

# ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

CORSO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

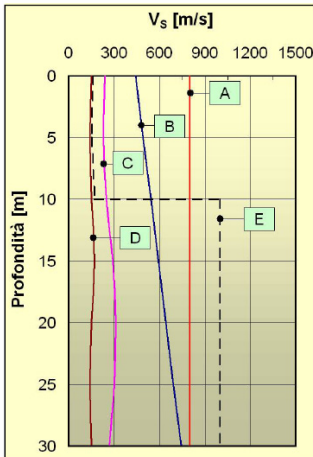
Roma 26 settembre 2013

## ***CONFRONTI DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO FRA LE NTC08 E LE NUOVE FUTURE NTC: CASI APPLICATIVI***

Geol. Antonio Colombi  
Direzione Regionale Infrastrutture, Ambiente e Politiche Abitative  
Ufficio di Staff  
[acolombi@regione.lazio.it](mailto:acolombi@regione.lazio.it)



## Effetti di sito: amplificazione stratigrafica



$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{S_i}}} \rightarrow V_S \text{ media}$$

$\sum_{i=1, N} t_i$

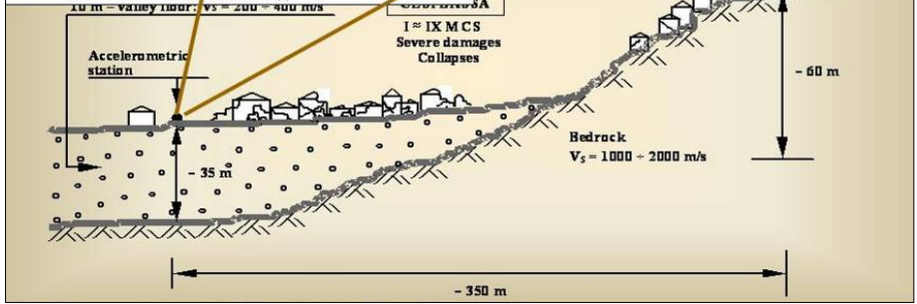
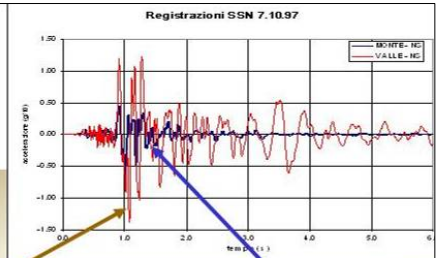
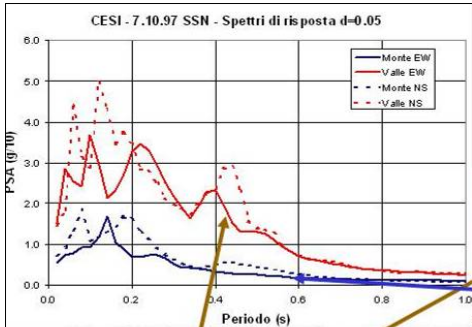
Parametri di Ss da NTC08 per SLO, SLD, SLV, SLC

**Casi particolari:**

Categorie S1, S2

Analisi di risposta sismica locale

studi speciali



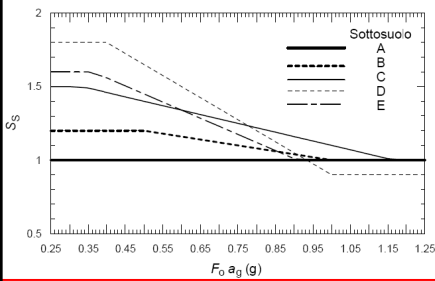
## Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di “base” è definita al sito specifico, nel § 3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al D.M. 14/01/2008 attraverso i seguenti parametri di scuotimento:

- accelerazione orizzontale di picco attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria **A**);
- parametri  $F_0$  e  $T_C^*$  dello spettro di risposta elastico in accelerazione (componente orizzontale) su suolo rigido (categoria **A**) e superficie topografica orizzontale.
  - $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di risposta in accelerazione;
  - $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta in accelerazione.

I parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  sono definiti (Allegato **B**, NTC) in termini probabilistici con riferimento a prefissate **probabilità di eccedenza** ( $P_{VR}$ ) nella **vita di riferimento** ( $V_R$ ) del manufatto su tutto il territorio nazionale attraverso lo stesso **reticolo di riferimento** dello studio INGV (passo  $0,05^\circ$ ).

## Effetti locali: gli spettri di norma (NTC08)

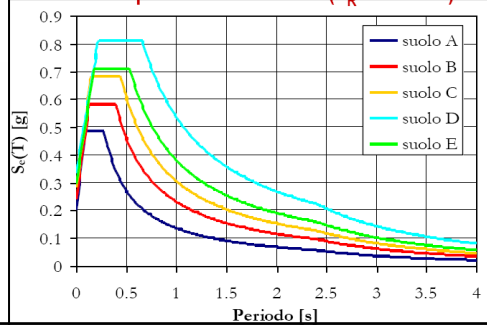
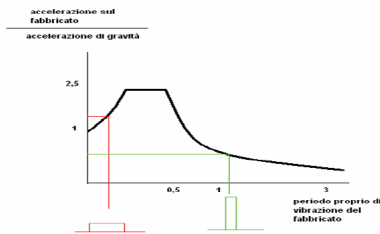


Tab. 3.2.IV - Espressioni di  $S_d$  e di  $C_C$

Categoria sottosuolo	$S_d$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C)^{-0,40}$

Frequenza e periodo fondamentale dello strato ( $f, T$ )

$$f = V_s/4h \quad T = 4h/V_s$$



### NTC08 e NUOVE NTC

- Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi si può fare riferimento a un approccio semplificato con l'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.
- **Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si deve valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In alternativa si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite.**
- Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{S_{30}}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.
- **Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  è fortemente raccomandata ai fini della classificazione del sottosuolo. Questa si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S_{eq}}$  (in m/s). La profondità del substrato (in m), è definita come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.**

### VELOCITA' MEDIA EQUIVALENTE $V_{sH}$

Calcolata fino alla profondità del substrato rigido **H** mediante la seguente formula e arrotondata alla decina:

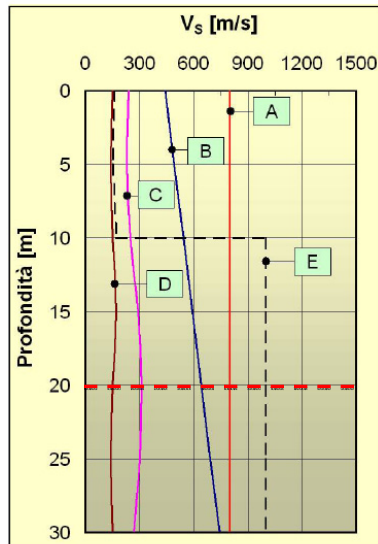
$$V_{sH} \equiv \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

### NTC08 e NUOVE NTC

- Per le fondazioni superficiali tale profondità **H** è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.
- **Per le fondazioni superficiali....omissis....**
- La **misura diretta** della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica  $NSPT_{30}$  nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $c_{u30}$  nei terreni prevalentemente a grana fina. Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche,.
- **Per depositi con profondità  $H > 30$  m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{sH}$  e definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. Per i casi non rientranti nelle categorie semplificate è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche.**



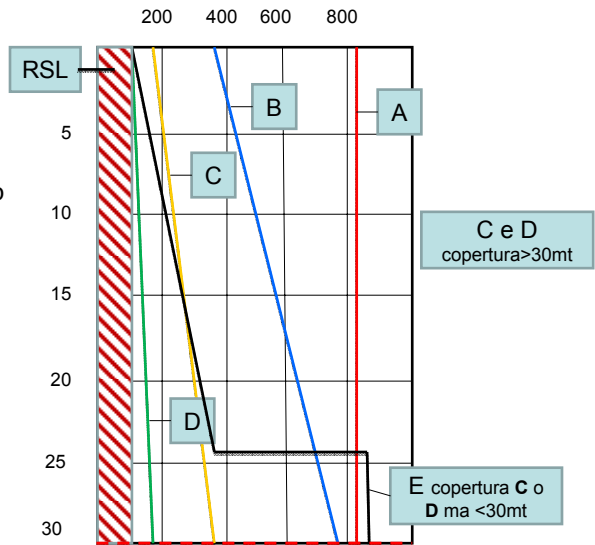
Questo diagramma dei profili di velocità per ciascun Categoria di Suolo di fondazione spiegava e riassumeva molto bene per le NTC08 come comportarsi....purtroppo noi Geologi forse non l'abbiamo voluto capire



Questo è il diagramma dei profili di velocità per ciascun Categoria di Suolo di fondazione secondo le Nuove Norme

Vanno in RSL:

- **Liquefazione**
- **$V_{s30} < 100\text{m/s}$**
- **Forti contrasti di impedenza**
- **Inversioni di velocità**



### NTC 08

- A **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

### NUOVE NTC

- A **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di **velocità delle onde di taglio** superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie **terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti** con spessore massimo pari a 3 m.

## NTC08

- B **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

## NUOVE NTC

- B **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità **e da valori di velocità equivalente** compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

### NTC08

- 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  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

### NUOVE NTC

- C **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** **con profondità del substrato superiori a 30 m**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità **e da valori di velocità equivalente** compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### NTC08

- D **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

### NUOVE NTC

- D **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, **con profondità del substrato superiori a 30 m**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da **valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s**.

### NTC08

- E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,  
posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

### NUOVE NTC

- E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

## NTC08

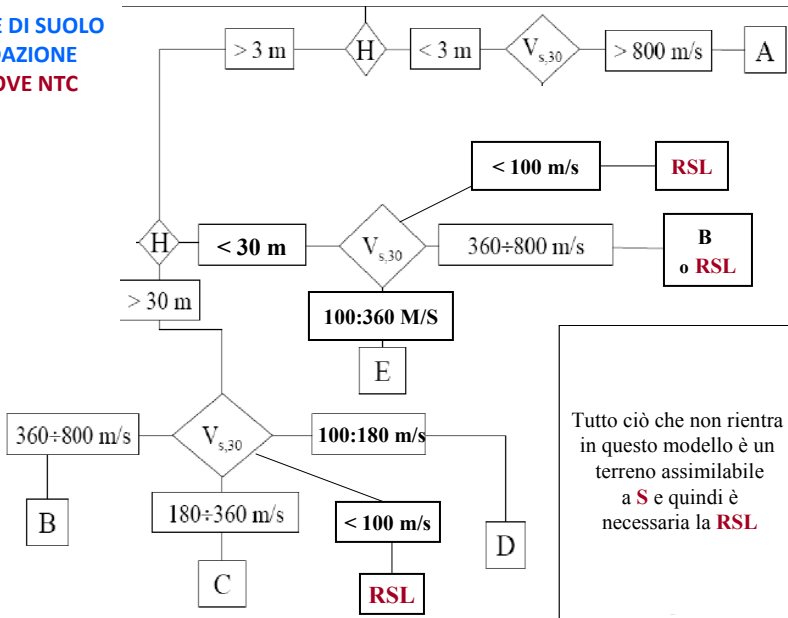
- S1** *Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s30}$*  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < c_{u30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2** *Depositi di terreni suscettibili di* liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

## NUOVE NTC

- S** *Qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, ed è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale (RSL) per la definizione delle azioni sismiche.*

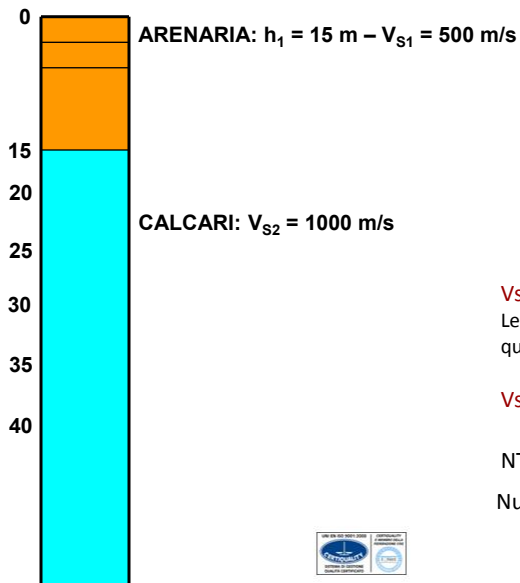


**CATEGORIE DI SUOLO  
DI FONDAZIONE  
PER NUOVE NTC**



### CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE PER NTC08

$V_{s30}$ (m/s)	casistica <small>con SS si intende substrato sismico (<math>V_{s30} &gt; 800</math> m/s)</small>	Categoria di sottosuolo
> 800	se SS $\leq 3$ m di profondità	<b>A</b>
360 - 800	se SS $\geq 30$ m di profondità	<b>B</b>
	se SS < 30 m di profondità	<b>B o RSL</b>
180 - 360	se SS $\leq 30$ m di profondità	<b>E</b>
	se SS $\geq 30$ m di profondità	<b>C</b>
100 - 180	se SS $\leq 30$ m di profondità	<b>E</b>
	se SS $\geq 30$ m di profondità	<b>D</b>
< 100	<b>sempre</b>	<b>RSL</b>



$V_{s30} = 666 \text{ m/s}$   
Le  $V_{s30}$  appaiono  
quelle del suolo B

$V_{s15} = 500 \text{ m/s}$

NTC08= Suolo S2

Nuove NTC= Suolo B o RSL

0  
LIMO:  $h_1 = 6 \text{ m} - V_{S1} = 150 \text{ m/s}$

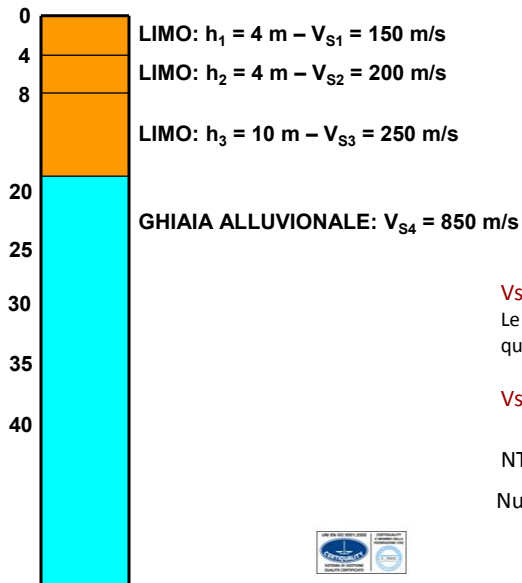
6  
20  
25  
30  
35  
40  
GHIAIA ALLUVIONALE:  $V_{S2} = 950 \text{ m/s}$

$V_{S30} = 461 \text{ m/s}$   
Le  $V_{S30}$  appaiono  
quelle del suolo B

$V_{S6} = 150 \text{ m/s}$

NTC08= Suolo E

Nuove NTC= Suolo E

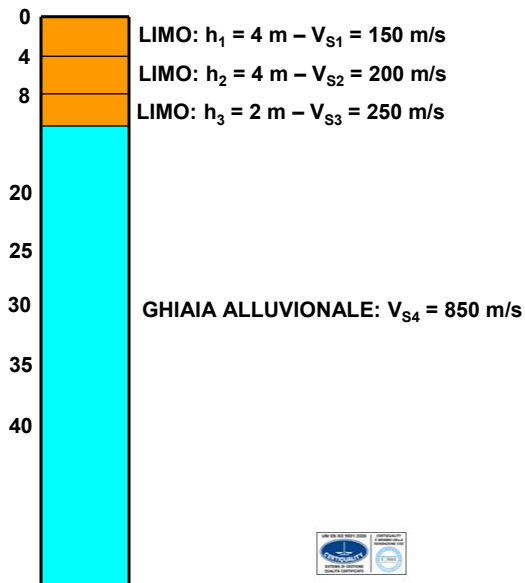


$V_{S30} = 297 \text{ m/s}$   
Le  $V_{S30}$  appaiono  
quelle del suolo C

$V_{S18} = 206 \text{ m/s}$

NTC08= Suolo E

Nuove NTC= Suolo E

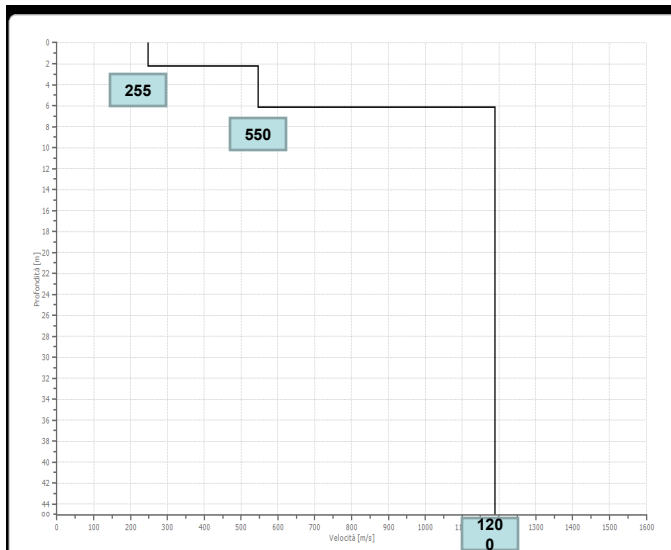


$V_{S30} = 370$  m/s  
Le  $V_{S30}$  appaiono  
quelle del suolo B

$V_{S10} = 181$  m/s

NTC08= Suolo E

Nuove NTC= Suolo E

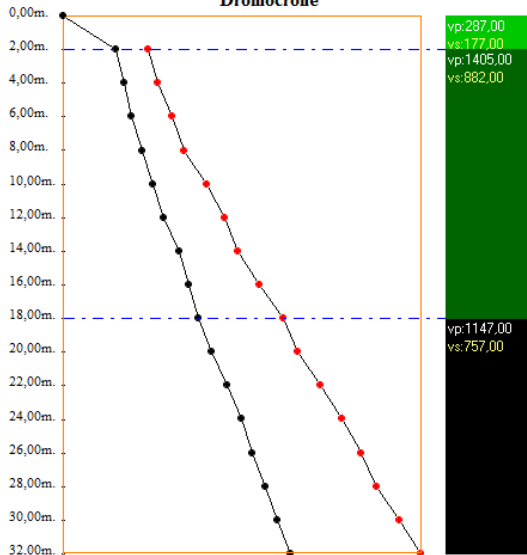


$V_{s_{30}} = 857 \text{ m/s}$   
Le  $V_{s_{30}}$  appaiono  
quelle del suolo A

$V_{s_6} = 400 \text{ m/s}$

NTC08= Suolo S2  
Nuove NTC= Suolo B o RSL

**Dromocrone**



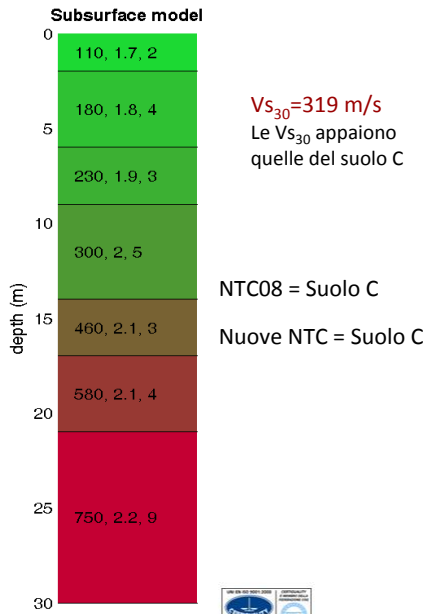
$V_{s30} = 833 \text{ m/s}$   
 Le  $V_{s30}$  appaiono  
 quelle del suolo A

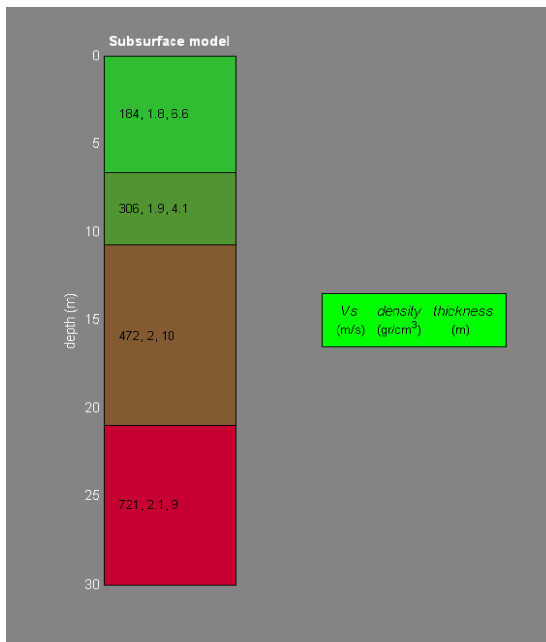
NTC08= Suolo A  
 Nuove NTC= Suolo A

Il collega ha messo suolo  
 B con  $V_{s30} = 678 \text{ m/s} ???$



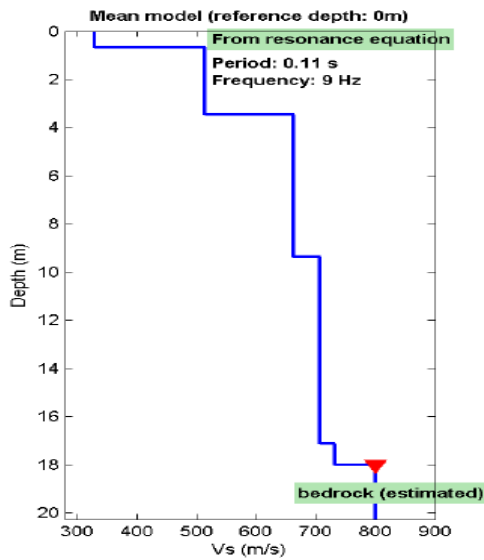






$V_{s30}=365$  m/s  
Le  $V_{s30}$  appaiono  
quelle del suolo B

NTC08= Suolo B  
Nuove NTC= Suolo B

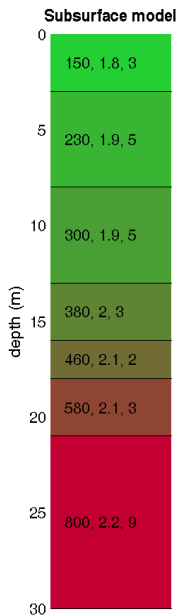


$V_{s_{30}} = 681 \text{ m/s}$   
Le  $V_{s_{30}}$  appaiono  
quelle del suolo B

$V_{s_{18}} = 620 \text{ m/s}$

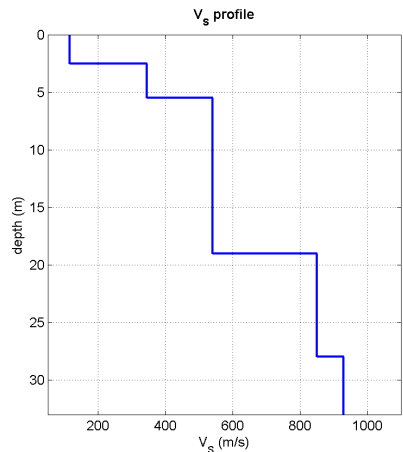
NTC08= Suolo S2

Nuove NTC= Suolo B o RSL



$V_{s_{30}}=345$  m/s  
 Le  $V_{s_{30}}$  appaiono  
 quelle del suolo C

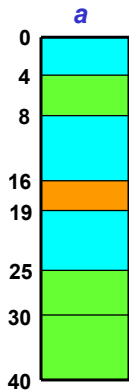
NTC08= Suolo S2  
 $V_{s_{21}}=276$  m/s  
 Nuove NTC= Suolo E



$V_{s_{30}}=440$  m/s  
 Le  $V_{s_{30}}$  appaiono  
 quelle del suolo B

NTC08= Suolo S2

$V_{s_{21}}=276$  m/s  
 Nuove NTC= Suolo E



GHIAIA ALLUVIONALE:  $h_1 = 4 \text{ m} - V_{S1} = 240 \text{ m/s}$

SABBIA ALLUVIONALE:  $h_2 = 4 \text{ m} - V_{S2} = 310 \text{ m/s}$

GHIAIA ALLUVIONALE:  $h_3 = 8 \text{ m} - V_{S3} = 380 \text{ m/s}$

LIMO:  $h_4 = 3 \text{ m} - V_{S4} = 280 \text{ m/s}$

GHIAIA ALLUVIONALE:  $h_5 = 6 \text{ m} - V_{S5} = 450 \text{ m/s}$

SABBIA ALLUVIONALE:  $h_6 = 5 \text{ m} - V_{S6} = 600 \text{ m/s}$

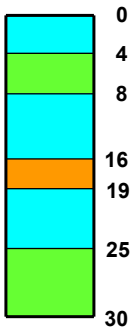
**Gradiente lineare fino al substrato rigido**

$V_{S30} = 361 \text{ m/s}$

Le  $V_{S30}$  appaiono  
quelle del suolo B

NTC08 = Suolo B

Nuove NTC = Suolo B



**GHIAIA ALLUVIONALE:**  $h_1 = 4 \text{ m} - V_{S1} = 240 \text{ m/s}$

**SABBIA ALLUVIONALE:**  $h_2 = 4 \text{ m} - V_{S2} = 310 \text{ m/s}$

**GHIAIA ALLUVIONALE:**  $h_3 = 8 \text{ m} - V_{S3} = 380 \text{ m/s}$

**LIMO:**  $h_4 = 3 \text{ m} - V_{S4} = 280 \text{ m/s}$

**GHIAIA ALLUVIONALE:**  $h_5 = 6 \text{ m} - V_{S5} = 450 \text{ m/s}$

**CONGLOMERATI CEMENTATI:**  $h_6 = 5 \text{ m} - V_{S6} = 800 \text{ m/s}$

$V_{S30} = 370 \text{ m/s}$

Le  $V_{S30}$  appaiono  
quelle del suolo B

NTC08 = Suolo E

Nuove NTC = Suolo E

$V_{S25} = 342 \text{ m/s}$