

S.S.N. 318 DI VALFABBRICA

Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354

Lotto 5: 1 stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi

2 stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario

MONITORAGGIO AMBIENTALE - FASE CORSO D'OPERA

COD. PG131-PG6

IMPRESA AFFIDATARIA

ATI: Donati S.p.A. - N.V. BESIX S.a.



DONATI
S.P.A.



BESIX

IMPRESA ESECUTRICE DEI LAVORI

VALFABBRICA 2020 S.c.ar.l.

Via Aurelia antica 272

00165 Roma (RM)

C.F. e P.I. 15947971006

ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE



ARIEN CONSULTING s.r.l.

IL DIRETTORE OPERATIVO:

Dott. Geol. Matteo Rizzitelli

Il Direttore Tecnico

Dott. Ing. Domenico D'Alessandro

Il Direttore dei Lavori:

Dott. Ing. Marco De Paolis

visto il R.U.P.

Dott. Ing. Alessandro Micheli



IL RESPONSABILE AMBIENTALE:

Ing. Claudio Lamberti

IL DIRETTORE TECNICO IMPRESA AFFIDATARIA:

Ing. Santino di Cintio

IL GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Ing. Antonio Orlando (rumore)

Dott. Arch. Emiliano Capozza (atmosfera)

Dott. Geol. Francesco Morgante (suolo)

Dott. Agr. Matteo Vetro (vegetazione e fauna)

Dott. Geol. Francesco Vergara (acque superficiali e sotterranee)

Dott. Arch. Caterina Scamardella (paesaggio)

PROTOCOLLO

DATA

**COMPONENTE VIBRAZIONI
REPORT TRIMESTRALE**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N.PROG.

D P P G 0 8

E

1 7 0 1

NOME FILE

CODICE ELAB.

P 0 0 M O A M O 0 8 R E 7 5

REVISIONE

SCALA:

A

| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|-------------|------------|------------|------------|-----------------|
| A | Emissione | 30/06/2023 | A. Orlando | A. Orlando | D. D'Alessandro |

INDICE

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 1. | PREMESSA..... | 2 |
| 2. | OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO | 3 |
| 3. | RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI | 7 |
| 3.1. | Normativa Comunitaria e Nazionale | 7 |
| 3.2. | Termini e definizioni..... | 8 |
| 3.3. | Sintesi del quadro normativo applicabile..... | 9 |
| 3.3.1. | UNI 9614 | 9 |
| 4. | ATTIVITA' DI MONITORAGGIO | 13 |
| 4.1. | Metodologia di misura..... | 13 |
| 4.2. | Strumentazione | 14 |
| 4.3. | Individuazione dei ricettori | 15 |
| 4.4. | Attività di monitoraggio svolte | 20 |
| 4.5. | Analisi dei risultati..... | 20 |
| 4.5.1. | VIB 01 | 20 |
| 4.5.2. | VIB 02 | 20 |
| 4.6. | Confronto con le precedenti campagne di misure eseguite..... | 21 |
| 5. | CONCLUSIONI..... | 22 |
| 6. | ALLEGATI..... | 23 |

1. PREMESSA

Nel presente elaborato si relaziona in merito all'attività di monitoraggio ambientale relativa alla componente "Vibrazioni" per la fase Corso d'Opera dell'opera *"Tratto Valfabbrica – Schifanoia – Interventi di completamento dal km 16+224 al km 19+354 - Lotto 5: 1 stralcio parte B: raddoppio Galleria Picchiarella e Viadotto Tre Vescovi 2° stralcio: raddoppio Galleria Casacastalda e Viadotto Calvario"*.

2. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

L'obiettivo del monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni è quello di misurare parametri e valori che permettono di individuare la presenza di moti vibratorii all'interno di strutture ed a verificare i relativi effetti sulle stesse (se richiesto) e sugli esseri umani che vivono al loro interno e/o le frequentano.

Il monitoraggio ambientale:

- in fase "Ante Operam", permette di valutare lo stato del ricettore prima dell'inizio dei lavori e verificare la presenza di eventuali fenomeni vibratorii già presenti e potenzialmente impattanti sulle strutture (recettori) e sulle persone residenti presso le stesse strutture,
- in fase "Corso d'Opera", permette di valutare l'effetto dei fenomeni vibratorii generati dalle lavorazioni di cantiere sulle strutture (recettori) e sulle persone residenti presso le stesse strutture. In tale fase si effettua un confronto oltre che con i limiti applicabili anche con i valori misurati in fase Ante Operam.

Un fenomeno vibratorio, come si spiegherà meglio nelle pagine che seguono, produce effetti e quindi disturbo alla popolazione prima ed alle strutture poi.

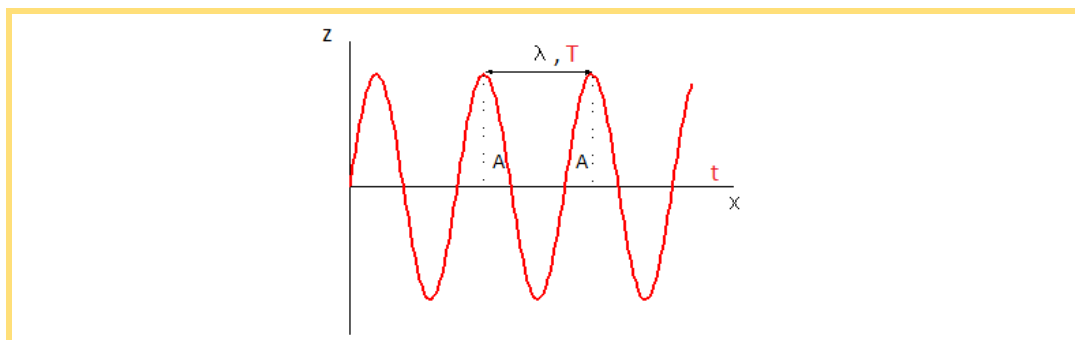
La vibrazione è un'onda che determina un'oscillazione, più o meno ampia, di un corpo o di una struttura. L'energia, correlata a questa onda, si sviluppa con successive compressioni/dilatazioni/oscillazioni del mezzo entro cui quest'onda si propaga.

Il mezzo di propagazione evidentemente può essere:

- l'aria, questo è il mezzo impiegato principalmente da vibrazioni generate da sorgenti quali raffiche di vento o aeroplani che volano a bassa quota;
- il terreno, questo è il mezzo impiegato principalmente da vibrazioni generate da attività antropiche e/o da eventi sismici;
- il materiale di cui è costituito un edificio e la relativa struttura, questo è il mezzo impiegato principalmente da vibrazioni generate da attività antropiche e/o da eventi sismici.

I parametri caratteristici di una vibrazione (cfr. FIG. che segue) sono:

- ampiezza: (a parità di altri parametri) a maggior ampiezza consegue maggior danno,
- durata: (a parità di altri parametri) a maggior durata consegue maggior danno,
- frequenza: il rischio di danno è tanto più elevato quanto più la frequenza è prossima alla frequenza propria del corpo e/o struttura (risonanza).



La frequenza f è, quindi, un parametro fondamentale per valutare la pericolosità di una sollecitazione dinamica vibratoria e quindi anche il periodo T che come noto, è l'inverso della frequenza: $T = 1/f$

Se grafichiamo l'onda in funzione del tempo t e dello spazio x : indichiamo la velocità di propagazione dell'onda $C=f \lambda$ e quindi $C=\lambda/T$.

Un edificio o una struttura è un sistema che presenta una frequenza propria che è direttamente proporzionale all'elasticità della struttura ed inversamente proporzionale alla massa. Pertanto più grande è la massa e minore è l'elasticità della struttura più bassa è la frequenza propria.

Tale frequenza è specifica per ogni sistema ed è indipendente dall'intensità della forza eccitante ma, come detto, dipende esclusivamente da massa e struttura.

Quando al sistema viene applicata una forza perturbatrice esterna che varia nel tempo, e quindi dotata di una certa frequenza eccitante, che può esser maggiore, minore, od uguale alla frequenza propria del sistema lo stesso inizia a vibrare indipendentemente dalla sua frequenza propria, e dipende solo dalla frequenza eccitante.

Se la frequenza esterna è maggiore di quella propria del sistema, l'ampiezza dell'oscillazione rimane piccola, al contrario, sarà maggiore con frequenze disturbanti minori. Quando la frequenza esterna di eccitazione coincide con la frequenza propria del sistema, e le due agiscono, conseguentemente, in fase si ha il fenomeno di risonanza. In questo caso, l'ampiezza dell'oscillazione continua a crescere con tendenza all'infinito, e la struttura viene assoggettata a deformazioni sempre più crescenti che tendono a provocarne il collasso

Nella tabella 2-1 si riportano valori di letteratura relativi ai periodi propri di vibrazioni, espresse in secondi, di alcune strutture:

| TIPOLOGIA EDIFICIO (per altezze < 30 m) | Periodi propri di vibrazione [sec] |
|---|---------------------------------------|
| Edifici residenziali di altezze modeste | 0.1-0.3 |
| Strutture in c.a. con nuclei di controvento | 0.1-0.5 |
| Strutture in acciaio con controventi | 0.1-0.5 |
| Strutture in c.a. senza nuclei di controvento | 0.3-1.0 |
| Camini in acciaio | 1.0-1.5 |
| Telai in acciaio | < 2.0 |

I valori sopra riportati difficilmente vengono raggiunti a seguito di vibrazioni prodotte da attività di tipo antropico; infatti raramente i relativi livelli energetici più elevati si collocano in questi intervalli di periodi. In generale i valori sono inferiori (le frequenze sono più elevate), ed il loro effetto, sugli edifici, è, quindi, modesto o trascurabile.

Diverso è il caso di un evento sismico che è una sorgente di vibrazioni con elevati livelli energetici, e periodi che interessano gli intervalli sopra individuati, quindi estremamente pericolosa.

Nel presente studio si prenderanno in considerazione principalmente le vibrazioni prodotte da attività antropiche (lavorazioni di cantiere) che utilizzano come mezzo di propagazione il terreno ed i materiali di cui sono costituiti gli edifici e le relative strutture (i recettori).

A riguardo si osserva che a basse intensità del fenomeno vibratorio si produce un disturbo che determina effetti solo sulle persone; all'aumentare dell'intensità il disturbo determina effetti che si estendono alle strutture con conseguente produzione di danni alle stesse. Più precisamente:

- per quanto concerne gli effetti sulle persone, l'analisi delle vibrazioni è volta alla valutazione delle conseguenze del disturbo indotto dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani. Tale disturbo è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio che si manifesta all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile ovvero dell'insorgenza di una generica sensazione percettiva che può arrecare fastidio, qualora il soggetto svolga una qualsiasi attività, anche non lavorativa;
- per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, si possono manifestare danni strutturali ad edifici e/o strutture. Naturalmente tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani e, pertanto, se nel corso della valutazione dei fenomeni vibratorii si misurano livelli di vibrazione

accettabili per le persone si ha certezza dell'inesistenza di fenomeni che possano arrecare danni alle strutture almeno per quanto concerne le abitazioni civili.

Nel presente elaborato si considereranno - esclusivamente - gli effetti delle vibrazioni sugli esseri umani, in accordo con quanto richiesto dal PMA di riferimento.

3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Il panorama legislativo nazionale non disciplina i fenomeni vibratorii intesi come danno alle strutture e/o disturbo alle persone residenti nelle strutture stesse.

Tuttavia esiste una normativa tecnica di supporto e la valutazione delle vibrazioni può essere condotta utilizzando standard appositamente elaborati sia in sede internazionale (ISO) sia in sede nazionale (UNI) che consentono di studiare gli effetti delle vibrazioni ed il conseguente disturbo alle persone e gli eventuali danni alle strutture.

3.1. Normativa Comunitaria e Nazionale

- NORMA INTERNAZIONALE ISO 2631/1 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 1: Specifiche generali;
- NORMA INTERNAZIONALE ISO 2631/2 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- NORMA INTERNAZIONALE ISO 4866 Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici;
- DIN 4150-3 1999 Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti.
- UNI ISO 5348 Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri;
- NORMA UNI 11048 Vibrazioni meccaniche ed urti - metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo;
- NORMA UNI 9916 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- NORMA UNI 9670 Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiatura di misura;
- NORMA UNI 9614 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- NORMA UNI 9513 Vibrazioni e Urti. Vocabolario.
- UNI 11568:2015 Vibrazioni – Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni – Strumentazione di misura
- UNI EN ISO 8041-1:2017 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni – strumenti di misurazione – Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale
- UNI ISO 5348 Vibrazioni meccaniche ed urti – Montaggio meccanico degli accelerometri

3.2. Termini e definizioni

Le definizioni che seguono sono desunte dalle Norme UNI 9614 e 9916 i cui criteri saranno esposti nei paragrafi che seguono.

UNI 9614:2017

- Abitante: persona con permanenza anche temporanea all'interno di un edificio ed esposta alle vibrazioni.
- Accelerazione $a(t)$: valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione in un punto calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane.
- Accelerazione assiale $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$: valore istantaneo di ciascuna delle tre componenti cartesiane del vettore accelerazione in un punto.
- Accelerazione ponderata assiale $a_{w,j}(t)$: valore istantaneo dell'accelerazione ponderata in frequenza nel dominio del tempo per i -esimo asse ottenuta utilizzando la curva W_m .
- Accelerazione ponderata assiale efficace $a_{w,rms,j}(t)$: valore efficace valutato all'istante t di $a_{w,j}(t)$.
- Accelerazione ponderata totale efficace $a_w(t)$: valore efficace totale valutato all'istante t sui tre assi.
- Ambiente di misura: ambiente significativo in termini di permanenza del soggetto esposto o delle attività svolte o ambiente nel quale il soggetto esposto lamenta il maggior disturbo.
- Disturbo: sensazione personale legata ai livelli di vibrazioni che determinano irrequietezza, fastidio, ansia, irritazione.;
- Evento: elemento minimo del fenomeno vibratorio oggetto di misura al quale viene associata, come descrittore della vibrazione, la massima accelerazione ponderata.
- Massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$: il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata $a_w(t)$, misurati durante uno specifico evento.
- Massima accelerazione statistica $a_{w,95}$: stima del 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$.
- Periodo di attività: periodo di permanenza dei fenomeni vibratorii definito dall'orario di inizio e dell'orario di fine.
- Periodo diurno: fascia oraria fra le ore 06.00 e le ore 22.00.
- Periodo notturno: fascia oraria fra le ore 22.00 e le ore 06.00.

- Valutazione del disturbo: insieme delle attività di misurazione delle vibrazioni, di calcolo dei descrittori del disturbo e di confronto con i limiti di riferimento.
- Vibrazioni della sorgente, V_{sor} : vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$.
- Vibrazioni residue, V_{res} : vibrazioni immesse nell'edificio in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$;
- Vibrazioni immesse, V_{imm} : vibrazioni immesse nell'edificio da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine (V_{sor} e V_{res}). Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$.

3.3. Sintesi del quadro normativo applicabile

Gli effetti delle vibrazioni sull'uomo all'interno degli edifici sono descritti nella UNI 9614 e nella norma ISO 2631 che concorda parzialmente con la prima. Infatti, anche se i contenuti delle due normative sono sostanzialmente analoghi, la norma UNI risulta maggiormente chiara ed accessibile dal punto di vista tecnico.

Per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sulle strutture, le normative di riferimento sono la ISO 4866 e la UNI 9916, che riportano essenzialmente gli stessi contenuti tecnici. Inoltre, poiché quest'ultima, nell'indicazione dei valori limite, fa esplicito riferimento alla norma tedesca DIN 4150-3, anche quest'ultima è da tenere in considerazione.

Sintetizzando le norme UNI 9614, UNI 9916 e DIN 4150-3 risultano di particolare interesse per il presente lavoro in quanto oltre ad indicare le grandezze da rilevare riportano dei valori limite mediante i quali valutare i valori rilevati nel corso delle attività di monitoraggio.

Con riferimento alla norma UNI 9614 che tratta delle vibrazioni sull'uomo all'interno degli edifici si riportano, per completezza, le principali nozioni che saranno impiegate nel corso della presente relazione.

3.3.1. UNI 9614

Prima di ogni descrizione è utile osservare che la misura della vibrazione viene effettuata, al fine di una sua valutazione sulla base di quattro parametri fisici in grado di determinare il comportamento umano ma anche quelle delle strutture alle vibrazioni: intensità (dell'accelerazione e/o della velocità e/o dello spostamento), frequenza, direzione e durata.

La UNI 9614 definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli stessi edifici.

La grandezza cinematica scelta per la valutazione del disturbo è l'accelerazione assoluta; si deve quindi ricorrere alla misurazione diretta e quindi all'impiego di sensori accelerometrici. Le vibrazioni devono essere misurate simultaneamente lungo tre direzioni ortogonali e le posizioni di misura devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti.

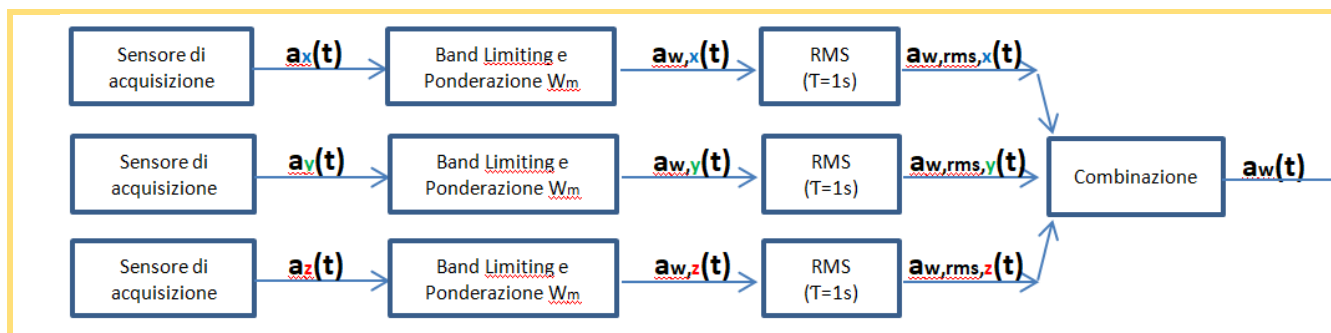
La durata complessiva delle misurazioni è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessario assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo è necessario procedere alla misurazione delle vibrazioni immesse e delle vibrazioni residuo. Per sorgenti continue ricadenti definizione delle attività essenziali di pubblico servizio, la misurazione delle Vibrazioni residue non è, generalmente, un'opzione attuabile. Per queste sorgenti si possono quindi misurare, in generale, le sole vibrazioni immesse.

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati.

Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro si deve fare in generale riferimento alla UNI ISO 5348 e alle indicazioni fornite dal produttore della scheda tecnica del sensore.

Di seguito si riporta lo schema di elaborazione ai sensi della norma UNI EN 9614:



Come indicato nello schema sopra riportato l'accelerazione misurata sui tre assi, deve essere filtrata con un filtro passa banda (band-limiting cfr. ISO 2631-2 [3] e UNI EN ISO 8041-

1:2017) e successivamente con il filtro di ponderazione W_m ottenendo, per l' j -esimo asse l'accelerazione ponderata $a_{w,j}(t)$.

Successivamente per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata (tempo d'integrazione $T = 1$ sec), per ogni singolo asse (n.b. il calcolo deve essere conforme a quanto indicato nella norma UNI EN ISO 8041-1:2017).

$$a_{w,rms,j}(t) = \left(\frac{1}{\tau} \times \int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\xi) \times d\xi \right)^{0,5}$$

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace è eseguito per combinazione, istante per istante, a partire delle tre accelerazioni assiali ponderate.

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

La norma UNI 9614 inoltre propone, ai fini della valutazione del disturbo, l'acquisizione di:

- 1) la massima accelerazione ponderata $a_{w,max,i}$: calcolata come il massimo di $a_w(t)$ all'interno del i -esimo evento:

$$a_{w,max,i} = \max (a_w (t))$$

- 2) la massima accelerazione statistica $a_{w,95}$

$$a_{w,95} = \bar{a}_{w,max} + 1,8 \times \sigma$$

dove:

- $\bar{a}_{w,max}$ è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato mediante la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,i}$ (con $i = 1 \dots N$ eventi considerati):

$$\bar{a}_{w,max} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{w,max,i}}{N}$$

- σ è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ calcolato mediante l'equazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{w,max,i} - \bar{a}_{w,max})^2}{N-1}}$$

Nel caso in cui non sia possibile misurare più di 5 eventi, il valore $a_{w,95}$ ottenuto mediante la precedente equazione non è sufficientemente attendibile. In questo caso il valore di $a_{w,95}$ deve essere stimato mediante la più elevata delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,i}$ relative agli N eventi misurati.

Il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente (V_{sor}) ritenuta fonte di disturbo può essere eseguito procedendo alla misurazione delle vibrazioni immesse (V_{imm}) e delle vibrazioni residue (V_{res}) mediante la formula

$$(V_{sor}) = [(V_{imm})^2 - (V_{res})^2]^{1/2}$$

Qualora le vibrazioni residue abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse il disturbo prodotto dalle vibrazioni della sorgente è da considerarsi trascurabile.

La UNI 9614 definisce diversi limiti di riferimento.

| Tipologia | | Valore limite V_{sor} [mm/s ²] |
|----------------------------------|--|---|
| Ambiente ad uso abitativo | <i>Periodo diurno</i> | 7.2 |
| | <i>Periodo notturno</i> | 3.6 |
| | <i>Periodo diurno giornate festive</i> | 5.4 |
| Luoghi lavorativi | | 14 |
| Ospedali, case di cura ed affini | | 2 |
| Asili e case di riposo | | 3.6 |
| Scuole | | 5.4 |

La norma infine:

- in appendice A propone una metodologia di individuazione degli eventi significativi. In particolare per le vibrazioni prodotte da attività di cantiere viene precisato che nella maggioranza dei casi si tratta di fenomeni transitori di breve durata e facilmente isolabili nella storia temporale delle attività. Inoltre in base alla norma è necessario che i valori misurati siano raggruppati per tipologia e che il numero minimo di eventi da considerare è pari a 15;
- in appendice C individua anche la possibilità di deroghe ai limiti di riferimento per attività temporanee. In particolare sono indicati i casi in cui è applicabile la deroga e le linee guida per la loro gestione. Sulla base di quanto indicato in appendice risultano soggette a deroga le sole attività di cantiere o, più in generale, le attività legate ad alcune lavorazioni temporanee all'interno o all'esterno dell'edificio ricettore.

4. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

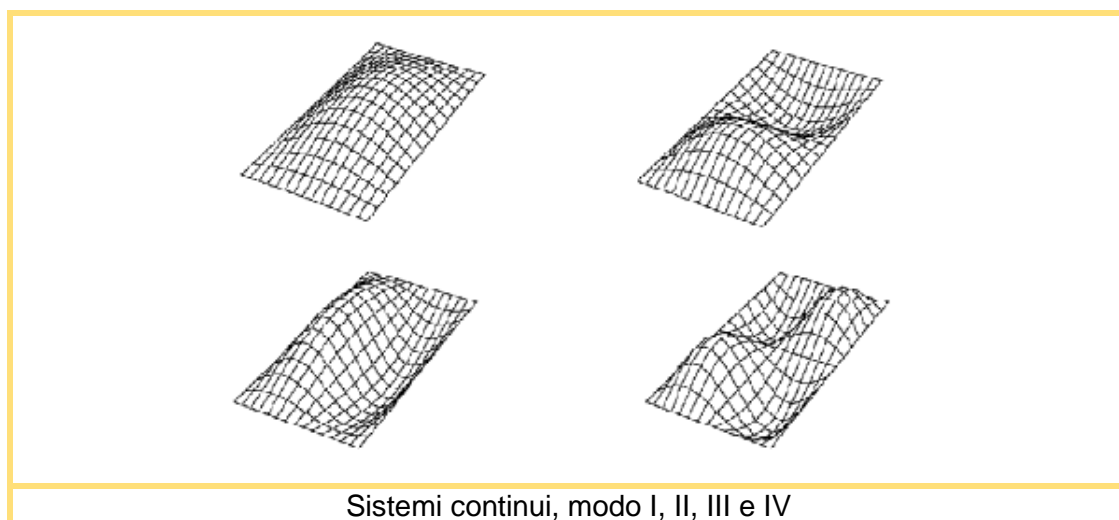
4.1. Metodologia di misura

Le metodologie di rilevamento e campionamento sono state desunte dalla normativa vigente riportata sinteticamente al precedente capitolo. Pertanto per quanto non esplicitamente riportato nelle pagine che seguono si rimanda alla normativa applicabile.

Per l'esecuzione delle attività di monitoraggio sono state eseguite misure di durata idonea (24h) a rappresentare il fenomeno disturbante che, nel caso specifico, era costituito dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione rilevato stradale.

La scelta delle postazioni di monitoraggio è stata eseguita sulla base delle indicazioni degli occupanti e con riferimento ai locali ove, per gli stessi erano presenti condizioni di maggior disagio.

La figura che segue (FIGURA 4.1-1) evidenzia i modi di vibrare di un sistema continuo (es. struttura di un solaio) e fornisce una guida nella scelta dell'ubicazione dei sismografi.



Tutte le attività di misura eseguite sono sincrone con rilevazione contemporanea degli indicatori presso gli assi x, y e z.

Durante il monitoraggio è stata eseguita una misura del parametro accelerazione, ed il fissaggio degli strumenti è avvenuto secondo quanto indicato dalla norma UNI ISO 5348 che descrive le corrette modalità di fissaggio.

Si ricorda che il monitoraggio della componente "Vibrazioni" non va eseguito quando la temperatura scende al di sotto dello zero. Infatti la propagazione delle vibrazioni è legata alla fluttuazione del livello di falda, che caratterizza la tipologia del fenomeno in frequenza e in

intensità. Anche il cambiamento della rigidità strutturale degli strati superficiali (per esempio per fenomeni di gelo invernale) può influenzare notevolmente la propagazione delle vibrazioni.

Anche la strumentazione di misura potrebbe reagire con una diversa sensibilità per temperature prossime alla temperatura di gelo.

Un altro elemento che influenza fortemente il fenomeno vibratorio è la variazione del traffico, e quindi sono da escludersi i periodi anomali quali i periodi feriali e/o festivi.

Le attività sono state eseguite in condizioni climatiche buone e non in corrispondenza di periodi feriali e/o festivi.

4.2. Strumentazione

La strumentazione impiegata nelle attività di rilievo, riportata dettagliatamente nella figura successiva (FIGURA 4.2-1), così come indicato dalla norma UNI 9614, risponde alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

Gli accelerometri impiegati ottemperano alle norme ISO 2631, UNI 9614 e UNI 9916, con range di frequenza 1 – 300 Hz, range di misura pari a 50 m/s², risoluzione $\leq 0,1$ mm/s², linearità $\leq \pm 1\%$ e sensibilità trasversale $\leq \pm 5\%$.

Multi-analizzatore multi-registratore multi-canale portatile su piattaforma multimediale

Soundbook analizzatore real time ad 1/2/4/8 canali. Per misure, analisi e monitoraggio di rumore e vibrazioni con registrazione audio e video sincronizzata.



Accelerometri

3 ICP Accelerometer della PCB Piezotronics, sensore per la misura delle vibrazioni specificamente progettato per consentire il rilevamento di vibrazioni. Base a gravità per misure triassiali



Accelerometro



base supporto

Calibratore

calibratore portatile handheld shaker della PVB Piezotronics



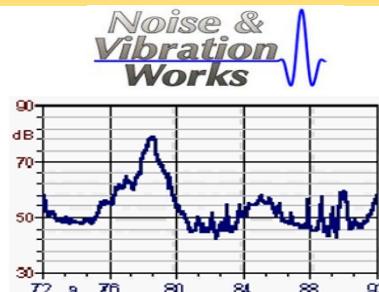
Software di misurazione e post-elaborazione dati

Samurai versione 2.0.34 della SINUS Messtechnik GmbH

SAMURAI™

Software per l'elaborazione delle misure vibrometriche

Noise & Vibration Works è un software a 32 bit che lavora in ambiente Windows PC.



Tutta la catena di misura è accompagnata da certificato di taratura in corso di validità rilasciato da laboratori accreditati.

In base alla durata prevista per la misura, è stato adeguatamente dimensionato il sistema di alimentazione dello strumento.

Analogamente, in base ai parametri da acquisire, alla frequenza di memorizzazione e alla durata del rilievo, è stato opportunamente calcolato il tempo necessario a riempire la memoria dello strumento.

4.3. Individuazione dei ricettori

Le attività di monitoraggio sono state eseguite presso i ricettori di seguito descritti.

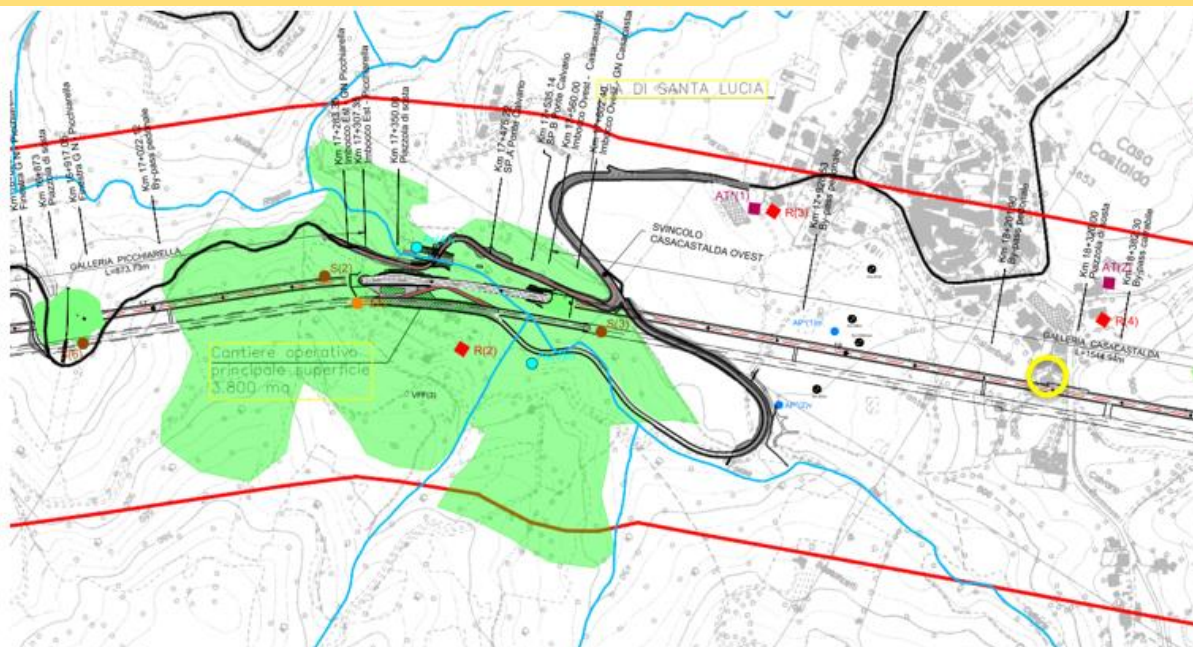
Prima dell'effettuazione delle attività di monitoraggio, è stato effettuato un sopralluogo preliminare al fine di verificare la fattibilità delle misure, acquisire i permessi necessari all'esecuzione dei rilievi, anche in considerazione del fatto che la postazione di rilievo è stata allocata presso il ricettore per 24h.

RICETTORE

| | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| CODICE RICETTORE: | VIB 01 | COORDINATE: | 43°11' 44" N | 12°39'02"E |
| REGIONE: | Umbria | PROVINCIA: | Perugia | |
| COMUNE: | Valfabbrica | FRAZIONE: | Casacastalda | |



STRALCIO PLANIMETRICO



CARATTERISTICHE RICETTORE

| | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| ABITAZIONI O AMBIENTI AD USO ABITATIVO: | <input checked="" type="checkbox"/> | LUOGO LAVORATIVO: | <input type="checkbox"/> | CHIESA: | <input type="checkbox"/> |
| ASILI E CASE DI RIPOSO: | <input type="checkbox"/> | SCUOLA: | <input type="checkbox"/> | OSPEDALE, CASE DI CURA, AFFINI: | <input type="checkbox"/> |
| N° PIANI FUORI TERRA: | 2 | ALTEZZA TOTALE RICETTORE [m] | 8 | | |
| STATO DI CONSERVAZIONE: | <input type="checkbox"/> NON AGIBILE | | <input type="checkbox"/> SCADENTE | <input type="checkbox"/> MEDIO | <input checked="" type="checkbox"/> BUONO |
| TIPOLOGIA STRUTTURA: | <input checked="" type="checkbox"/> C.A. | <input type="checkbox"/> MURATURA | <input type="checkbox"/> ALTRO * (descrivere) | | |
| AMBIENTE/I SOTTOPOSTO/I A MONITORAGGIO: | N° | 1 | DESCRIZIONE | | |
| ORIENTAMENTO RISPETTO ALLA SORGENTE | <input checked="" type="checkbox"/> PARALLELO | <input type="checkbox"/> RUOTATO | <input type="checkbox"/> ALTRO * (descrivere) | | |
| NOTE: | | | | | |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

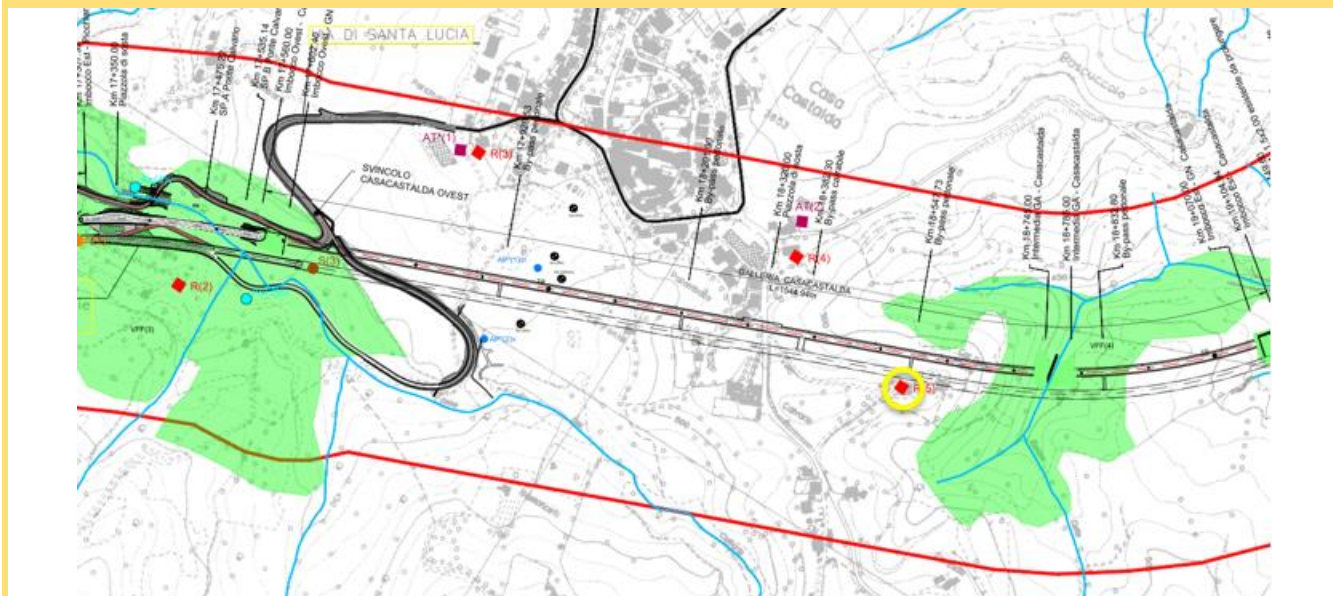


RICETTORE

| | | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------|--------------|------------|
| CODICE RICETTORE: | VIB 02 | COORDINATE: | 43°11' 45" N | 12°39'14"E |
| REGIONE: | Umbria | PROVINCIA: | Perugia | |
| COMUNE: | Valfabbrica | FRAZIONE: | Casacastalda | |



STRALCIO PLANIMETRICO



CARATTERISTICHE RICETTORE

| | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---|---|--------------------------|
| ABITAZIONI O AMBIENTI AD USO ABITATIVO: | <input checked="" type="checkbox"/> | LUOGO LAVORATIVO: | <input type="checkbox"/> | CHIESA: | <input type="checkbox"/> |
| ASILI E CASE DI RIPOSO: | <input type="checkbox"/> | SCUOLA: | <input type="checkbox"/> | OSPEDALE, CASE DI CURA, AFFINI: | <input type="checkbox"/> |
| N° PIANI FUORI TERRA: | 2 | ALTEZZA TOTALE RICETTORE [m] | 9 | | |
| STATO DI CONSERVAZIONE: | <input type="checkbox"/> NON AGIBILE | <input type="checkbox"/> SCADENTE | <input type="checkbox"/> MEDIO | <input checked="" type="checkbox"/> BUONO | |
| TIPOLOGIA STRUTTURA: | <input checked="" type="checkbox"/> C.A. | <input type="checkbox"/> MURATURA | <input type="checkbox"/> ALTRO * (descrivere) | | |
| AMBIENTE/I SOTTOPOSTO/I A MONITORAGGIO: | N° | 1 | DESCRIZIONE | | |
| ORIENTAMENTO RISPETTO ALLA SORGENTE | <input checked="" type="checkbox"/> PARALLELO | <input type="checkbox"/> RUOTATO | <input type="checkbox"/> ALTRO * (descrivere) | | |
| NOTE: | | | | | |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



4.4. Attività di monitoraggio svolte

Le attività di monitoraggio sono state eseguite, nel mese di Maggio ed in particolare in data:

| CODICE | DATA INIZIO MISURA | DURATA |
|--------|--------------------|--------|
| VIB 01 | 03-05-2023 | 24h |
| VIB 02 | 09-05-2023 | 24h |

Alla data predetta la galleria denominata e maggiore fonte di disturbo per i predetti ricettori era arrivata a

Come detto precedentemente, la scelta delle postazioni di monitoraggio è stata eseguita sulla base delle indicazioni degli occupanti e con riferimento ai locali ove, per gli stessi erano presenti condizioni di maggior disagio. Per ulteriori informazioni si rimanda alle schede di monitoraggio specifiche.

4.5. Analisi dei risultati

Nelle tabelle che seguono si riporta il dettaglio delle misure svolte ed il confronto con i limiti applicabili:

4.5.1. VIB 01

| ACCELERAZIONE PONDERATA $a_w(t)$ | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------|------|
| GIORNO | PERIODO | [mm/s ²] | NOTE |
| 03/05/2023 | 09.50 - 22.00 | 0,074 | - |
| 03/05/2023 | 22.00 - 06.00 | 0,051 | - |
| 04/05/2023 | 06.00 - 09.50 | 0,070 | - |

| ACCELERAZIONE PONDERATA EFFICACE $a_{w,95}$ | | | | |
|---|---------------|----------------------|-----------------------|------|
| GIORNO | PERIODO | [mm/s ²] | LIMITE | NOTE |
| 03/05/2023 | 09.50 - 22.00 | 1,1 | 7,2 mm/s ² | - |
| 03/05/2023 | 22.00 - 06.00 | 0,7 | 3,6 mm/s ² | - |
| 04/05/2023 | 06.00 - 09.50 | 0,7 | 7,2 mm/s ² | - |

4.5.2. VIB 02

| ACCELERAZIONE PONDERATA $a_w(t)$ | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------|------|
| GIORNO | PERIODO | [mm/s ²] | NOTE |
| 09/05/2023 | 09.45 - 22.00 | 0,08 | - |
| 09/05/2023 | 22.00 - 06.00 | 0,10 | - |
| 10/05/2023 | 06.00 - 09.45 | 0,10 | - |

| ACCELERAZIONE PONDERATA EFFICACE $a_{w,95}$ | | | | |
|---|---------------|----------------------|-----------------------|------|
| GIORNO | PERIODO | [mm/s ²] | LIMITE | NOTE |
| 09/05/2023 | 09.45 - 22.00 | 2 | 7,2 mm/s ² | - |
| 09/05/2023 | 22.00 - 06.00 | 0,2 | 3,6 mm/s ² | - |
| 10/05/2023 | 06.00 - 09.45 | 0,5 | 7,2 mm/s ² | - |

4.6. Confronto con le precedenti campagne di misure eseguite

La presente campagna di monitoraggio della componente Vibrazioni è stata la prima attività di monitoraggio svolta sui ricettori precedentemente indicati. Inoltre su tali punti non sono stati eseguiti monitoraggi in Ante Operam e, pertanto, non è possibile – ad oggi – confrontare i valori misurati in questa campagna con altri valori.

A partire dalla prossima campagna di monitoraggio si potranno eseguire confronti tra i valori misurati in Corso d'Opera.

5. CONCLUSIONI

Le attività di monitoraggio svolte hanno permesso di valutare i fenomeni vibratorii generati dalle lavorazioni di cantiere.

L'analisi dei risultati delle attività svolte mostra una situazione di completo rispetto dei limiti normativi applicabili ed in particolare non si evidenziano superamenti dei limiti applicabili indicati dalla NORMA UNI 9614.

Pertanto si può affermare che le lavorazioni di cantiere, oggetto di monitoraggio, non arrecano disturbo e sono rispettati i limiti previsti dalla predetta norma.

6. ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Decreto Tecnico Competente in Acustica

ALLEGATO 1 - DECRETO TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA ED ISCRIZIONE ENTECA

BOLLETTINO UFFICIALE
della REGIONE CAMPANIA

n. 35 del 4 Giugno 2012

Atti della Regione



Decreto Dirigenziale n. 197 del 21/05/2012

A.G.C.5 Ecologia, tutela dell'ambiente, disinquinamento, protezione civile

Settore 2 Tutela dell'ambiente

Oggetto dell'Atto:

RICONOSCIMENTO DEL POSSESSO DEI REQUISITI PER LO SVOLGIMENTO DELL'ATTIVITA' DI TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE - COMMI 6 E 7, ART. 2, LEGGE N.447/95 - APPROVAZIONE DELL'ELENCO DELLE ISTANZE "ACCOLTE" - SEDUTE DELLA COMMISSIONE REGIONALE INTERNA DEL 18 E 23.04.2012, 03 E 08.05.2012.

fonte: <http://burc.regione.campania.it>

IL DIRIGENTE

PREMESSO

- a. CHE la legge 26 ottobre 1995, n.447 (*legge quadro sull'inquinamento acustico*) e ss mm ed ii stabiliva, tra l'altro, che per poter svolgere l'attività di *tecnico competente* in acustica ambientale occorreva presentare domanda all'Assessorato Regionale competente, corredata di documentazione atta a comprovare l'aver svolto, in modo *non occasionale*, attività nel campo dell'acustica ambientale, per quattro anni, per i possessori di un diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico oppure, da almeno 2 anni, per i possessori di una laurea o diploma universitario ad indirizzo scientifico;
- b. CHE, con D.P.C.M. 31 marzo 1998 veniva approvato l'Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di *tecnico competente* in acustica, ai sensi dell'art.3, comma 1, lett.b e dell'art.2, commi 6, 7 e 8 della *legge quadro sull'inquinamento acustico*;
- c. CHE, con delibera della Giunta della Regione Campania 7 marzo 1996, n.1560 venivano approvate le modalità di presentazione delle domande per il riconoscimento del possesso dei requisiti per lo svolgimento dell'attività di *tecnico competente* in acustica ambientale e veniva istituita una commissione regionale interna, per la verifica del possesso dei requisiti previsti dalla legge;
- d. CHE la Giunta della Regione Campania, allo scopo di uniformare le procedure regionali all'Atto di indirizzo e di coordinamento di cui al DPCM 31.03.98, con delibera 18 agosto 2000, n.4431 modificava ed integrava la richiamata delibera n.1560/96;
- e. CHE la Giunta della Regione Campania, con delibera 24 aprile 2003, n.1537 aggiornava la D.G.R. 18.08.2000, n.4431, approvando i nuovi criteri e modalità per il riconoscimento della figura di *tecnico competente*;
- f. CHE la Giunta della Regione Campania, con delibera 6 giugno 2008, n.977 aggiornava la modulistica alle disposizioni legislative e regolamentari di cui al Testo Unico in materia di documentazione amministrativa (D.P.R. 445/00) e modificava la composizione e le modalità di nomina della commissione regionale interna, istituita con la DGR n.1560/96, per adeguarle alle norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche contenute nel D.Lgs. 165/01;
- g. CHE la commissione regionale interna - costituita con decreto dirigenziale n.827 del 23/09/08 così come modificata con decreti dirigenziali: n.565 del 19/06/09 e n.890 del 24/11/09 - individuava all'unanimità (seduta del 16/10/08) i criteri, per la valutazione del requisito della *non occasionalità* delle attività nel campo dell'acustica ambientale;

VISTE

- a. le istanze di riconoscimento della figura di *tecnico competente* in acustica ambientale e ss mm ed ii, presentate all'Assessorato all'Ambiente della Regione Campania, di seguito specificate:
 - a.1. istanza n.212 - prot. n. 062164 del 26/01/2011;
 - a.2. istanza n.213- prot. n. 062197 del 26/01/2011;
 - a.3. istanza n.216 - prot. n. 077356 del 01/02/2011;
 - a.4. istanza n.244 - prot. n. 334816 del 27.04.2011;
 - a.5. istanza n.247 - prot. n. 367624 del 10.05.2011;
 - a.6. istanza n.249 - prot. n. 374068 del 11.05.2011;
 - a.7. istanza n.187 - prot. n. 599436 del 13.07.2010;
 - a.8. istanza n.228 - prot. n. 229299 del 23.03.2011;
 - a.9. istanza n.201 - prot. n. 867025 del 29.10.2010;

- b. le risultanze della commissione regionale interna in data 18/04/2012, 23.04.2012, 03.05.2012 e 08.05.2012 secondo cui possono essere accolte le istanze individuate nell'Elenco A - allegato 1 al presente decreto;

DATO ATTO

- a. CHE i richiedenti venivano puntualmente informati dei criteri individuati dalla commissione regionale interna, per la valutazione del requisito della *non occasionalità* delle attività svolte nel campo dell'acustica ambientale;
- b. CHE era espletata la procedura di cui all'art.10-bis della Legge 241/90 e ss mm ed ii;
- c. CHE era concluso il procedimento di valutazione delle istanze in parola;

RITENUTO

- a. di poter e di dover prendere atto delle conclusioni formulate dalla commissione regionale interna nelle sedute del 18 e 23.04.2012, 03.e 08.05.2012;
- b. di poter e di dover adottare il provvedimento definitivo, in riscontro alle istanze de quibus, approvando l'elenco A, allegato 1 al presente decreto ed aggiornando, conseguentemente, l'elenco dei *tecnici competenti* in acustica ambientale della Regione Campania;

VISTI

- a. la legge 26 ottobre 1995, n.447 e ss mm ed ii;
- b. il D.P.C.M. 31 marzo 1998;
- c. la legge 7 agosto 1990, n.241 e ss mm ed ii;
- d. il DPR 28 dicembre 2000, n.445 e ss mm ed ii;
- e. la D.G.R.C. 7 marzo 1996, n.1560;
- f. la D.G.R.C. 18 agosto 2000, n.4431;
- g. la D.G.R.C. 24 aprile 2003, n.1537;
- h. la D.G.R.C. 6 giugno 2008, n.977;
- i. l'art.15, legge 12 novembre 2011, n.183.

Alla stregua dell'istruttoria compiuta dal funzionario preposto del Settore 02 - *Tutela dell'Ambiente*;

D E C R E T A

per i motivi indicati in narrativa, che qui si intendono integralmente riportati e trascritti:

1. in conformità ai criteri ed alle modalità stabilite dalla Regione Campania, con le Delibere di Giunta. 24 aprile 2003, n.1537 e 6 giugno 2008, n.977, nonchè alle risultanze della commissione regionale interna, prendere atto dei rilievi e delle conclusioni di quest'ultima nelle sedute del: 18 e 23.04.2012, 03 e 08.05.2012;
2. approvare l'*Elenco A - Istanze accolte*, allegato 1 al presente decreto;
3. notificare il presente decreto ai richiedenti di cui all'elenco A - allegato 1 al presente decreto;
4. dare atto che avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso al Tribunale Amministrativo Regionale ovvero, in alternativa, ricorso al Presidente della Repubblica, rispettivamente, entro 60 giorni ed entro 120 giorni dalla notifica;

5. inviare copia del presente decreto al Settore Stampa e Documentazione, per la pubblicazione sul BURC nonchè al web master, per l'aggiornamento dell'elenco pubblicato nella pagina "Ambiente" del sito web della Regione Campania.
6. l'esecuzione del presente decreto a cura del Settore Tutela dell'Ambiente.

- dott. Michele Palmieri -



Giunta Regionale della Campania

Allegato 1 al Decreto n. ____ del _____

Elenco A
ISTANZE ACCOLTE
Richiedenti

| NOME | COGNOME | DATA DI NASCITA | COMUNE DI RESIDENZA |
|----------------|----------------|-----------------|----------------------------|
| Caterina | Scamardella | 17/07/78 | Giugliano in Campania (NA) |
| <u>Antonio</u> | <u>Orlando</u> | <u>18/03/71</u> | <u>Baronissi (SA)</u> |
| Francesca | Bruni | 11/02/80 | Benevento |
| Manuela | Modesti | 07/02/79 | Salerno |
| Carmine | Avagliano | 16/04/74 | Cava de'Tirreni (SA) |
| Francesco | Cefariello | 25/01/74 | Casagiove (CE) |
| Giovanni Rino | Ricciardi | 18/10/80 | San Marco Evangelista (CE) |
| Vincenzo | Di Buono | 30/09/66 | Acerra (NA) |
| Irene | Florio | 04/06/64 | Benevento |

- dott. Michele Palmieri -

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

| Numero Iscrizione Elenco Nazionale | Regione | Cognome | Nome | Data pubblicazione in elenco |
|------------------------------------|----------|---------|---------|------------------------------|
| 8978 | Campania | Orlando | Antonio | 10/12/2018 |