



REGIONE
PUGLIA



Comuni di CERIGNOLA, ASCOLI SATRIANO E MELFI
Province di Foggia e Potenza
Regioni Puglia e Basilicata

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: ACCR_WQFVVF7

Nome progetto

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI 33 MW IN AC SITO IN CERIGNOLA

Titolo documento

RELAZIONE GEOLOGICA ALLEGATO-3 ELABORATI PROSPEZIONI SISMICHE HVSR

Committente



GHELLA S.p.A.

VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Soggetto proponente

Virginia Energia S.r.l.

VIA PIETRO BORSIERI, 2A - 00195 ROMA - ITALIA
TEL. 06/456031 , FAX. 06/45603040

Progettato



GL Associates S.r.l.

VIA GREGORIO VII 384, 00165 - ROMA
TEL./FAX: 06-58303719
E MAIL mail.glassociates@gmail.com

N. ELABORATO DA CODIFICA ISTRUZIONI TECNICHE	ISTRUZIONI TECNICHE						TIMBRO:	
	ACCR_WQFVVF7_RELAZIONE GEOLOGICA.PDF							
N. ELABORATO INTERNO ALLA COMMESSA	ATT.	COMMESSA	ORIGINE	FIN.	DISC.	PROG.		TIPO DOC.
	D	2021-001	GHAD	D	C	001	RTD	3
PROGETTISTA DI RIFERIMENTO	PROF. ING. RODOLFO ARANEO						DATA:	
GRUPPO DI PROGETTAZIONE	ING. EMANUELE MARINUCCI ING. ROBERTO PANDOLFI AGR. STEFANO DI IELSI AGR. CHRISTIAN PANARELLA GED. GIUSEPPE TRICARICO ING. GIANFRANCO DI LORENZO		INGEGNERIA IDRAULICA INGEGNERIA CIVILE PAESAGGISTICA PAESAGGISTICA GEOLOGIA INGEGNERIA AMBIENTALE				SETTEMBRE 2021	
							SCALA:	

Rev.	Data Emissione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato
0	15/09/2021	PRIMA EMISSIONE	TRICARICO	DI LORENZO	ARANEO

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : C-001-RTD Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3 Rev. : 00</p>
--	--	--

Sommario

1. PREMESSA	3
2. ACQUISIZIONE DEI DATI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
3. ANALISI DEI RISULTATI E DETERMINAZIONE DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE	5
4. ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI DEI DATI	6
5. CONCLUSIONI	15

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code : C-001-RTD Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3 Rev. : 00
--	---	---

1. PREMESSA

Allo scopo di valutare la frequenza di risonanza del sito in cui è prevista la realizzazione di un campo fotovoltaico, in località Capaciotti nel comune di Cerignola (FG), in data 19/04/2021, sono state eseguite n°2 prospezioni geofisiche finalizzate all'acquisizione di microtremori sismici.

La tecnica utilizzata è stata la misura dei rapporti spettrali "HVSr" (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) delle componenti orizzontali e verticali di microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Le ubicazioni dei punti di acquisizione dei microtremori sono riportate nella Tavola 08 e nella figura che segue (cfr. Fig. 1)

Il presente documento riporta le metodologie esecutive della prospezione eseguita, le caratteristiche della strumentazione impiegata, l'analisi ed interpretazione dei dati.

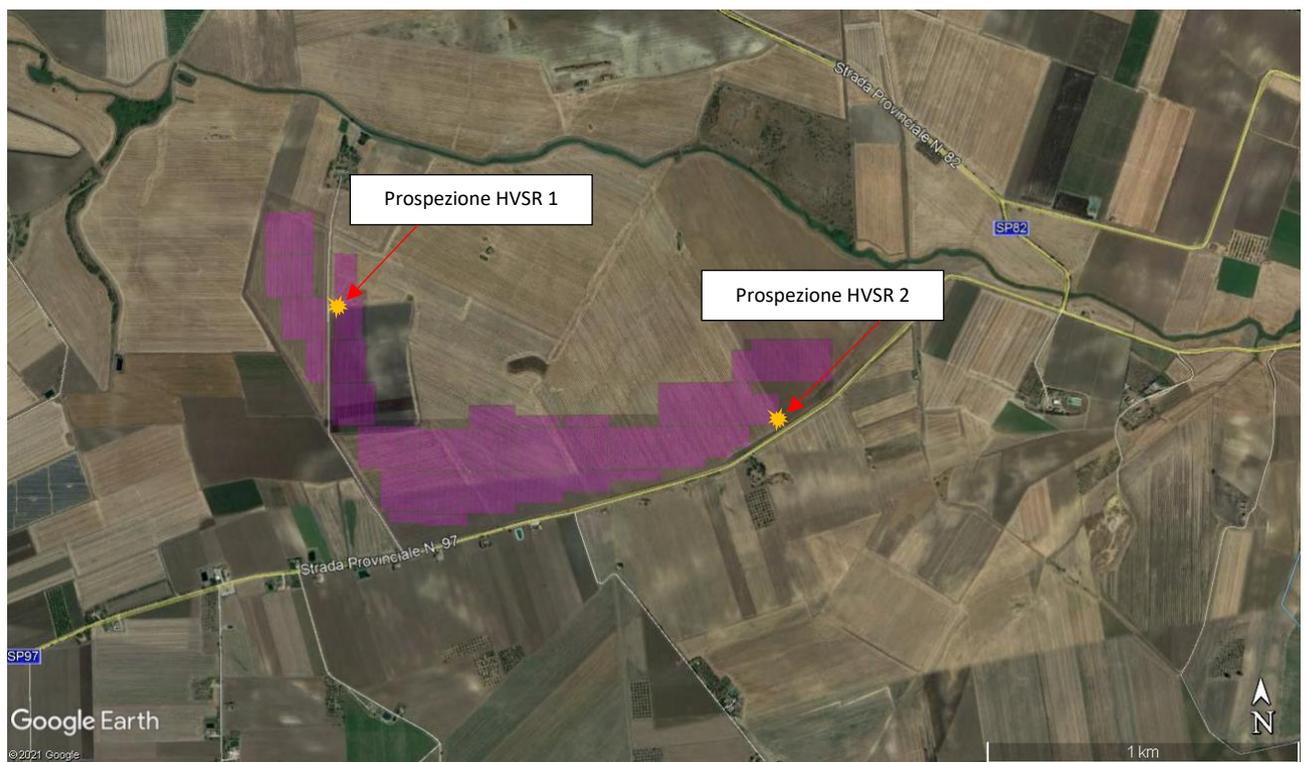


Fig. 1 – Stralcio da foto satellitare (Google earth©) con ubicazione delle prospezioni HVSr

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : C-001-RTD</p> <p>Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

2. ACQUISIZIONE DEI DATI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La registrazione dei microtremori è stata eseguita con una terna di sensori velocimetrici, con frequenza naturale di 2 Hz, alloggiati in un box di alluminio dotato di 3 piedini regolabili, per la livellazione in bolla del sistema di misura.

Lo strumento utilizzato è un geofono tridimensionale della Sara Electronics Instruments S.r.l., le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

- Numero sensori velocimetri: 3
- Configurazione: Z, X, Y (Z verticale, X Nord-Sud, Y Est-Ovest)
- Non ortogonalità: <0,01%
- Livellamento: manuale tramite manopole di appoggio
- Frequenza naturale: 2 Hz
- Banda utilizzabile: 0,1 ÷ 250 Hz
- Dumping: 0,65
- Massa inerziale: 25 g
- Sensibilità nominale: 60/V/m
- Tilt massimo verticale: 7°
- Tilt massimo orizzontale: 0,5°
- Movimento massa: 0,5 mm
- Dimensioni: 190 X 180 X 90 mm
- Peso: 2500 g
- Connettore: Cannon JC Series 10 poli

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : C-001-RTD</p> <p>Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

3. ANALISI DEI RISULTATI E DETERMINAZIONE DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE

Il trasferimento dei segnali sismici è stato gestito attraverso il software Seismo-Log della Sara Electronics, mentre il processo di elaborazione dei dati è stato gestito attraverso il software Geopsy 3.1.0 (progetto europeo SESAME).

La procedura utilizzata ha previsto le seguenti fasi:

1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti (durata della registrazione di 20 minuti).
2. Scomposizione del segnale in finestre temporali (30" ciascuna), con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti.
3. Calcolo e smussamento dello spettro dell'ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti.
4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate.
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra.
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati è stata eseguita nel rispetto di quanto stabilito dal protocollo del progetto SESAME, secondo il quale i valori del rapporto H/V sono ricavati in funzione della frequenza, della stazionarietà del segnale, della sua variazione in funzione della frequenza e della direzione di provenienza.

Di seguito si riportano le rappresentazioni grafiche dei dati a seguito della elaborazione di base (media 0 e rimozione delle derive strumentali).



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165
Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account Code : C-001-RTD
Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3
Rev. : 00

4. ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI DEI DATI

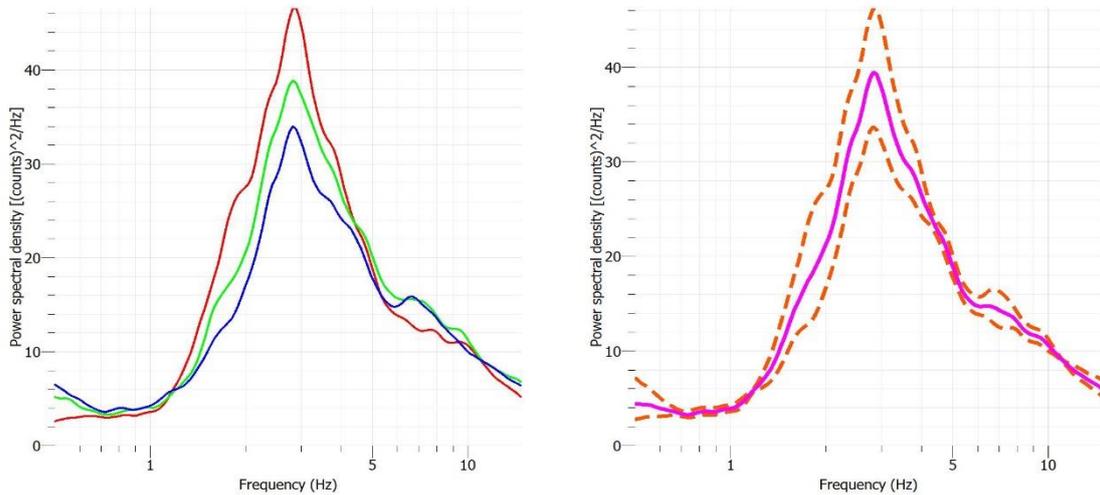


Fig. 2 – **Prospezione HVSR 1**, Spettro delle componenti N-S, E-W e Verticale (immagine a sinistra) e spettro medio con deviazione standard (immagine a destra)

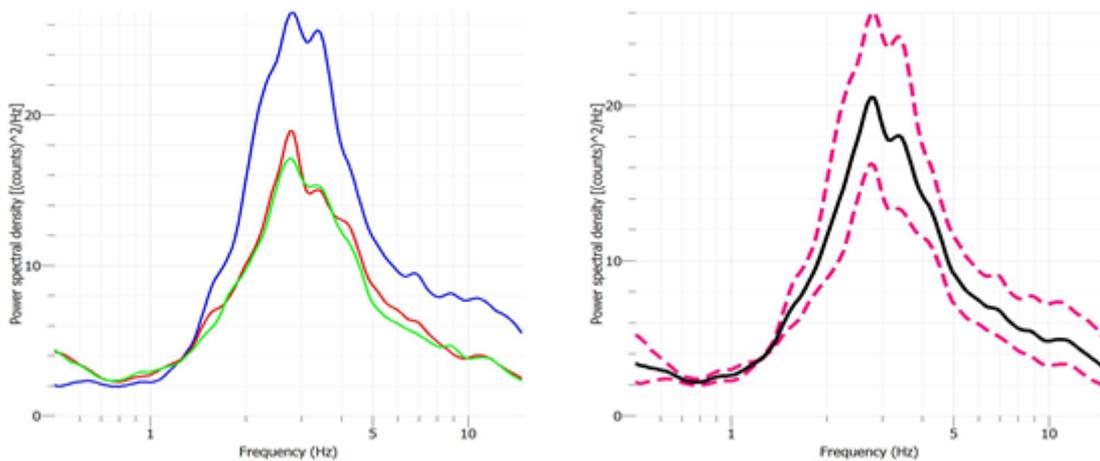


Fig. 3 – **Prospezione HVSR 2**, Spettro delle componenti N-S, E-W e Verticale (immagine a sinistra) e spettro medio con deviazione standard (immagine a destra)



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165
Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account
Code

: C-001-RTD

Doc.

: **RELAZIONE GEOLOGICA
Allegato-3**

Rev.

: 00

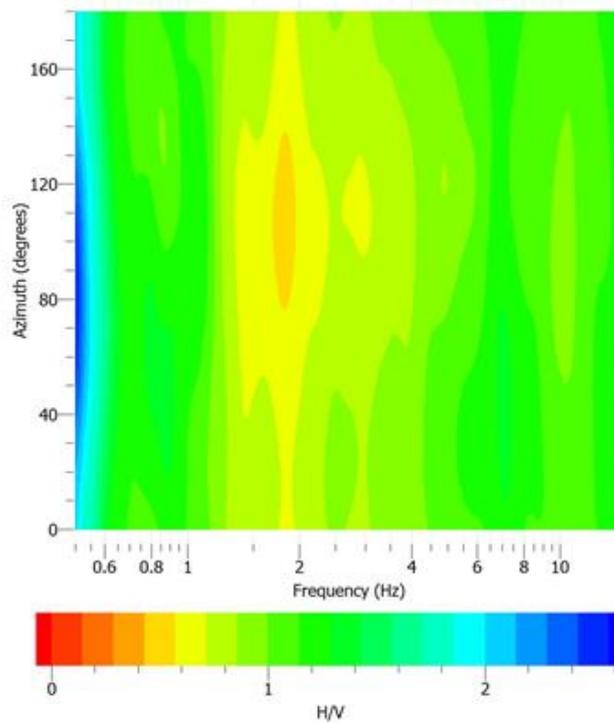


Fig. 4 – **Prospezione HVSR 1**, *Rotazione del rapporto H/V*

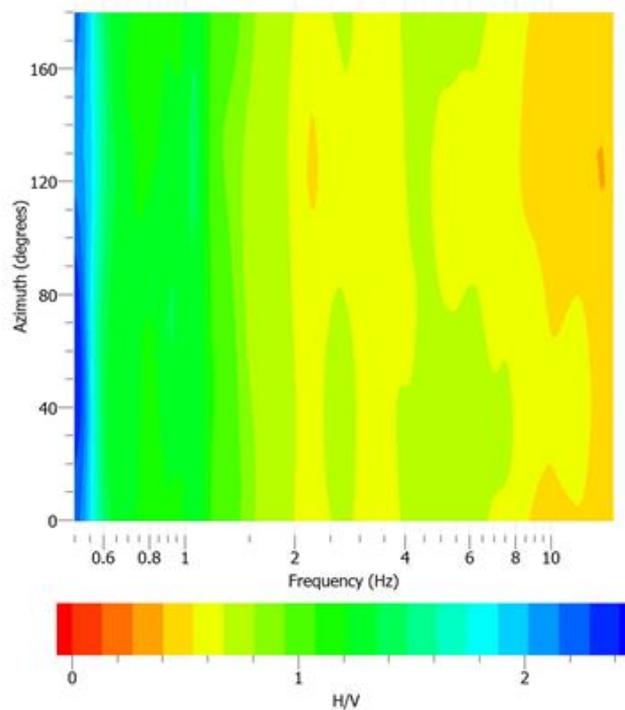


Fig. 5 – **Prospezione HVSR 2**, *Rotazione del rapporto H/V*



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165
Roma

**Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"**

Del 15/09/2021

Account
Code

: C-001-RTD

Doc.

: **RELAZIONE GEOLOGICA
Allegato-3**

Rev.

: **00**

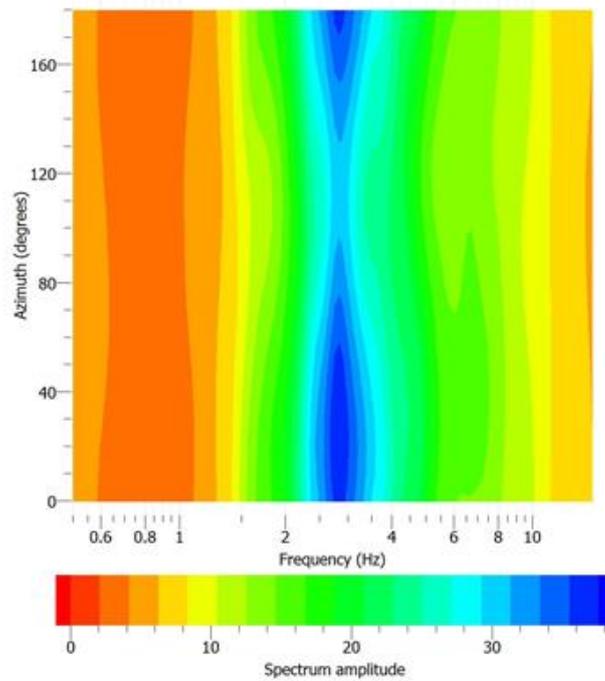


Fig. 6 – **Prospezione HVSr 1**, *Rotazione dello spettro*

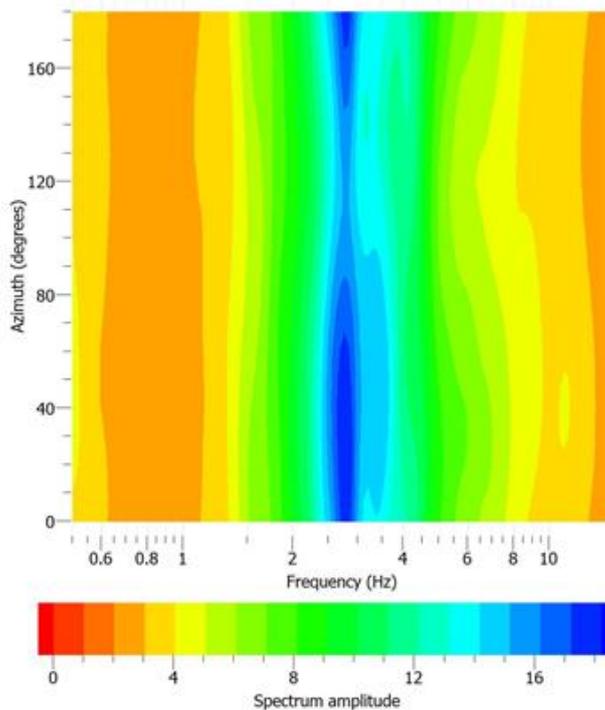


Fig. 7 – **Prospezione HVSr 2**, *Rotazione dello spettro*



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165
Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account
Code

: C-001-RTD

Doc.

: **RELAZIONE GEOLOGICA
Allegato-3**

Rev.

: **00**

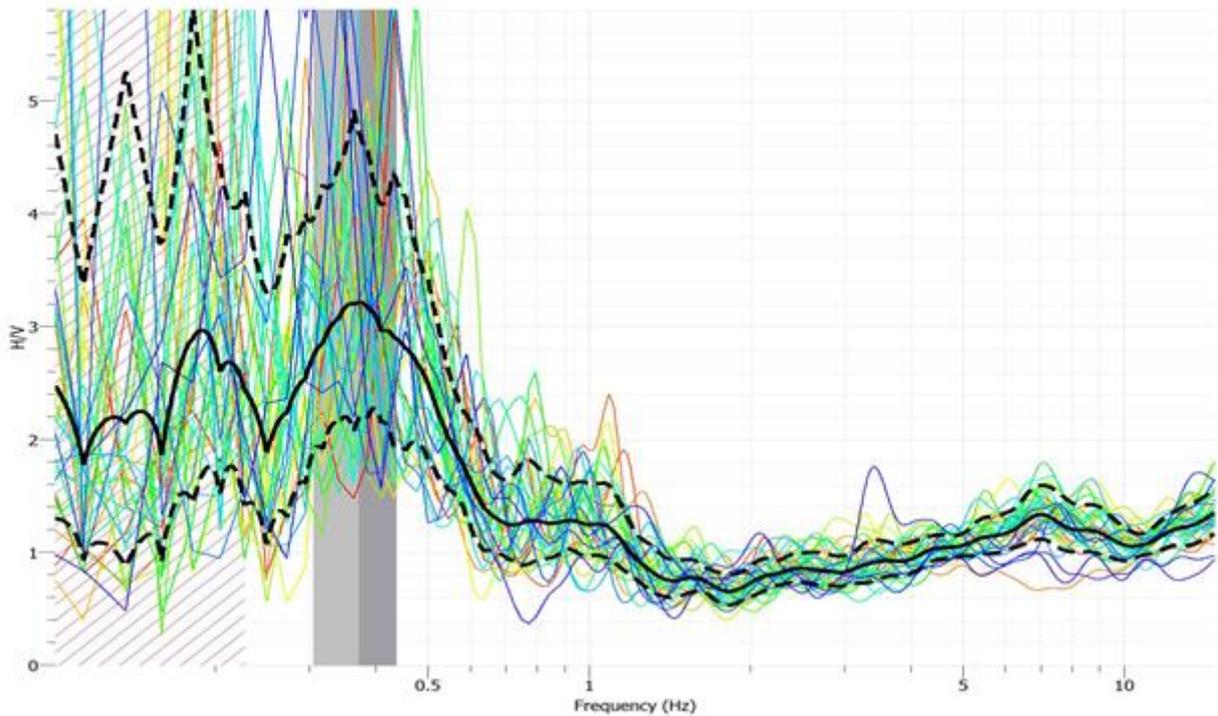


Fig. 8 – Prospezione **HVSR 1**, grafico H/V in funzione della frequenza: (le curve colorate sono relative alle singole finestre; la curva a tratto continuo rappresenta l'HVSR medio; le curve tratteggiate costituiscono l'intervallo di confidenza)



GL Associates S.r.l.
Via Gregorio VII 384 - 00165
Roma

Progetto per la realizzazione e
l'esercizio
di un impianto fotovoltaico
denominato "CERIGNOLA"

Del 15/09/2021

Account
Code

: C-001-RTD

Doc.

: **RELAZIONE GEOLOGICA
Allegato-3**

Rev.

: **00**

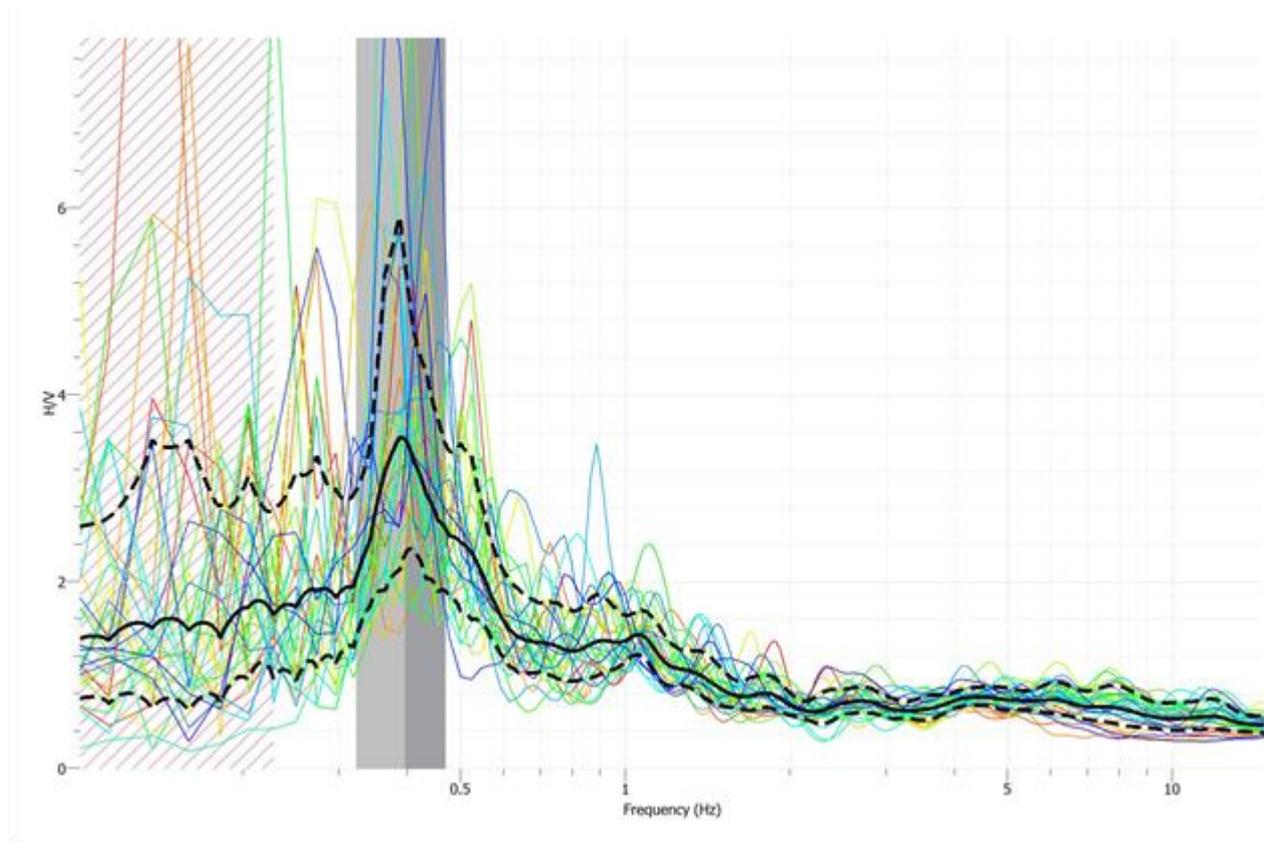


Fig. 9 – Prospezione **HVSR 2**, grafico H/V in funzione della frequenza: (le curve colorate sono relative alle singole finestre; la curva a tratto continuo rappresenta l'HVSR medio; le curve tratteggiate costituiscono l'intervallo di confidenza)

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code : C-001-RTD
		Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3
		Rev. : 00

	f₀ (Hz)	frequenza del picco	0.371145
	Lw (secondi)	lunghezza della finestra	44
	nw	numero di finestre usate nell'analisi	36
	A₀	ampiezza max a f ₀	3.21546

CRITERI SESAME (2004) per HVSR 1

criteri per l'affidabilità della curva (i primi 3) DEVONO essere soddisfatti tutti

1	f₀>10/Lw	0.371145	OK
2	nc(f₀)>200	587.89368	OK
3	σA(f)<2 per 0,5f₀<f<2f₀ se f₀>0,5Hz	1.895239361	OK
	σA(f)<3 per 0,5f₀<f<2f₀ se f₀<0,5Hz		
Criteri per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
4	Esiste una f⁻ in [f₀/4, f₀] AH/V(f⁻) < A₀/2	1.414163881	OK

valore valore limite
(da confrontare)

0.371145 > 0.22727273

587.89368 > 200

dev std di
H/V tra f₀/2
e 2f₀ vedi tab
DINVER1 tra f₀/2 e 2
f₀
1.895239361 < 2

tra f₀ e f₀/4
deve
esistere un
H/V < 1/2 di
H/V_{max}
ossia del
picco
1.414163881 < 1.60773

Lw	lunghezza della finestra
nw	numero di finestre usate nell'analisi
nc = Lw nw f ₀	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f ₀	frequenza del picco H/V
σ _f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
AH/V(f)	ampiezza della curva H/V alla frequenza f

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code : C-001-RTD
		Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3
		Rev. : 00

5	Esiste una f^* in $[f_0, 4f_0]$ $AH/V(f^+) < A_0/2$	1.23643733	OK	tra f_0 e $4f_0$ deve esistere un $H/V < 1/2$ di H/V_{max} ossia del picco	1.23643733 < 1.60773	f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $AH/V(f^-) < A_0/2$	
6	$A_0 > 2$	3.21546	OK	ampiezza di H/V a f_0 dev'essere > 2	3.21546 > 2	f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $AH/V(f^+) < A_0/2$	
7	$f_{picco}[AH/V(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$		NO	NO	0.397209	compreso 0.35438515 0.391688	$\sigma A(f)$	deviazione standard di $AH/V(f)$, $\sigma A(f)$ è il fattore per il quale la curva $AH/V(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
			NO		0.182218			
8	$\sigma f < \epsilon(f_0)$		OK		0.066041 < 0.074229	$\sigma \log H/V(f)$	deviazione standard della funzione $\log AH/V(f)$	
9	$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$		OK		1.480056554 < 1.58	$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma A(f) < \theta(f_0)$	

Fig. 10 – Prospezione HVSr 1, verifica criteri SESAME

f_0 (Hz)	frequenza del picco	0.395302
Lw (secondi)	lunghezza della finestra	44

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	Account Code : C-001-RTD
		Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3
		Rev. : 00

nw	numero di finestre usate nell'analisi	33
A ₀	ampiezza max a f ₀	3.54801

CRITERI SESAME (2004) per HVSR 2

criteri per l'affidabilità della curva (i primi 3) DEVONO essere soddisfatti tutti

1	f₀>10/Lw	0.395302	OK
2	nc(f₀)>200	573.978504	OK
3	σA(f)<2 per 0,5f₀<f<2f₀ se f₀>0,5Hz	1.835880869	OK
	σA(f)<3 per 0,5f₀<f<2f₀ se f₀<0,5Hz		
Criteri per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
4	Esiste una f* in [f₀/4, f₀] AH/V(f-) < A₀/2	1.396766562	OK
5	Esiste una f* in [f₀, 4f₀] AH/V(f+) < A₀/2	1.172857561	OK

valore	valore limite	(da confrontare)
0.395302	>	0.22727273
573.978504	>	200
dev std di H/V tra f ₀ /2 e 2f ₀ vedi tab DINVER1 tra f ₀ /2 e 2f ₀	<	2
1.835880869	<	2
tra f ₀ e f ₀ /4 deve esistere un H/V < 1/2 di H/V _{max} ossia del picco	<	1.774005
1.396766562	<	1.774005
tra f ₀ e 4f ₀ deve esistere un H/V < 1/2 di	<	1.774005
1.172857561	<	1.774005

Lw	lunghezza della finestra
nw	numero di finestre usate nell'analisi
nc = Lw / nw f ₀	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f ₀	frequenza del picco H/V
σ _r	deviazione standard della frequenza del picco H/V
ε(f ₀)	valore di soglia per la condizione di stabilità σ _r < ε(f ₀)
A ₀	ampiezza della curva H/V alla frequenza f ₀
AH/V(f)	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f -	frequenza tra f ₀ /4 e f ₀ alla quale AH/V(f-) < A ₀ /2

 GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma	Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA" Del 15/09/2021	<i>Account Code</i> : C-001-RTD
		<i>Doc.</i> : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3
		<i>Rev.</i> : 00

				H/Vmax ossia del picco						
6	A0>2	3.54801	OK	ampiezza di H/V a f0 dev'essere>2	3.54801	>	2	f +	frequenza tra f0 e 4f0 alla quale AH/V(f+) < A0/2	
7	fpicco[AH/V(f)±σA(f)]=f0±5%	0,025 <0,05	OK	compres	0.404612	:	0.3690788	0.4079292	σA(f)	deviazione standard di AH/V(f), σA(f) è il fattore per il quale la curva AH/V(f) media deve essere moltiplicata o divisa
			OK		0.385645		0.3690788			
8	σf<ε(f0)		OK		0.073614	<	0.0790604	σlogH/V(f)	deviazione standard della funzione log AH/V(f)	
9	σA(f0)<θ(f0)		OK		1.553025329	<	1.58	θ(f0)	valore di soglia per la condizione di stabilità σA(f) < θ(f0)	

Fig. 11 – **Prospezione HVSR 2**, verifica criteri SESAME

 <p>GL Associates S.r.l. Via Gregorio VII 384 - 00165 Roma</p>	<p>Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "CERIGNOLA"</p> <p>Del 15/09/2021</p>	<p>Account Code : C-001-RTD</p> <p>Doc. : RELAZIONE GEOLOGICA Allegato-3</p> <p>Rev. : 00</p>
--	--	--

5. CONCLUSIONI

I dati acquisiti dalle due prospezioni e la loro elaborazione hanno permesso di individuare, nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico, un picco di frequenza f_0 compreso tra 0,37 Hz in corrispondenza della HVSr 1 e 0,39 Hz in corrispondenza della HVSr 2.

Il rapporto H/V in corrispondenza della HVSr 1 è pari a 3,22 e soddisfa i criteri SESAME per una curva H/V affidabile, pur dovendosi evidenziare il mancato rispetto del criterio n.7, tra quelli relativi alla chiarezza del picco.

Il rapporto H/V in corrispondenza della HVSr 2 è pari a 3,60 e soddisfa tutti i criteri SESAME per una curva H/V affidabile.

Nel range di frequenza fondamentale compreso tra $0,37 \div 0,39$ Hz, si osserva una discreta persistenza nel tempo dei segnali e una buona simmetria dei valori H/V al variare della direzione del segnale.