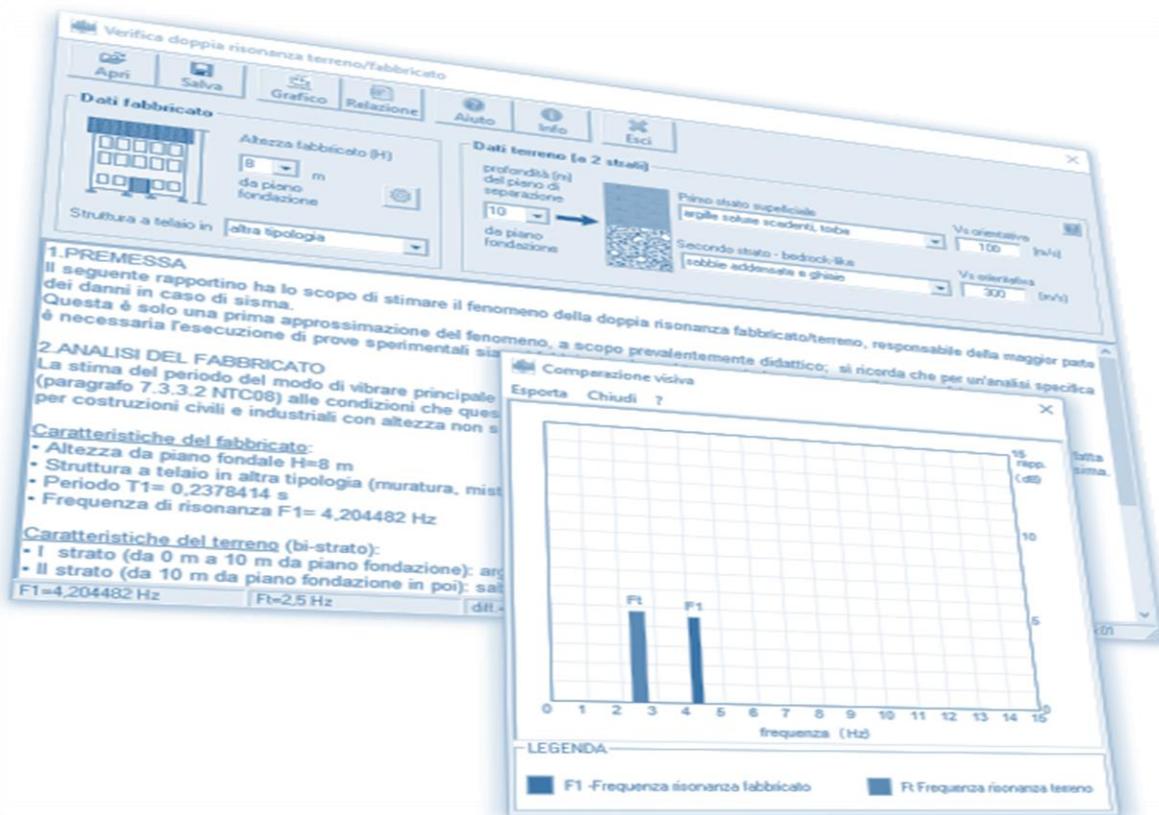


Lo STUDIO TECNICO GEOLOGICO dott. Cristian Veronese presenta:



## DOPPIA RISONANZA *vers. beta 1.0*

Software freeware informativo per la stima del fenomeno della doppia risonanza



software, non commerciale, concesso in forma gratuita a tutti i clienti (e non) dello studio tecnico geologico Cristian Veronese per uso esclusivamente informativo-didattico



## 1. Premessa

Il software Doppia Risonanza è una piccola utility freeware con finalità informativo didattiche, utile per comprendere il fenomeno della doppia risonanza fabbricato/terreno (accoppiamento della frequenze di risonanza del terreno e del fabbricato quando sono uguali) che risulta essere la causa principale dei danni in caso di terremoto.

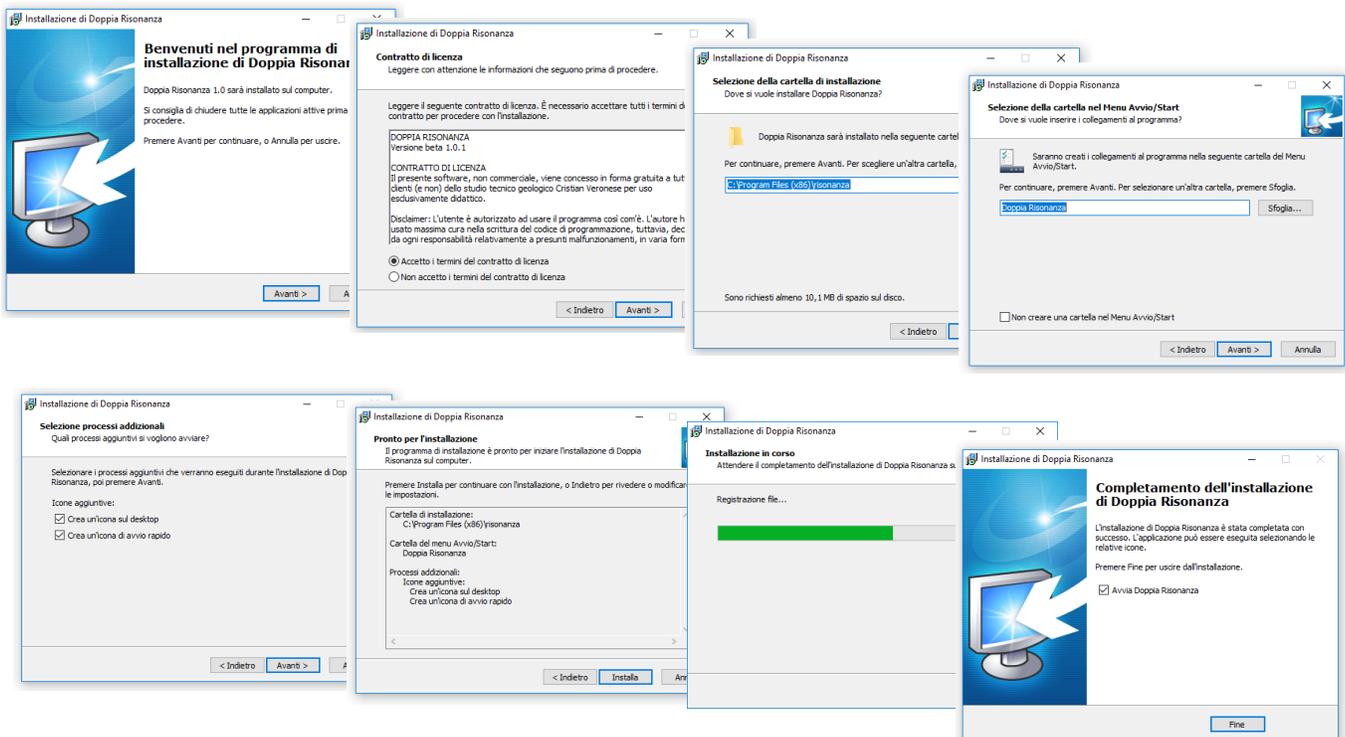
Nota: si tratta di un primo approccio, eseguito sulla base dell'altezza del fabbricato e della costituzione della struttura (paragrafo 7.3.3.2 NTC08) e per un terreno a due soli strati (a stratigrafia nota). Per un'analisi specifica si dovranno eseguire indagini sperimentali sia sul fabbricato che sul terreno, ad esempio non distruttive con il tromografo con cui si possono eseguire misure di vibrazione sia sul fabbricato (analisi  $H_i/H_0$  e  $Z_i/Z_0$ ) che sul terreno (rapporto delle componenti spettrali H/V).

1

## 2. Installazione del software

Scompackare il file `doppia_risonanza_setup.zip` e attivare l'installazione dal file `setup.exe`

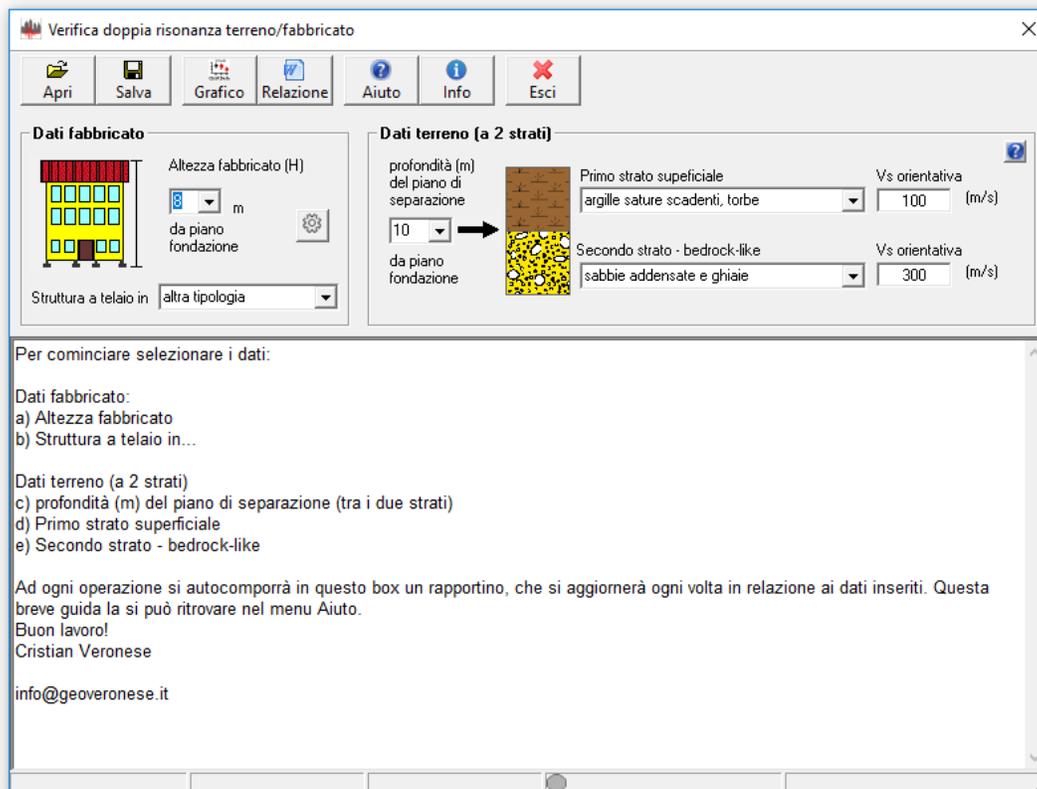
Eeguire il processo d'installazione (dopo aver dato l'autorizzazione in Windows al “controllo dell'account utente” – “User Account Control”), cliccando sul pulsante |Avanti>| e scegliendo alla seconda schermata “Accetto i termini del contratto di licenza”.





### 3. Schermata principale

Terminato il processo di installazione, se si lascia selezionata sull'ultima finestra l'opzione "Avvia Doppia Risonanza" si aprirà subito la finestra principale, riprodotta di seguito.



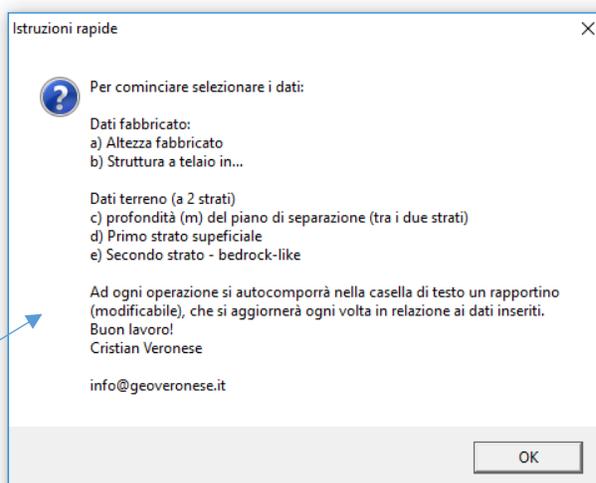
2



Per aprire il programma successivamente, cliccare sull'icona corrispondente.



**Nota:** la prima schermata contiene già le indicazioni per iniziare. Per rivederle successivamente basterà cliccare in qualunque momento sul pulsante Aiuto per visualizzare la finestra "istruzioni rapide" qui a destra.





#### 4. Funzionamento del programma

Il programma precede l’inserimento, come riportato nella finestra precedente “Istruzioni rapide”, secondo le due sezioni principali 1) Dati fabbricato e 2) Dati terreno (a 2 strati) per un numero complessivo di n.7 dati da inserire.

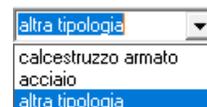
**Suggerimento:** per passare rapidamente da una casella all’altra secondo l’ordine prestabilito premere da tastiera il pulsante “invio” (“return”).



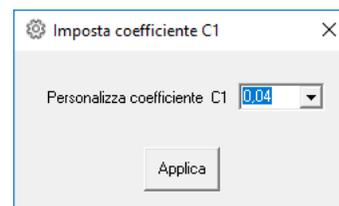
3

##### 1) Dati fabbricato:

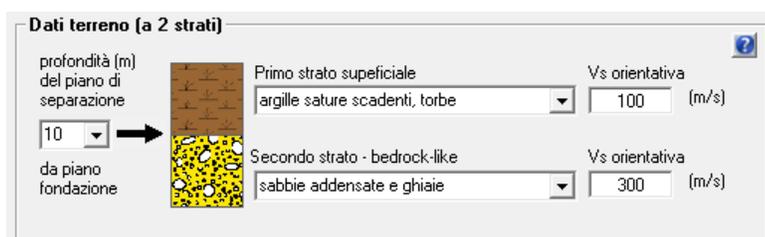
- a) altezza fabbricato (m) da piano fondazione: scegliere il valore dalla finestra a tendina, ovvero, per altezza non intera, inserire manualmente (es.10,2 oppure 10.2 secondo il separatore decimale predefinito nel vostro sistema).
- b) struttura a telaio in: scegliere tra le tre presenti come da § 7.3.3.2 NTC08.



**Nota:** è possibile personalizzare il coefficiente C1 cliccando sul pulsante  selezionare sulla finestra riprodotta qui a fianco il valore desiderato e infine cliccare sul pulsante |Applica| per validare il valore prescelto.



##### 2) Dati terreno (a due strati):



- c) inserire profondità del limite litologico tra i due strati dal piano fondazione;
- d) scegliere il primo strato superficiale;
- e) verrà automaticamente inserita una velocità generica delle onde di taglio Vs (in m/s) che è modificabile a piacere (solo valori numerici saranno accettati dal sistema);

- f) scegliere il secondo strato – bedrock-like (livello profondo a maggior velocità); nota: i testi di cui ai punti d) e f) sono modificabili.
- g) come per il primo livello verrà automaticamente inserita una velocità generica delle onde di taglio Vs (in m/s) che è tuttavia modificabile;

**Nota:** deve essere  $Vs_{\text{primo strato}} < Vs_{\text{secondo strato}}$ , tuttavia il software non genera errori in caso di inversione di velocità, semplicemente non sarà dedotta alcuna frequenza di risonanza (il diagramma del rapporto spettrale H/V sarebbe appiattito con  $H/V \leq 1$  per  $Vs_{\text{primo strato}} \geq Vs_{\text{secondo strato}}$ ).



Ad ogni inserimento dati, nella casella di testo riportata nella parte bassa si auto-compone un rapportino.

**Verifica doppia risonanza terreno/fabbricato**

**Dati fabbricato**  
 Altezza fabbricato (H): 8,2 m  
 da piano fondazione  
 Struttura a telaio in: altra tipologia

**Dati terreno (a 2 strati)**

profondità (m) del piano di separazione	Primo strato superficiale	Vs orientativa
6,1	argille sature scadenti, torbe	100 (m/s)
da piano fondazione	Secondo strato - bedrock-like	Vs orientativa
	sabbie	280 (m/s)

**Caratteristiche del fabbricato:**

- Altezza da piano fondale H=8,2 m
- Struttura a telaio in altra tipologia (muratura, mista, ecc.)
- Periodo T1= 0,2422872 s
- Frequenza di risonanza F1= 4,127334 Hz

**Caratteristiche del terreno (bi-strato):**

- I strato (da 0 m a 6,1 m da piano fondazione): argille sature scadenti, torbe con Vs=100m/s
- Il strato (da 6,1 m da piano fondazione in poi): sabbie con Vs=280m/s
- Velocità equivalente onde di taglio a 30 m da piano fondale (punto 3.2.2 NTC08) Vs,30=243,4 m/s a cui è associabile la categoria di sottosuolo [C]: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
- Ampiezza teorica del picco di risonanza=4,471581 dB
- Frequenza di risonanza del terreno Ft=4,098361 Hz

**3. VERIFICA DOPPIA RISONANZA FABBRICATO/TERRENO**  
 In conclusione, essendo la frequenza di risonanza del fabbricato T1= 4,127334 Hz e quella del terreno Ft=4,098361 Hz, si avrà una differenza percentuale pari a 1 % <=50%, da cui se ne deduce vulnerabilità ad effetti di amplificazione sismica locale per doppia risonanza.

F1=4,127334 Hz    Ft=4,098361 Hz    diff.=1 %    ● doppia risonanza: SI    elaborato il 30/09/2016 18:58:02

4

I parametri principali F1 (frequenza del primo modo di oscillazione lungo una certa direzione del fabbricato), Ft (frequenza di risonanza del terreno), la differenza percentuale tra F1 e F2 e l'indicazione doppia risonanza SI/NO ovvero n.d. – non determinabile (con cerchietti colorati rispettivamente rosso, verde e grigio) sono anche visualizzabili nella barra di stato a piè finestra.

**Nota:** cliccare sul pulsante  per duplicare il rapportino con maggiori possibilità di editing del testo, salvarlo, stamparlo ecc.

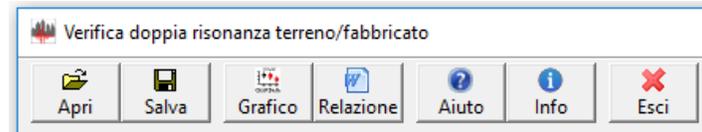
**Rapportino**

1. PREMESSA  
 Il seguente rapportino ha lo scopo di stimare il fenomeno della doppia risonanza fabbricato/terreno, responsabile della parte dei danni in caso di sisma.  
 Questa è solo una prima approssimazione del fenomeno, a scopo prevalentemente didattico; si ricorda che per un'analisi specifica è necessaria l'esecuzione di prove sperimentali sia sul fabbricato che sul terreno (ad esempio con il tromografo).

2. ANALISI DEL FABBRICATO  
 La stima del periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame (T1) viene fatta secondo l'analisi lineare stat (paragrafo 7.3.3.2 NTC08) alle condizioni che questo non superi 2.5·Tc o Td e che la costruzione sia regolare in altezza fatta per costruzioni civili e industriali con altezza non superiore ai 40 m, con massa uniformemente distribuita lungo l'altezza medesima.



## 5. I pulsanti nella toolbar



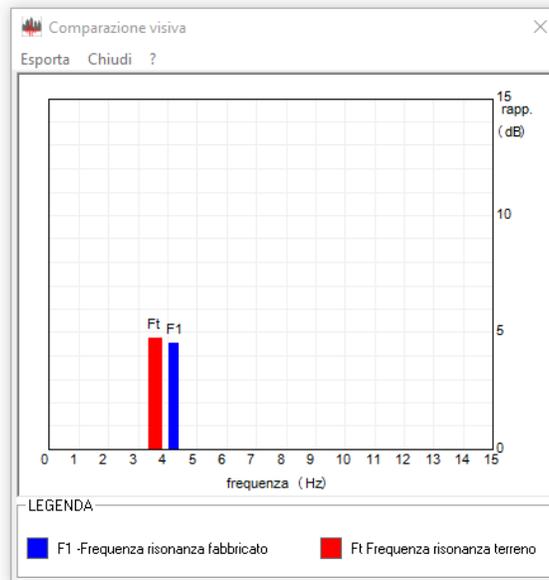
5



E' possibile salvare una particolare configurazione in un file specifico con estensione “vdr” e dunque aprirlo successivamente.



Il terzo pulsante “Grafico” permette una comparazione visiva delle frequenze F1 e Ft. Nella finestra vi sono tre menu da cui è possibile 1) esportare il grafico, 2) chiudere la finestra e 3) visualizzare una finestra informativa.



Questo pulsante permette, come già detto, la duplicazione del rapportino (vedere pagina precedente).



Gli altri pulsanti permettono rispettivamente di aprire una finestra di “istruzioni rapide” (pag.2), una finestra informativa seu lsoftware e di uscire chiudendo definitivamente tutte le finestre correlate al programma.

*Fine documento – redatto da dott. geol. Cristian Veronese*