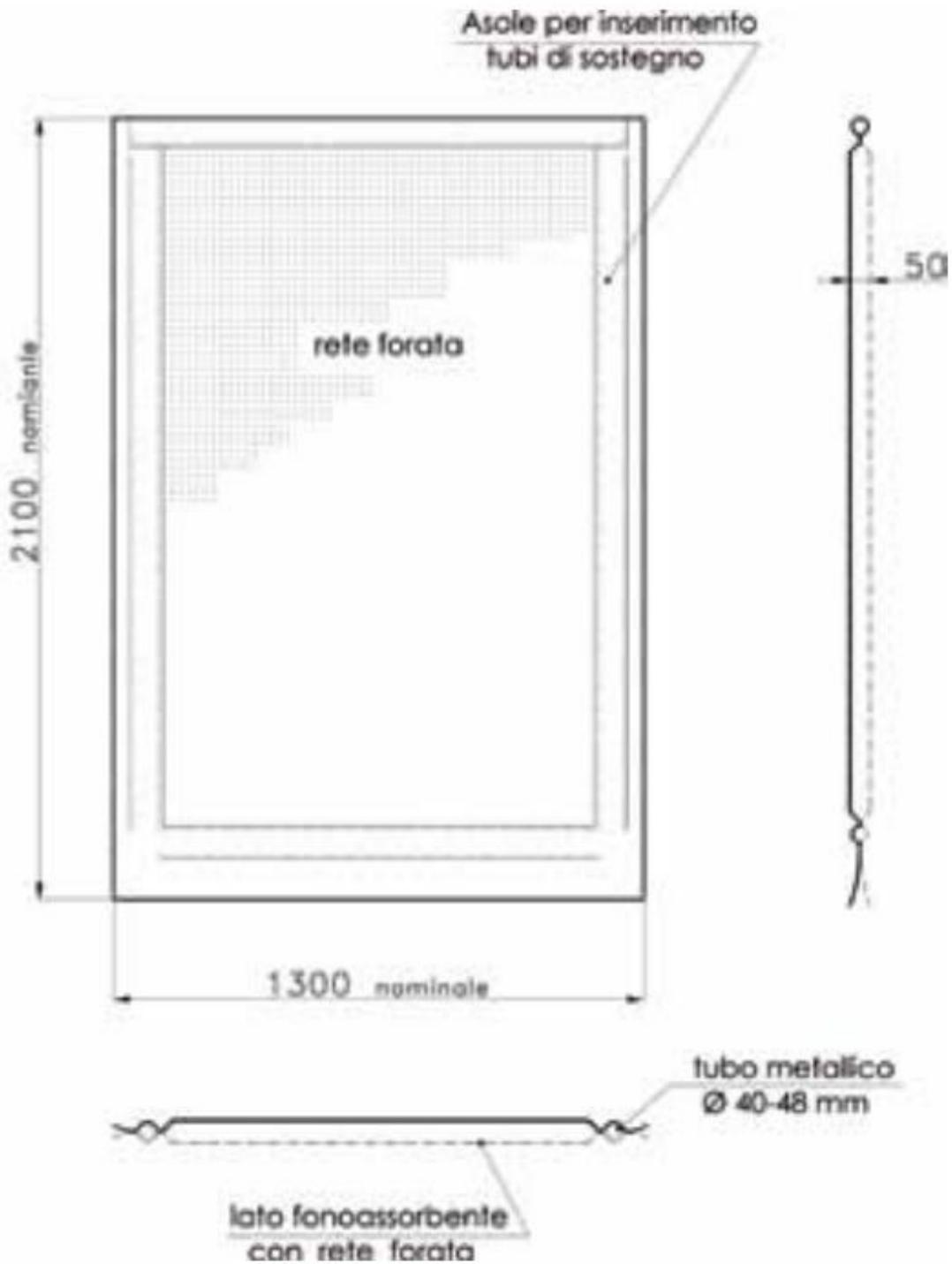
Per ogni eventuale aspetto interpretativo del presente rapporto di prova ha valore il solo testo in italiano.  
*For any aspect of interpretation of this test report only the Italian text has value.*

## Versione per recinzioni

La fornitura comprende anche accessori per il montaggio.



## Versione autoportante



## Composizione barriere antirumore, accessori ed opzioni

SILTE mette a disposizione la propria esperienza e suggerisce il modo corretto di allestire una barriera antirumore sulle strutture tipicamente utilizzate nei cantieri.

### Strutture portanti



#### Rete metallica

Barriera mobile da cantiere universale (già in possesso dei cantieri).



#### Tubi innocenti

Montanti verticali di sostegno (già in possesso dei cantieri).

### Accessori



#### Saetta di controventatura

Sostegno della barriera per fornire resistenza alla spinta del vento. In alternativa usare zavorra o contrappeso.



#### "H" per innalzamento barriera

Prolunga per la sovrapposizione di due reti metalliche. Necessita della saetta di controventatura.

### Supporti



#### Plinto in cemento

Installazione universale per esterno, soluzione tipica per cantieri.



#### Piede metallico tassellabile

Possibilità di fissaggio a terra con tasselli.



#### Piede metallico mobile

Le apposite ruote ne facilitano lo spostamento.

### Colorazioni pannello Acustiko



#### Nero

Fronte nero, retro grigio.



#### Verde

Fronte verde, retro verde.  
La particolare colorazione lo rende mimetico se inserito in contesti naturali.



#### Arancione

Fronte nero, retro arancione.  
La colorazione lo rende ideale per situazioni in cui è necessaria la massima visibilità.

## 1.17 MONITORAGGIO RUMORI

Comunque considerato che in questa fase non si conosce la potenza sonora dei mezzi di opera, e considerata la conformità del terreno dell'area dei lavori, le previsioni contenute nella presente relazione sarebbero da verificare mediante un opportuno monitoraggio acustico.

Sarebbero quindi indispensabili a lavori avviati, alcune misure fonometriche in corrispondenza delle facciate dei ricettori presi in considerazione, per verificare se gli interventi di bonifica attuati, sono stati idonei a contenere le emissioni sonore al di sotto dei limiti previsti dalla deroga.

**Ing. Stefano Frosini**

Albo Ing. Prov. Livorno N° 1064

Min. Interno LI01064I00140

T.C.A.A. Regione Toscana DRT N° 6893/1997

Già docente al master in acustica ambientale al Politecnico di Milano



## 5 STUDIO DELLE VIBRAZIONI

### 1.18 VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE VIBRAZIONI

Lo studio previsionale delle vibrazioni in questo caso è complicato e le ipotesi necessarie per gli algoritmi sperimentali usati per il calcolo delle accelerazioni nel terreno e sulle abitazioni, potrebbero portare a valutazioni errate, infatti:

- non si conoscono i mezzi di opera che determinano onde vibrazionali nel terreno,
- il terreno di cui si conosce la composizione dalla relazione geologica-geotecnica di cui si allega uno stralcio è complesso e non omogeneo per valutare la trasmissione delle onde vibrazionali.

In queste condizioni per limitare la trasmissione di onde vibrazionali al terreno e quindi alle abitazioni più vicine è opportuno operare:

- scegliendo mezzi d'opera di tipo rotativo per le trivellazioni e non la tecnologia della percussione,
- attuare un monitoraggio strumentale prima dell'avvio dei lavori, per misurare le vibrazioni indotte dai mezzi d'opera più impattanti: demolitori, perforatori ecc. Ed eventualmente cambiare mezzo d'opera o tecnologia di funzionamento.

Si riportano di seguito le due Norme per valutare i danni da vibrazioni agli edifici ed il disturbo alle persone.

Si riporta altresì lo strumento di misura delle accelerazioni indotte dai mezzi d'opera, qualora fosse previsto il monitoraggio vibrazionale.

### 1.19 STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

### 3. Geologia e geotecnica

#### 3.1 Geologia

##### Settore a valle della diga

La "Relazione geologica" è stata redatta nell'ambito della precedente fase progettuale (progetto esecutivo 2016) a firma del dott. Geol. Piero Castellucci (vedere elaborato S.1); nell'ambito del presente progetto vengono confermati i contenuti di tale relazione, alla quale si rimanda per ogni dettaglio, integrando alcuni aspetti, in esito alle indagini svolte.

Dalla correlazione dei dati stratigrafici nei sondaggi eseguiti nel settore superiore di intervento con la localizzazione degli affioramenti rilevabili in sito immediatamente a valle, sono stati realizzati i profili geologici di progetto, dai quali si rileva quanto segue:

- Profilo 1 - realizzato sul versante, in corrispondenza del parcheggio sulla strada Brancoli (in asse alle vasche 3-5 in progetto)

Nella porzione superiore del versante sono presenti detriti e materiale di riporto nell'ambito del piazzale in fregio alla strada, caratterizzati con il sondaggio S1-2016 (40 m). Immediatamente a monte della vasca 2 in progetto, dove è prevista la realizzazione di opera di sostegno (paratia di micropali con tiranti), lo spessore residuo dei materiali sciolti, sul substrato arenaceo fratturato, è risultato dell'ordine di soli 1.2 m (sondaggio S2).

A valle, nel settore di realizzazione delle nuove vasche, il substrato arenaceo è subaffiorante. Sul profilo è stato convenzionalmente indicato un livello superficiale dell'ordine di 1 m circa, costituito da detrito e terreno superficiale, livelli superficiali di alterazione /frantumati del substrato arenaceo, assimilabili a materiale sciolto.

A profondità superiori, nell'ambito dell'intera fascia superficiale interessata dagli scavi per le nuove vasche, si fa riferimento a un litotipo arenaceo alterato, molto fratturato, come riscontrato nel sondaggio S1-2016 al disotto dei terreni di riporto.

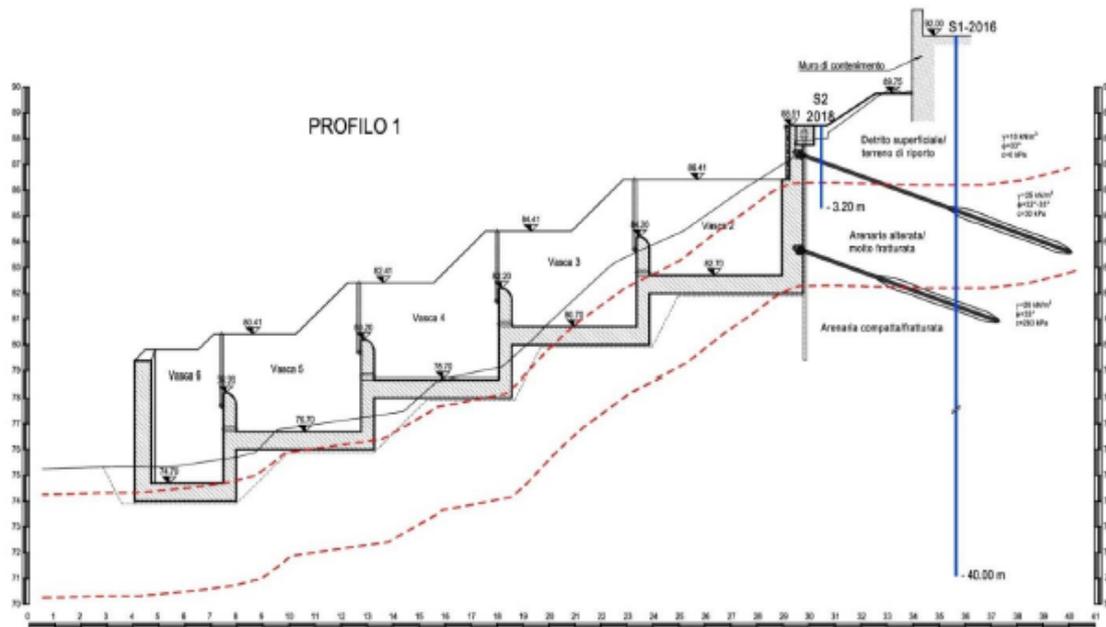


Figura 3.1: Profilo 1 - realizzato sul versante, in corrispondenza dell'asse delle vasche 3-5 in progetto.

Il substrato costituito da arenarie fratturate (come da caratterizzazione geomeccanica nella relazione 2016) è subaffiorante nella zona delle attuali vasche e immediatamente a valle, con minime coperture detritico colluviali.

Dal sondaggio S1 (inclinato 55°) a piede muro si è evidenziato come il muro stesso, lungo il profilo in esame sia fondato direttamente sulle arenarie fratturate, ma in cui sono presenti anche livelli meno cementati più francamente sabbiosi (perdita parziale carotaggio).

A partire dalla profondità di 5-5.5 m circa si è intercettata nel sondaggio S1 una bancata arenacea compatta, la cui continuità stratigrafica non può essere certa considerato il fondo foro a 6,5 m.

Nel profilo, in forma indicativa, si è riportato tale limite alla profondità in cui è riscontrato nel sondaggio, e con inclinazione pari alla superficie di stratificazione S0 indicata dal rilievo strutturale nella relazione geologica 2016, pressoché coincidente con l'inclinazione media del versante.

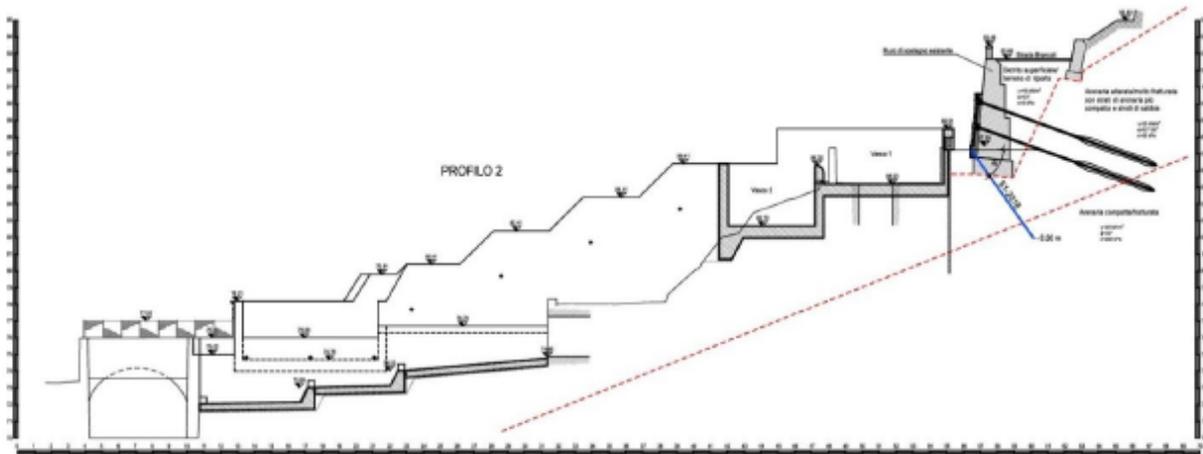


Figura 3.2: Profilo 2 - realizzato sul versante, in corrispondenza della mezzeria del muro di sostegno esistente (in asse alla galleria di by-pass).

### Settore "centrale di Vinchiana"

A livello di inquadramento generale (Figura 3.3), il settore si localizza in una zona di contatto strutturale compressivo, nell'unità arenaceo-pelitica del "Macigno", Serie Toscana, lungo la fascia tettozzata di contatto con le Unità del Dominio Ligure (flysch di Ortonovo). Tale elemento ha rilevanza nel determinare lo stato fisico di fratturazione dei litotipi.

La caratterizzazione del settore in oggetto si basa su:

- osservazione e rilievi speditivi nel tratto di imbocco galleria esistente,
- sondaggio geognostico realizzato con carotatrice elettrica a partire dal locale cabina manovra paratoie.

Il fronte di scavo, si presenta prevalentemente stabilizzato con spritz-beton e non è possibile dunque effettuare un rilievo geomeccanico-strutturale completo. I piani di discontinuità osservabili, presentano una giacitura media circa  $70^\circ \times 20^\circ$ , coerente con la giacitura della superficie litologica S0 rilevabile sugli affioramenti in area esterna. Sono inoltre individuabili almeno due ulteriori sistemi subverticali K1, K2, a spaziatura  $< 0.5-1\text{m}$ , anche se la suddetta presenza di spritz beton, oltre all'impossibilità di accedere in sicurezza ai settori di fronte scavo invece non stabilizzati, non consente un rilievo sistematico e di maggior dettaglio delle discontinuità.

Sulla base dell'osservazione qualitativa dei settori affioranti, l'ammasso è stato classificato sulla base dell'indice GSI per la classe specifica ("*GSI for the heterogeneous rock masse sas flysch*", Hoek & Marinos, 2000).

Si valuta un  $GSI \approx 25$ , compatibile anche con lo stato di fratturazione del litotipo nel sondaggio geognostico S3, che risulta  $RQD \approx 0$  in particolare nel tratto di profondità corrispondente allo scavo in galleria.

## 3.2 Geotecnica

### Terreni a valle della diga

Riguardo la parametrizzazione geotecnica dei materiali sono stati considerati rappresentativi i seguenti:

#### Detrito superficiale-terreno di riporto:

$\phi = 33^\circ$  (valore cautelativo in detrito a matrice clastica grossolana);

$c = 0$

$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$

#### Arenaria da compatta a mediamente fratturata:

Si è fatto riferimento ai parametri geomeccanici di ammasso ricavati nell'ambito della relazione geologica 2016, paragrafo 2.3.2, a cui si rimanda, per correlazione con il valore di RMR ricavato dalla classificazione secondo Bieniawski (RMR = 56) con stima dei parametri equivalenti di angolo di attrito,  $\phi$  e coesione,  $c$ ), attraverso le seguenti formule:

$\phi = 5 + \text{RMR}/2$   $c = 5 \times \text{RMR}$

da cui i valori di

$\phi$  (condizioni umide) =  $33^\circ$

$c$  (condizioni umide) = 283 KPa

$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$

#### Arenaria molto fratturata:

Si è fatto riferimento, per massima cautela, a una coesione di ammasso significativamente ridotta, in funzione di un valore di RMR  $\approx 6-8$ , caratteristica di condizioni geomeccaniche della classe V di Bieniawski, "Molto scadenti", da cui

$c \approx 30-40 \text{ kPa}$

Come noto, l'applicazione delle formule per la correlazione tra RMR e  $\phi$  conduce a valori di  $\phi$  troppo bassi nel caso di ammassi nel campo inferiore dei valori di RMR (come per la classe V di qualità geomeccanica). Si è fatto dunque riferimento a valori dell'ordine di  $\phi \approx 32^\circ-35^\circ$ , ovvero non inferiori a valori cautelativi per il pezzame a spigoli vivi dell'ammasso eventualmente in condizioni frantumate.

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche, si esclude la presenza di falda permanente alle profondità di scavo e bulbo di fondazione delle opere, ma eventualmente la presenza discontinua di acqua di filtrazione.

### Terreni nella zona della centrale

A partire dall'indice GSI secondo le usuali correlazioni con i parametri geomeccanici di ammasso, si stimano i seguenti:

GSI = 25

GSI = RMRbase - 5 = 20 (classe IV)

$\phi = 5 + \text{RMR}/2 = 15$  [approssimiamo a  $20^\circ$ ]

$C = 5 \times \text{RMR} = 125 \text{ KPa}$

$\phi_{\text{giunti}} = 20^\circ$

Coesione giunti = 0

$\gamma = 23 \text{ KN/m}^3$

$E_d = 2 \text{ GPa}$

#### Roccia intatta

Modulo elastico roccia intatta  $E_i \approx 10 \text{ GB}$

UCS  $\approx 75 \text{ MPa}$

### Falda

Riguardo alla valutazione delle condizioni idrogeologiche e livelli di falda, lo scavo esistente nell'attuale pozzo dove sarà collocata la valvola HB costituisce un riferimento piezometrico, in quanto risulta permanentemente allagato dalle acque di filtrazione, fino in media alla quota 36 m s.l.m. circa, ed è oggetto di saltuario svuotamento per verifiche e manutenzioni. La quota in oggetto è compatibile con la quota del livello normale di esercizio nell'attuale canale di scarico "inferiore" e con la quota di fondo alveo del F. Serchio, come da sezioni dello studio idraulico. Si assume dunque una quota di falda di riferimento cautelativamente più elevata, pari a 37-38 m s.l.m., ovvero 1-2 m più elevata rispetto alla suddetta quota piezometrica nello scavo esistente.

## 1.20 LIMITI

L'effetto di una sollecitazione (oscillazione o forza) variabile nel tempo su una massa come un edificio, dipende dall'ampiezza, durata e frequenza ed il rischio di danno è tanto più elevato quanto più la frequenza è prossima alla frequenza propria dell'edificio,: rischio risonanza.

**Le strutture degli edifici (per altezze < 30 m) hanno periodi propri di vibrazione compresi, in generale, tra i seguenti valori:**

edifici residenziali, di altezze modeste	0.1-0.3	sec
strutture in c.a. con nuclei di controvento	0.1-0.5	sec
strutture in acciaio con controventi	0.1-0.5	sec
strutture in c.a. senza nuclei di controvento	0.3-1.0	sec
camini in acciaio	1.0-1.5	sec
telai in acciaio non controventati	< 2.0	sec

Di solito le frequenze indotte da fonti esterne sono più elevate, ed il loro effetto sugli edifici è quindi modesto o trascurabile.

Eventi pericolosi che provocano danni sono invece i terremoti.

Di seguito sono riportati i metodi per verificare gli effetti delle vibrazioni sulle costruzioni.

1. DIN 4150-3 UNI 9916/2014
2. CIAS - CENTRO INTERNAZ. AGGIORNAM.SPERIMENT. SCIENTIFICO
3. METODI DI CRANDEL E RICHARDT

Il metodo per verificare i danni agli edifici è quello previsto dalla Norma UNI 9916/2014 che riprende il metodo applicato dalla norma DIN 4150-3.

Il metodo per verificare il disturbo alle persone che ivi abitano è previsto dalla Norma UNI 9914/1990 che fissa limiti delle accelerazioni per evitare il disturbo degli occupanti degli edifici.

1.21 UNI 9916/2014 DIN 4150-3

<b>NORMA ITALIANA</b>	<b>Criteria di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici</b>	<b>UNI 9916</b>
		<b>GENNAIO 2014</b>

Criteria for the measurement of vibrations and the assessment of their effects on buildings

La norma fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misurazione, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

TESTO ITALIANO

La presente norma sostituisce la UNI 9916:2004.

ICS 17.160; 91.120.25

UNI  
Ente Nazionale Italiano  
di Unificazione  
Via Sannio, 2  
20137 Milano, Italia

© UNI  
Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.

[www.uni.com](http://www.uni.com)



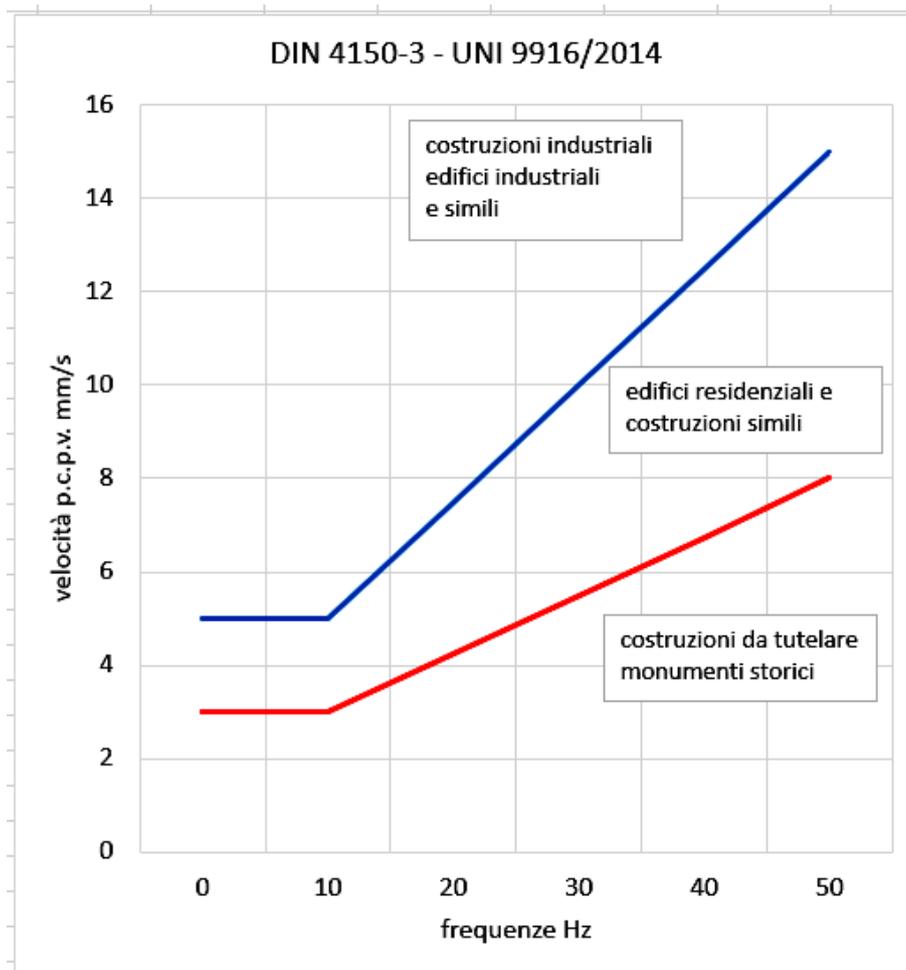
UNI 9916:2014

Pagina I

prospetto D.1 Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano alto	Solai Componente Verticale
		Da 1 Hz a 10 Hz	Da 10 Hz a 50 Hz	Da 50 Hz a 100 Hz <sup>*)</sup>	Per tutte le frequenze	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ( $f=10$ Hz) a 40 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ( $f=50$ Hz) a 50 ( $f=100$ Hz)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ( $f=10$ Hz) a 15 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ( $f=50$ Hz) a 20 ( $f=100$ Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ( $f=10$ Hz) a 8 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ( $f=50$ Hz) a 10 ( $f=100$ Hz)	8	3/4

<sup>\*)</sup> Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.



**1.22 CIAS CENTRO INTERNAZ. AGGIORN. SPERIM.SCIENTIFICO**

Tale centro studi, consiglia questi riferimenti.

**Categorie edifici:**

**I<sup>A</sup> CATEGORIA:** edifici con fondazioni adeguate o poggianti su pali di fondazione, comunque costituite da elementi strutturali in calcestruzzo armato, acciaio o legno. (Le parti che non svolgono compiti di resistenza e sono costituiti da calcestruzzo non armato, murature od elementi lapidei appartengono alla categoria successiva).

**II<sup>A</sup> CATEGORIA:** edifici in muratura o nei quali la muratura è parte prevalente dei materiali costituenti.

**III<sup>A</sup> CATEGORIA:** edifici della categoria precedente, ma di notevole età, o di grande importanza storico-culturale od edificio in cattivo stato di manutenzione.

**TABELLA DEI DANNI E DELLA PERICOLOSITÀ**

	PERCETTIBILITÀ UMANA	INFLUENZA SULLLE STRUTTURE		
		I CAT.	II CAT.	III CAT.
<b>A</b>	fortemente intollerabile	pericolo di collasso	pericolo di collasso	pericolo di collasso
<b>B</b>	intollerabile	forti danni localizzati	pericolo di collasso	pericolo di collasso
<b>C</b>	fortemente percettibile	formazione di fessurazioni	danni molto estesi	danni molto estesi
<b>D</b>	molto percettibile	fessurazioni in pochi punti	fessurazioni estese	fessurazioni estese
<b>E</b>	percettibile	non influente	fessurazioni in pochi punti	fessurazioni varie
<b>F</b>	appena percettibile	non influente	non influente	fessurazioni in pochi punti
<b>G</b>	non percettibile	non influente	non influente	non influente

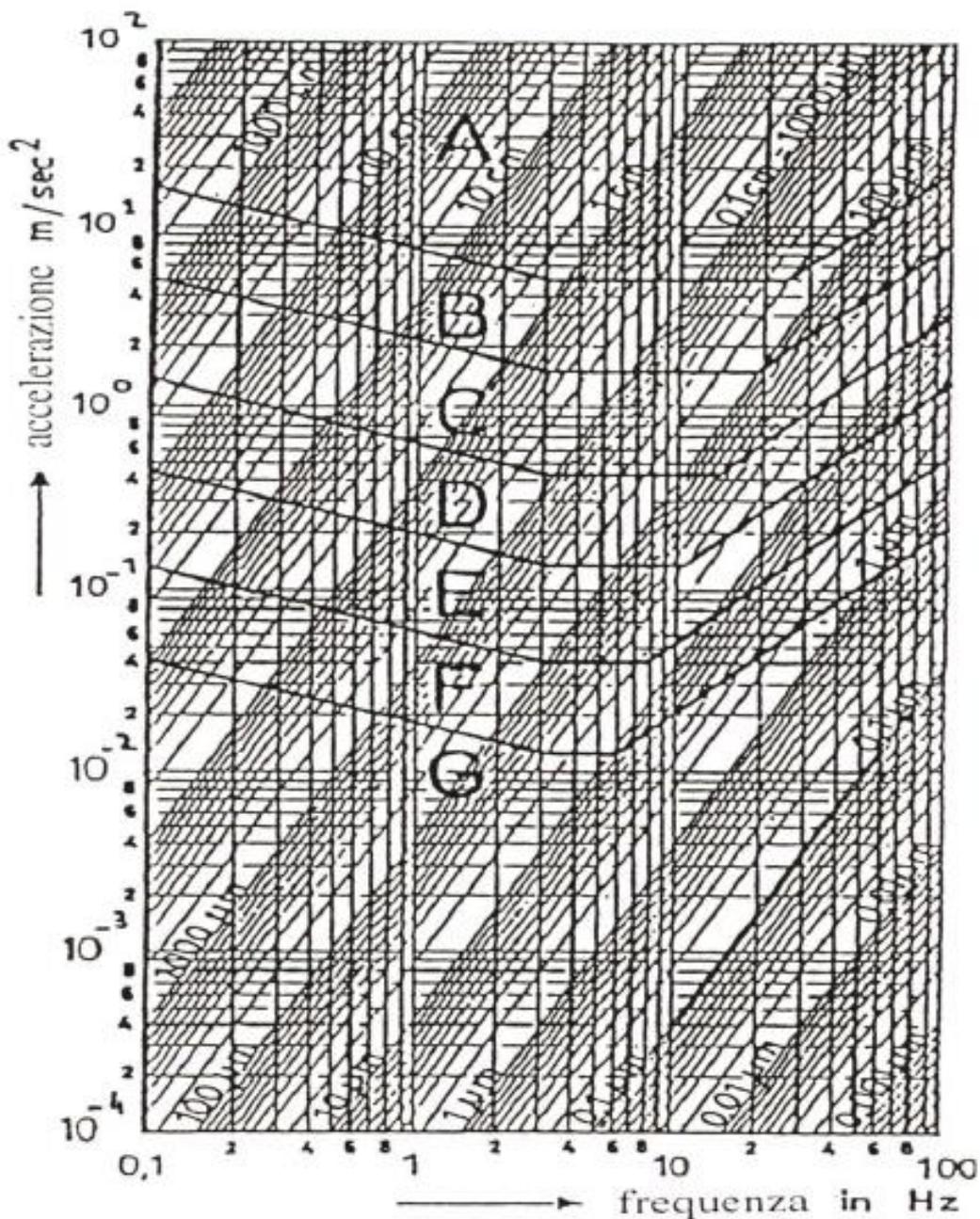
**Tabella 1 . Effetti prodotti dalle vibrazioni sulle varie categorie di strutture.**

I danni descritti si riferiscono a vibrazioni prodotte per periodi brevi, da poche ore ad alcuni giorni.

Nel caso di vibrazioni prolungate, mesi o anni, possiamo considerare le pericolosità descritte scalare di una casella.

La tabella riportata ha un valore indicativo ed è basata principalmente sull'esperienza acquisita in numerosi casi studiati.

Grafico della pericolosità di una vibrazione



Il grafico presenta sei campi di pericolosità, determinati dall'identificazione di almeno due parametri della vibrazione, frequenza fondamentale o ampiezza dello spostamento, o della velocità, o dell'accelerazione.

### 1.23 METODI DI CRANDEL E RICHARDT

Di seguito si riportano altri riferimenti.

5.2) Metodo di Crandel (CRANDEL, "Ground vibration due to blasting." Boston Society of Civil Engineers (April 1949) – da: Cestelli Guidi, "Geotecnica e Tecnica delle fondazioni" – vol. 2 – Ed. HOEPLI –

Per attività che prevedono esplosioni (cave, scavi, demolizioni), definito il **COEFFICIENTE ENERGETICO**

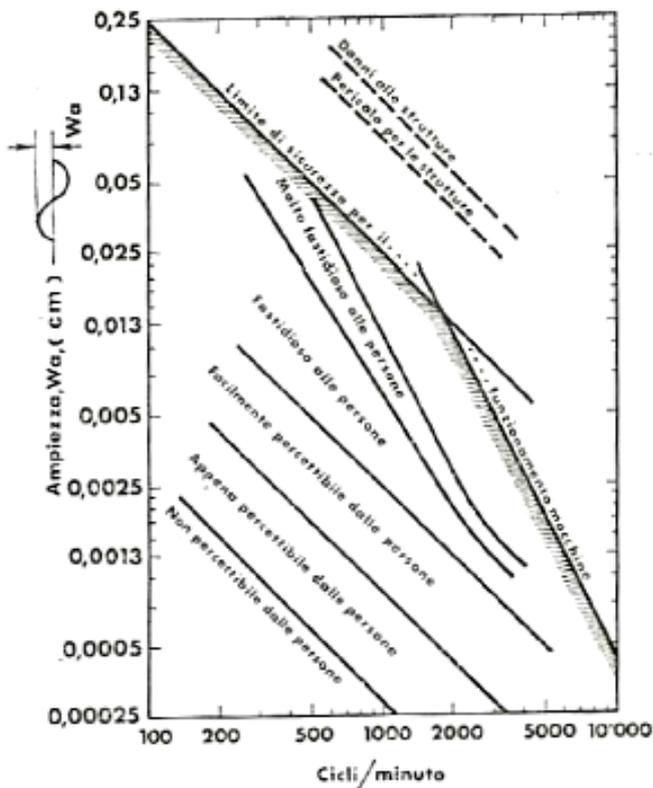
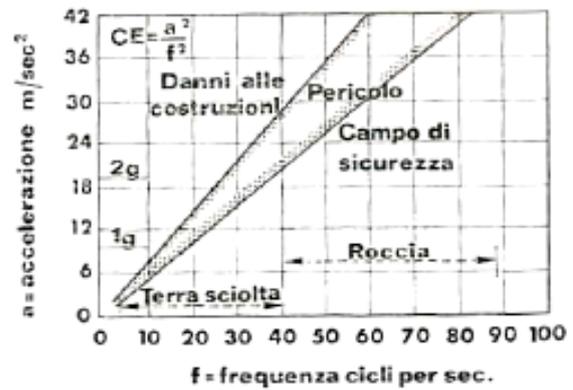
$$CE = \frac{a^2}{f^2} = 16\pi^4 f^2 \omega_a^2$$

dove:

**a** = accelerazione

**f** = frequenza

**$\omega_a$**  = ampiezza dell'oscillazione del suolo  
si può individuare, nel grafico a fianco, una zona di pericolo.



5.3) Grafico di Richardt (1962) – da: Cestelli Guidi, "Geotecnica e Tecnica delle fondazioni" – vol. 2 – Ed. HOEPLI –

## LA NORMA UNI 9614/1990

Per quanto riguarda il disturbo per gli occupanti degli edifici da vibrazioni esiste la norma UNI 9614/1990 che tratta i limiti di accelerazioni lungo i tre assi cartesiani di cui si riporta di seguito la prima pagina ed i limiti.

Norma italiana		Marzo 1990
VIBRAZIONI	Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo	UNI 9614
Vibration measurement in buildings and annoyance evaluation		
<i>La presente norma concorda parzialmente con la ISO 2631/2 (vedere chiarimenti).</i>		
<b>0. Premessa</b>		
Oltre a cause naturali (fenomeni sismici, vento, ecc.), le vibrazioni negli edifici possono essere legate ad attività umane quali il traffico di veicoli su gomma e su rotaia, il funzionamento di macchinari (magli, presse, ecc.), i lavori stradali ed edili (perforatori, battipalo, ecc.), le detonazioni di cariche esplosive, ecc... Tali vibrazioni possono costituire una fonte di disturbo per le persone esposte e ridurre il loro benessere.		
<b>1. Scopo e campo di applicazione</b>		
Nella norma viene definito il metodo di misura delle vibrazioni di livello costante immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. La presente norma non costituisce una guida per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici. Questa norma non costituisce inoltre una guida per la valutazione delle vibrazioni che, a bordo di veicoli, navi, aerei e all'interno di installazioni industriali, possono pregiudicare il comfort, l'efficienza lavorativa, la salute-sicurezza dei soggetti esposti; tali vibrazioni, i cui limiti sono strettamente dipendenti dalla durata dell'esposizione, sono anch'esse oggetto di norme specifiche.		
<b>2. Riferimenti</b>		
UNI 9670	Risposta degli individui alle vibrazioni — Apparecchiature di misura	
UNI ISO 5805	Vibrazioni meccaniche e urti riguardanti l'uomo — Vocabolario	
ISO 1683	Acustica — Grandezze normali di riferimento per i livelli acustici	
ISO 2631/1	Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo — Parte 1 <sup>a</sup> : Prescrizioni generali	
ISO 5347	Metodi per la calibrazione dei rilevatori di vibrazioni e di urti	
ISO 5348	Vibrazioni meccaniche ed urti — Montaggio meccanico degli accelerometri (rilevatori sismici)	
IEC 184	Metodi per specificare le caratteristiche dei trasduttori elettromeccanici per la misura di vibrazioni ed urti	
IEC 222	Metodi per specificare le caratteristiche degli apparecchi ausiliari per la misura di vibrazioni e urti	
IEC 225 (CEI 29-4)	Filtri in banda di ottava, 1/2 ottava e 1/3 di ottava usati nelle analisi di suoni e vibrazioni	
<b>3. Definizioni</b>		
<b>3.1. Tipi di vibrazioni</b>		
Le vibrazioni immesse in un edificio possono essere definite:		
— di livello costante, quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (vedere 4) rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;		
— di livello non costante, quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;		
— impulsive, quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.		
(segue)		
Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.		

Reproduzione vietata - LEONARDO 22 aprile 1941 n° 639 e successive aggiornamenti - UNI - ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE - 20139 MILANO, via Bassini 50/51, 119

	a m/s <sup>2</sup>	L dB
aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
abitazioni (notte)	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
abitazioni (giorno)	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

Prospetto II — Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z

$a_z < 0,010 \text{ m/s}^2$

Asse z

	a m/s <sup>2</sup>	L dB
aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
abitazioni (notte)	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
abitazioni (giorno)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83
fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

Prospetto III — Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y

$a_x < 0,0072$   
 $\text{m/s}^2$   
 $a_y < 0,0072$

Assi x e y

# CERTIFICATO DI TARATURA VIBROMETRO



**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**  
*Calibration Centre*  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
**Sonora Srl**  
Servizi di Ingegneria Acustica  
Via dei Barzaglietti, 9  
Tel 0623-351196 • Fax 0623-1672083  
www.sonorasrl.com • sonora@sonorasrl.com



LAT N°185  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/6966**  
*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 10  
Page 1 of 10

- Data di Emissione: 2017/10/18  
*date of issue*

- cliente STI Engineering Service S.r.l.  
*customer*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- destinatario STI Engineering Service S.r.l.  
*addressee*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- richiesta 316/17  
*application*

- in data 2017/10/13  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto Fonometro  
*item*

- costruttore Svantek  
*manufacturer*

- modello Svan 958  
*model*

- matricola 11719  
*serial number*

- data delle misure 2017/10/18  
*date of measurement*

- registro di laboratorio -  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 o al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

Ing. Ernesto MONACO



**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**  
Calibration Centre

**Laboratorio Accreditato di Taratura**

**Sonora Srl**  
Servizi di Ingegneria Acustica  
Via dei Bersaglieri, 9  
Tel 0823-351196 - Fax 0823-1872083  
www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/6967**  
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 13  
Page 1 of 13

- **Data di Emissione:** 2017/10/18  
*date of issue*

- **cliente** STI Engineering Service S.r.l.  
*customer*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- **destinatario** STI Engineering Service S.r.l.  
*addressee*  
Via Aurelia Nord, 40  
57023 - Cecina (LI)

- **richiesta** 316/17  
*application*

- **in data** 2017/10/13  
*date*

- **Si riferisce a:**  
*Referring to*

- **oggetto** Fonometro  
*item*

- **costruttore** Svantek  
*manufacturer*

- **modello** Svan 958  
*model*

- **matricola** 11719  
*serial number*

- **data delle misure:** 2017/10/18  
*date of measurements*

- **registro di laboratorio** -  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

  
Ing. Ernesto MONACO

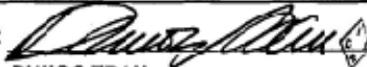
# CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE ACCELEROMETRO



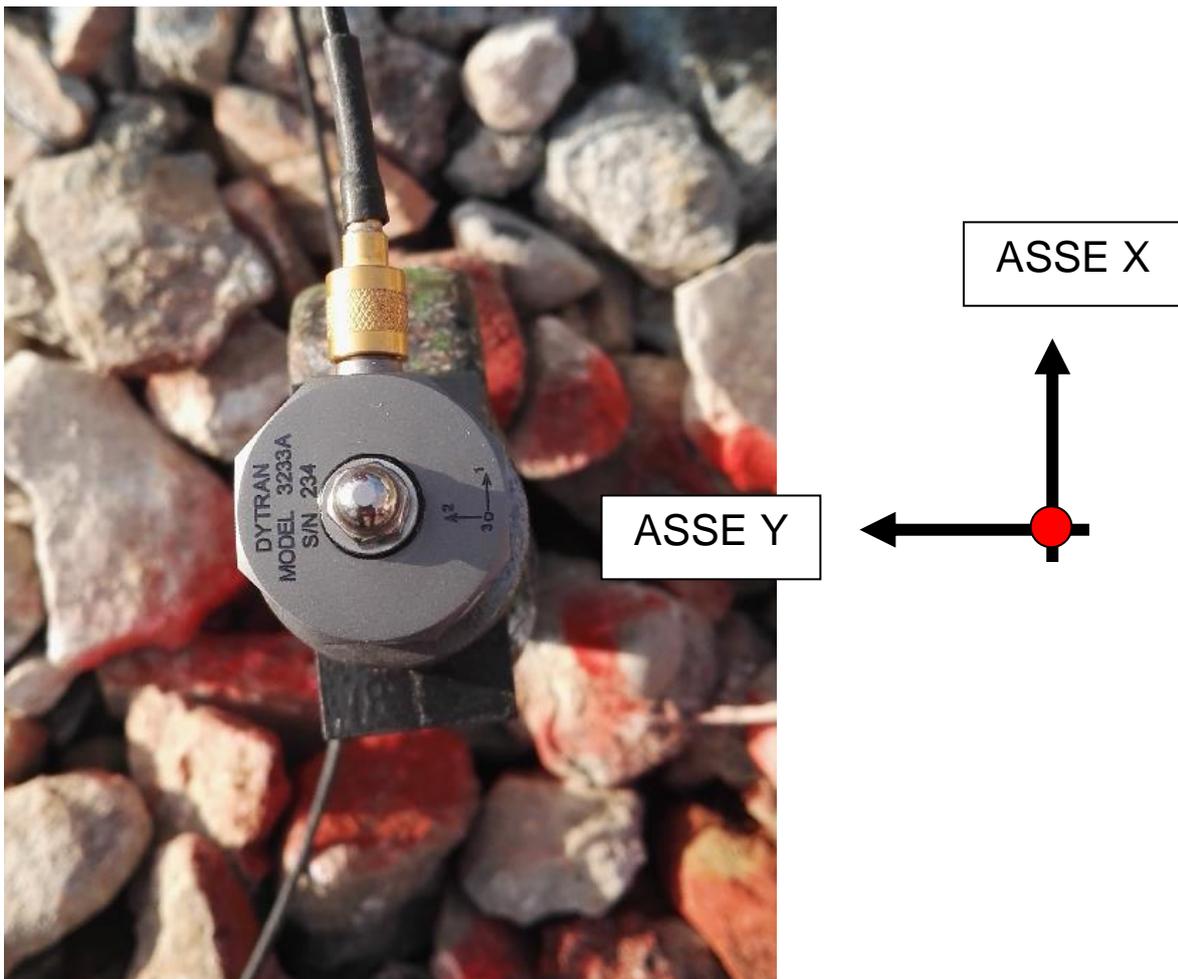
**Dytran Instruments, Inc.**  
21592 Marilla St. Chatsworth, CA 91311 Ph: 818-700-7818 Fax 818-700-7880  
www.dytran.com email: info@dytran.com

page 1 of 1

## CALIBRATION CERTIFICATE TRIAxIAL LIVM ACCELEROMETER

<b>CUSTOMER:</b> SVANTEK SP Z.O.O./PROD. DEPT.		<b>TEST REPORT #:</b> 234		12/22/2006		
<b>PURCHASE ORDER #:</b> DTY/19/2006		<b>SALES ORDER #:</b> 124958		<b>PROCEDURE:</b> TP3002		
<b>MODEL:</b> 3233A		<b>SERIAL #:</b> 234		<b>RANGE, F.S. (g's):</b> +/- 5		
<b>NEW UNIT</b>	X	<b>RE-CALIBRATION [1]</b>		<b>AS RECEIVED CODE</b>	<b>AS RETURNED CODE</b>	
<b>TEMPERATURE (°C):</b> 24			<b>HUMIDITY (%):</b> 26			
<b>FREQUENCY RESPONSE [2]</b>						
<b>FREQUENCY (Hz)</b>	<b>AXIS 1 (mV/g)</b>		<b>AXIS 2 (mV/g)</b>		<b>AXIS 3 (mV/g)</b>	
20	1068.70		1050.00		1027.90	
30	1065.10		1040.50		1024.60	
50	1058.70		1040.30		1018.10	
100	1060.40		1039.60		1018.70	
300	1039.20		1021.50		1001.70	
500	1042.60		1023.60		988.80	
1000	1030.50		1009.40		978.30	
2000	1036.10		993.00		961.70	
3000	1039.00		1132.60		948.60	
<b>BIAS VOLTAGE (VDC)</b>	12.3		12.5		12.4	
<b>DISCHARGE T.C. (sec)</b>	1.00		1.00		1.00	
<b>REMARKS:</b> NONE						
<b>TEST EQUIPMENT LIST - CALIBRATION STATION # 9</b>						
<b>DII #</b>	<b>MANUFACTURER</b>	<b>MODEL</b>	<b>SERIAL #</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>CAL DATE</b>	<b>DUE DATE</b>
540	BERAN INSTRUMENTS	475	182448	VIBRATION CALIBRATOR	06/13/06	06/13/07
541	BERAN INSTRUMENTS	801A	A004	DUAL AMPLIFIER UNIT	06/13/06	06/13/07
591	KEITHLEY	2000	0642889	MULTIMETER	01/12/06	01/12/07
014	NICOLET	3061	84D00744	DIGITAL OSCILLOSCOPE	02/28/06	02/28/07
696	DYTRAN INST.	3010M14	1684	ACCELEROMETER	07/13/06	07/13/07
<p>[1] AS RECEIVED / AS RETURNED CODES:          1 = IN TOLERANCE, NO ADJUSTMENTS      4 = OUT OF TOLERANCE &gt; 5%      7 = UNIT NON-REPAIRABLE, RECOMMEND REPLACEMENT          2 = IN TOLERANCE, BUT ADJUSTED      5 = REPAIR REQUIRED      8 = UNIT SERVICEABLE WITH CURRENT CALIBRATION DATA          3 = OUT OF TOLERANCE &lt; 5%      6 = REPAIRED AND CALIBRATED</p> <p>[2] THIS CALIBRATION WAS PERFORMED IN ACCORDANCE WITH MIL-STD-45662A, ANS/INC SL Z540-1-1994, ISO 10012-1 USING THE BACK-TO-BACK COMPARISON METHOD PER ISA RP37.2 AND IS TRACEABLE TO THE NIST THROUGH TEST REPORT # 13185 DUE 07-13-07.          ESTIMATED UNCERTAINTY OF CALIBRATION: 2% FROM 5-50 Hz, 1% FROM 100-2000 Hz, 2% FROM 2.5-10 MHz.          THIS CERTIFICATE SHALL NOT BE REPRODUCED EXCEPT IN FULL, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION FROM DYTRAN INSTRUMENTS, INC.</p>						
<b>CALIBRATION TECHNICIAN:</b>  PHUOC TRAN				<b>TEST DATE:</b> 12/22/06		
				<b>RECALL DATE:</b> 12/22/07		

## 1.24 MONITORAGGIO VIBRAZIONI-ESEMPIO





**Ing. Stefano Frosini**

Albo Ing. Prov. Livorno N° 1064

Min. Interno LI01064I00140

T.C.A.A. Regione Toscana DRT N° 6893/1997

Già docente al master in acustica ambientale al Politecnico di Milano