

Geofisica

Scienze Geologiche

AA 2018-2019

Corso di LT, Dip. Di Fisica e Scienze della Terra,
Università di Ferrara.

Docente: Prof. Nasser Abu Zeid

Studio: studio 215, lab. 215, Il piano, Blocco B

E-mail: a.nasser@unife.it

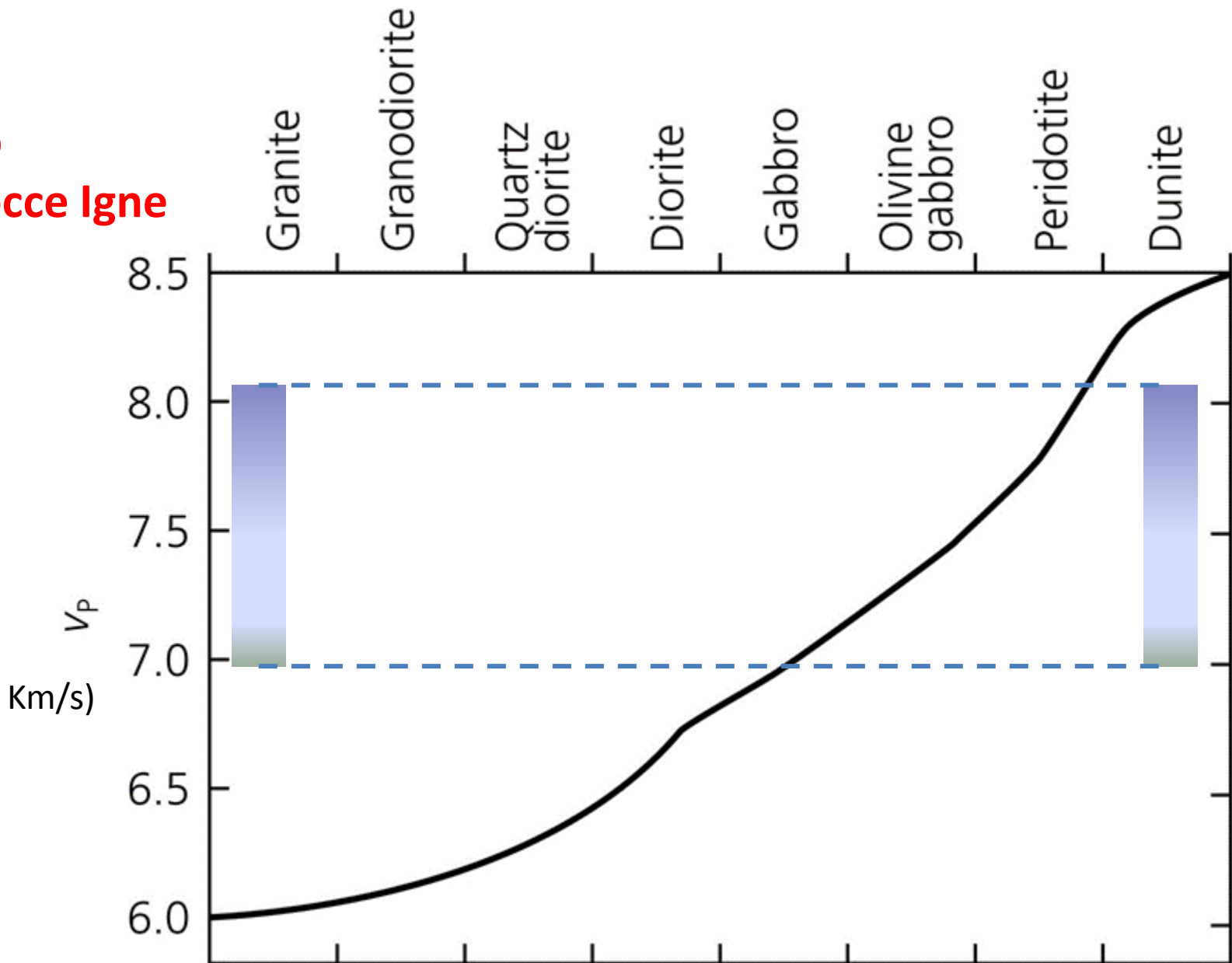
Orario di ricevimento: disponibile sempre previa appuntamento

Lunedì: 16.00-17.00

Martedì: 12.00-13.00

Geofisica: introduzione – proprietà fisica – Velocità onde elastiche

Vp
Rocce Igne

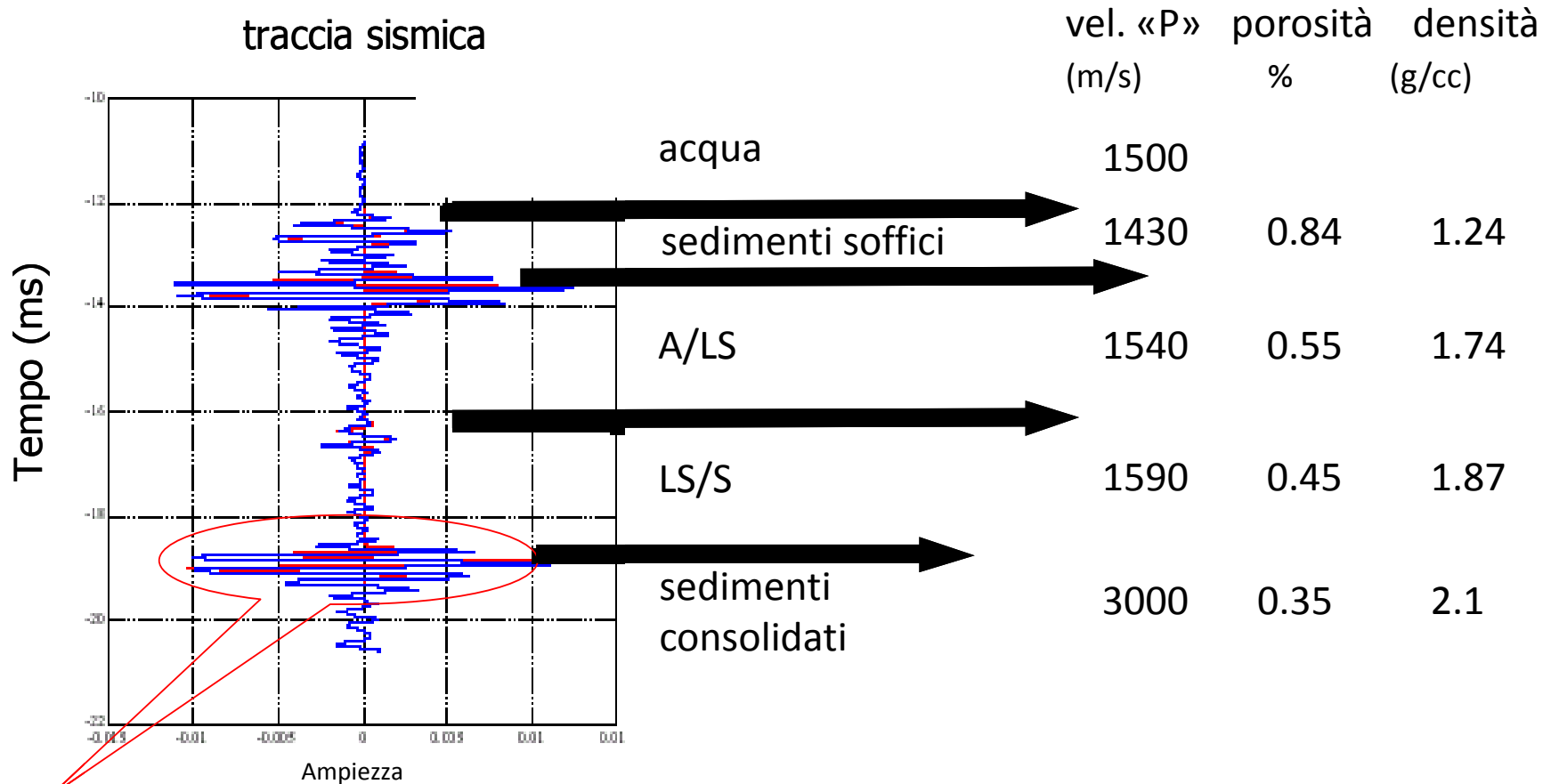


Valori indicativi di velocità V_s in relazione alla litologia

Materiale	V_s (m/s)
Argille molto soffici (città del Messico)	40 – 80
Argille e limi normalmente consolidati	150 – 300
Sabbie da mediamente a ben addensate	200 – 400
Ghiaie	400 – 800
Rocce tenere	500 – 1000
Calcari fratturati	700 – 1500
Rocce cristalline non alterate	2500 - 3500

Esempio applicativo

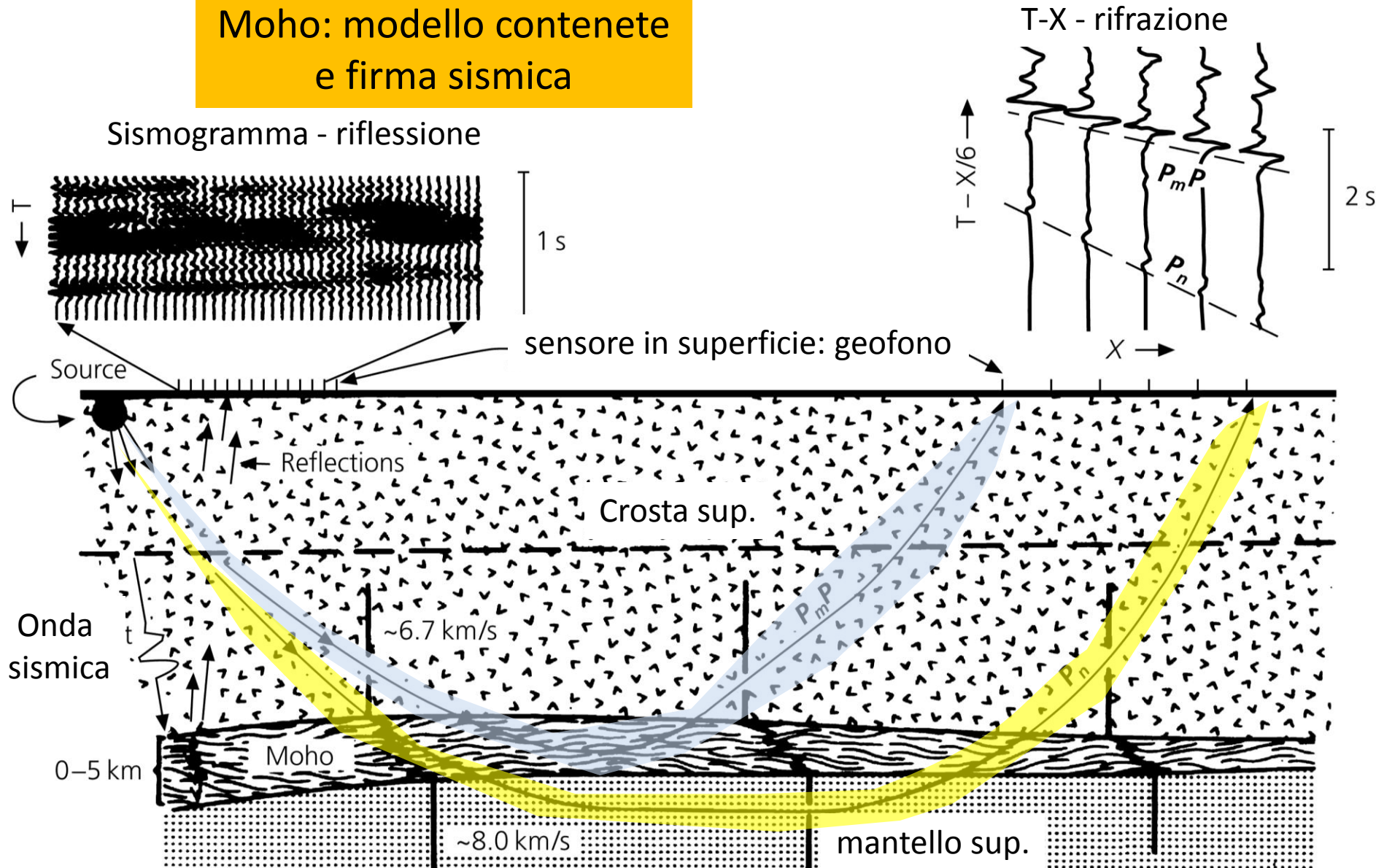
traccia sismica



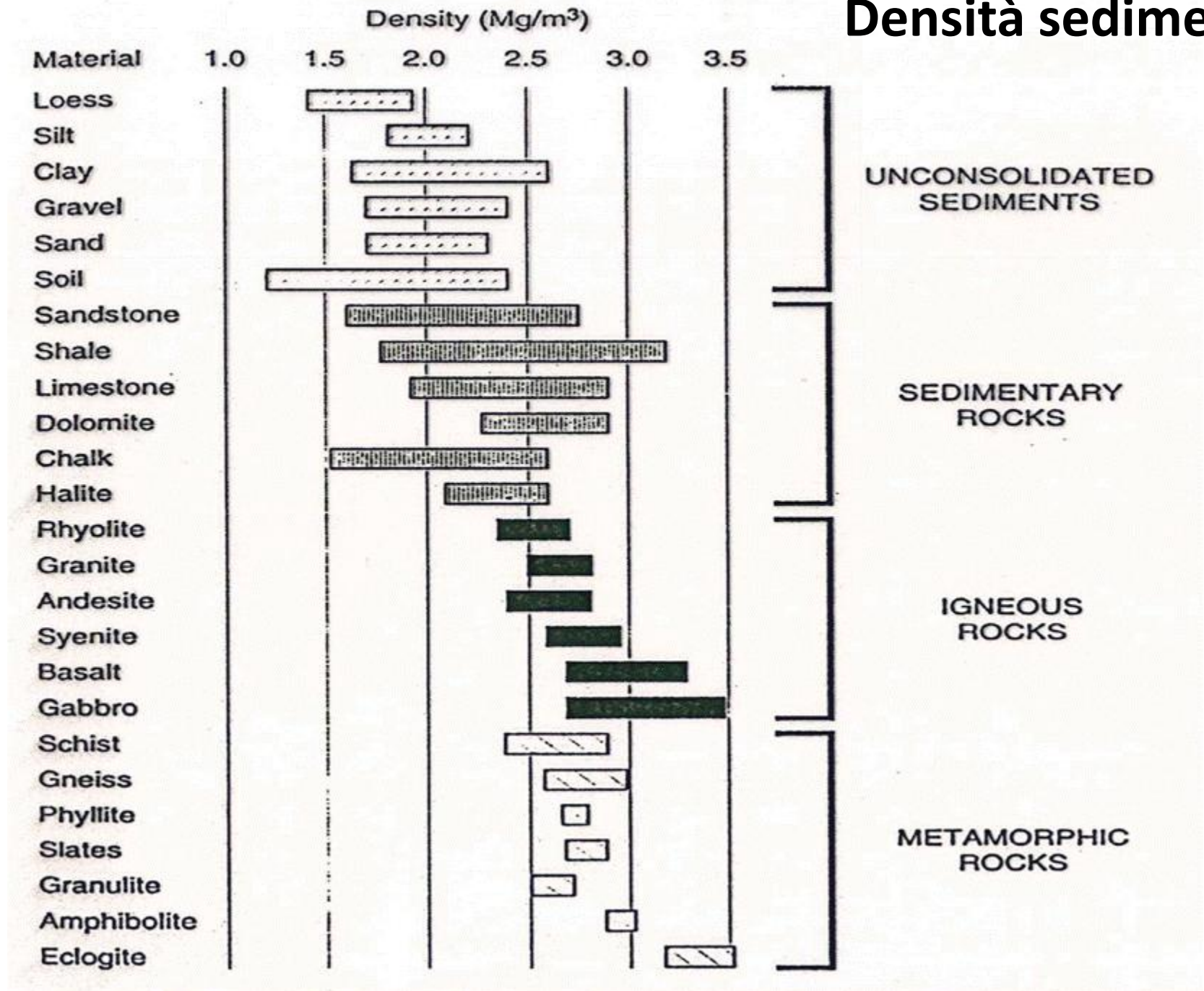
firma geofisica (l'ampiezza significativa di un'onda indica la presenza di una discontinuità fisica (non sempre coincidente con una discontinuità litologica) ricollegabile ad esempio ad un contrasto di velocità (densità) tra due mezzi. Tale contrasto per essere rilevato deve essere almeno di un ordine di grandezza, in positivo o in negativo.

Basati sulla misura dei tempi di arrivi delle fasi sismiche (PmP) riflesse dalla superficie di discontinuità che separa la crosta dal mantello

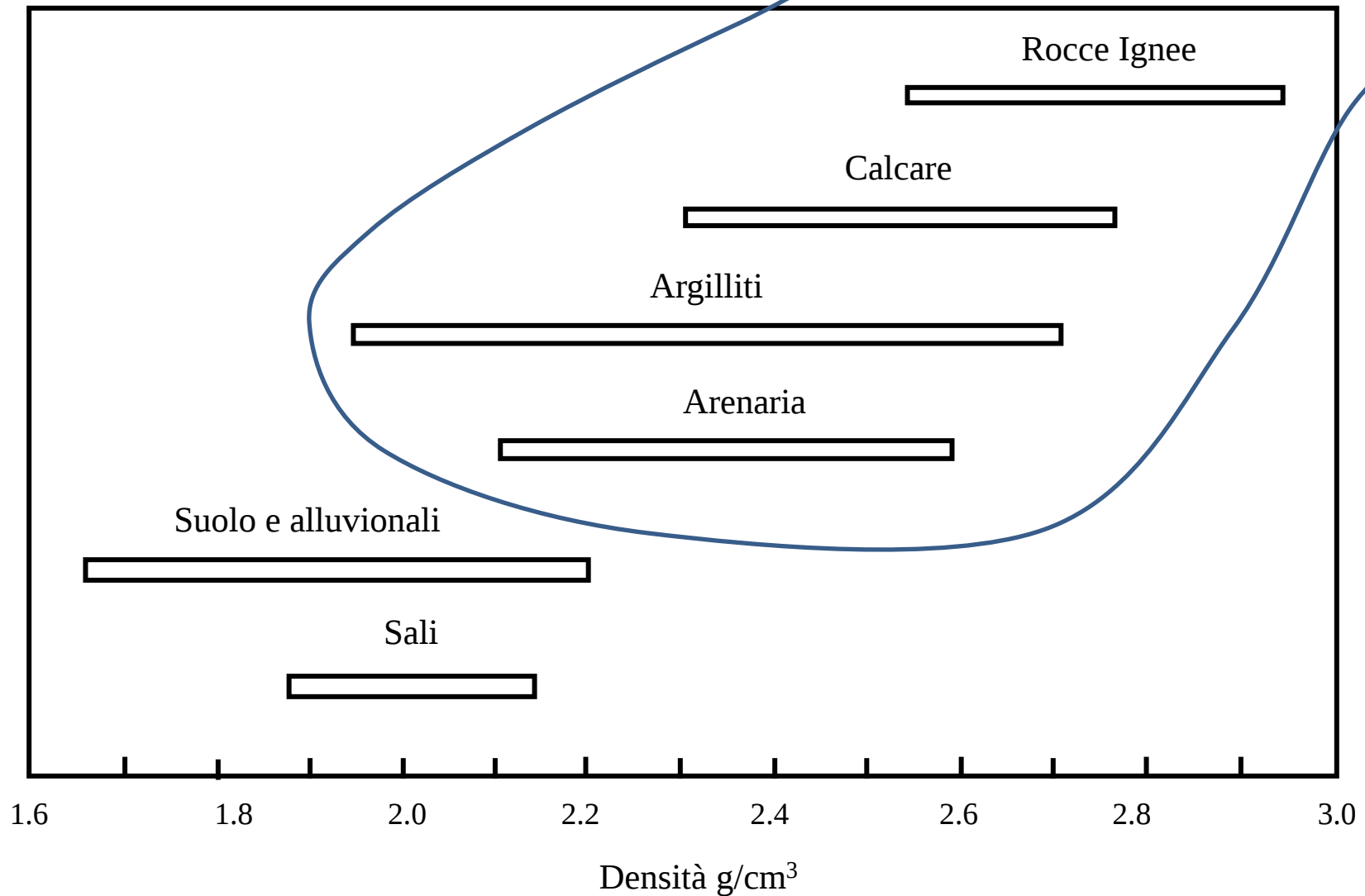
Moho: modello contenete e firma sismica



Densità sedimenti



Densità rocce



$$\rho_{rocce} = (1 - \phi) \rho_{matrice} + \phi \rho_{fluido}$$

Relazione Porosità - velocità:

La porosità (ϕ) è funzione anche della velocità (α o V_p in m/s) della formazione rocciosa " α_r " (cioè mezzo investigato), della matrice " α_m " e del fluido " α_f " in essi contenuto

Matematicamente questa relazione si esprime con la seguente equazione (nota come Time-Average equation di Wyllie):

$$\frac{1}{\alpha_r} = \frac{\phi}{\alpha_f} + \frac{(1 - \phi)}{\alpha_m} .$$

Relazione densità - velocità:

Gardner's ha sviluppato la seguente equazione empirica che lega la densità alla velocità delle onde "P" per rocce sedimentarie:

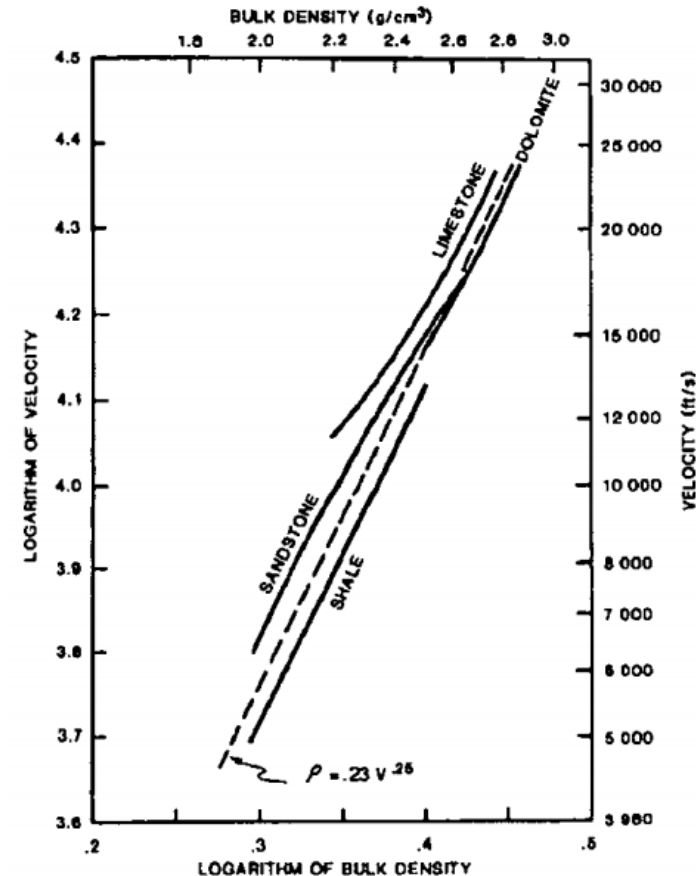
che legge rappresenta?

$$\rho_r = 0.31 \alpha_r^{1/4}$$

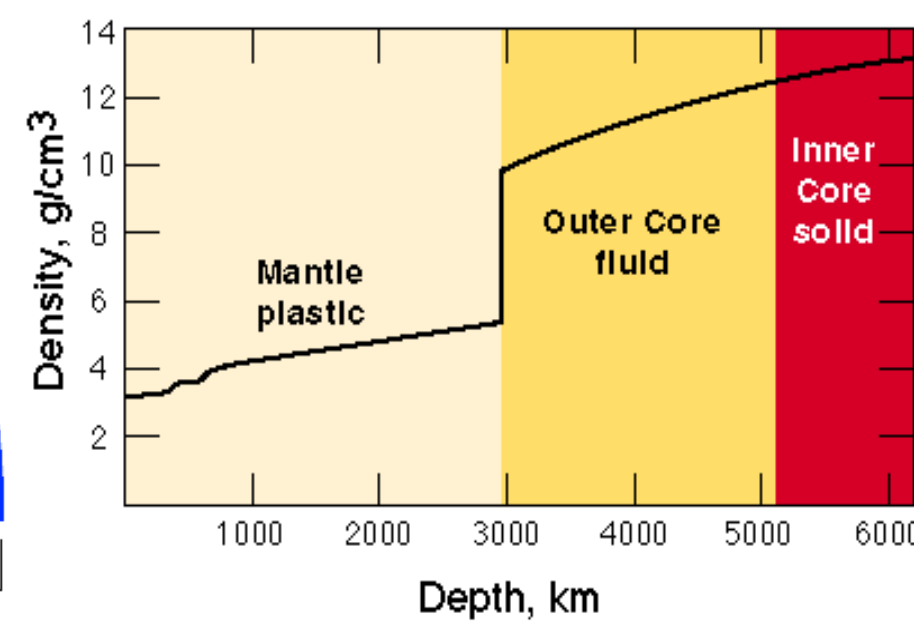
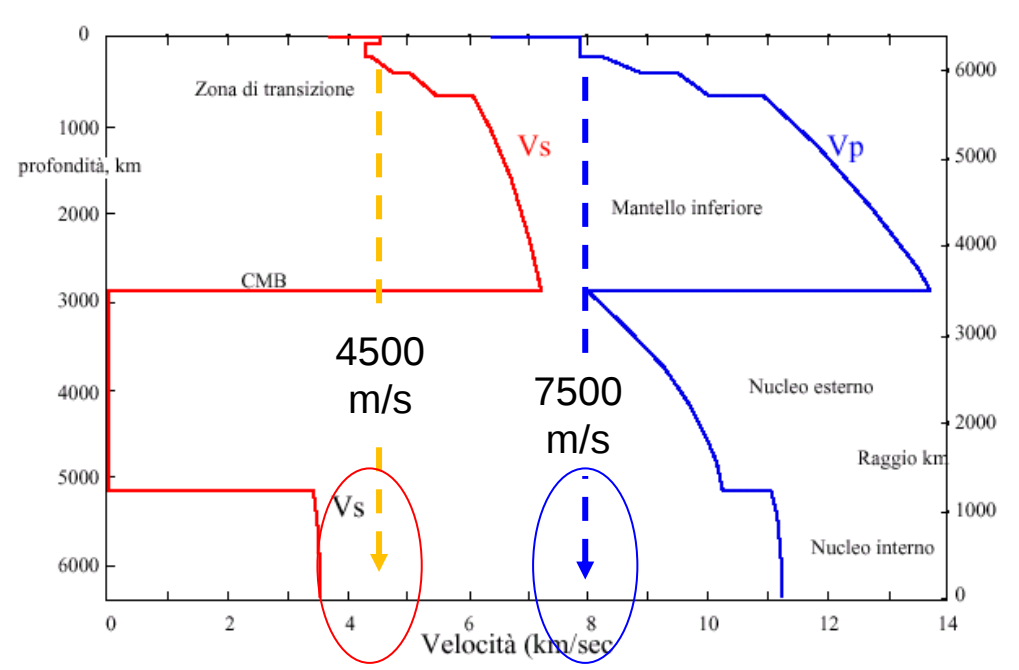
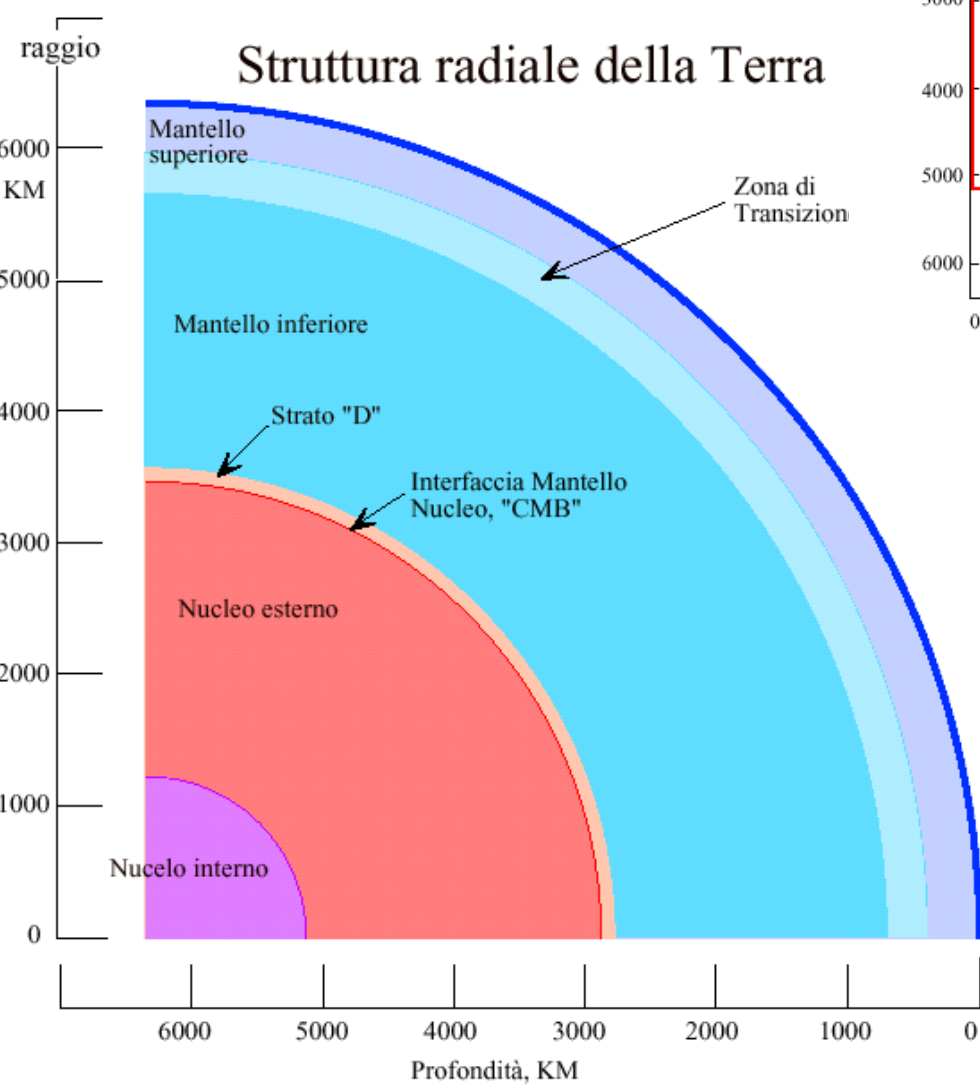
dove ,

ρ_r : densità del mezzo sedimentario (gm/cm³)

α_r : velocità "P" del medesimo mezzo (m/s)



Il modello PREM Preliminary Reference Earth Model (PREM) for P- and S-wave velocities, v_p and v_s , and density ρ . In the part of the upper mantle where the model is anisotropic, velocities are given in both the vertical and horizontal direction.



Insieme di proprietà fisiche della terra in 1D

PREM – porzione numerica del modello. Zero=centro terra, Dziewonski and Anderson (1981)

Preliminary Reference Earth Model (PREM) (Dziewonski & Anderson, 1981)									
Region	Radius (km)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ (kg/m ³)	K _s (Gpa)	μ (Gpa)	ν	P (Gpa)	g (m/s ²)
Inner Core	0.0	11266.20	3667.80	13088.48	1425.3	176.1	0.4407	363.850	0.0000
	200.0	11255.93	3663.42	13079.77	1423.1	175.5	0.4408	362.900	0.7311
	400.0	11237.12	3650.27	13053.64	1416.4	173.9	0.4410	360.030	1.4604
	600.0	11205.76	3628.35	13010.09	1405.3	171.3	0.4414	355.280	2.1862
	800.0	11161.86	3597.67	12949.12	1389.8	167.6	0.4420	348.670	2.9068
	1000.0	11105.42	3558.23	12870.73	1370.1	163.0	0.4428	340.240	3.6203
	1200.0	11036.43	3510.02	12774.93	1346.2	157.4	0.4437	330.050	4.3251
	1221.5	11028.27	3504.32	12763.60	1343.4	156.7	0.4438	328.850	4.4002

Insieme di proprietà fisiche della terra in 1D

PREM – porzione numerica del modello. Zero=centro terra

Esercizio 1, 2, 3

Nel foglio excel «**Modello_PREM_IT.xlsx**» fornito nella cartella del Docente

<http://www.unife.it/scienze/geologia/insegnamenti/geofisica/materiale/corso-geofisica-aa-2018-2019/esercizi>

Preliminary Reference Earth Model (PREM) (Dziewonski & Anderson, 1981)								
Region	Radius (km)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	ρ (kg/m ³)	K_s (Gpa)	μ (Gpa)	P (Gpa)	g (m/s ²)
Outer Core	0.0	11266.20	3667.80	13088.48	1425.3	176.1	0.4407	363.850
	200.0	11255.93	3663.42	13079.77	1423.1	175.5	0.4408	362.900
	400.0	11237.12	3650.27	13053.64	1416.4	173.9	0.4410	360.030
	600.0	11205.76	3628.35	13010.09	1405.3	171.3	0.4414	355.280
	800.0	11161.86	3597.67	12949.12	1389.8	167.6	0.4420	348.670
	1000.0	11105.42	3558.23	12870.73	1370.1	163.0	0.4428	340.240
Inner Core	1200.0	11036.43	3510.02	12774.93	1346.2	157.4	0.4437	330.050
	1221.5	11028.27	3504.32	12763.60	1343.4	156.7	0.4438	328.850

<http://travesti.geophysics.mcgill.ca/~olivia/ES/SEISMOLOGY/prem.html>

Cosa deve fare:

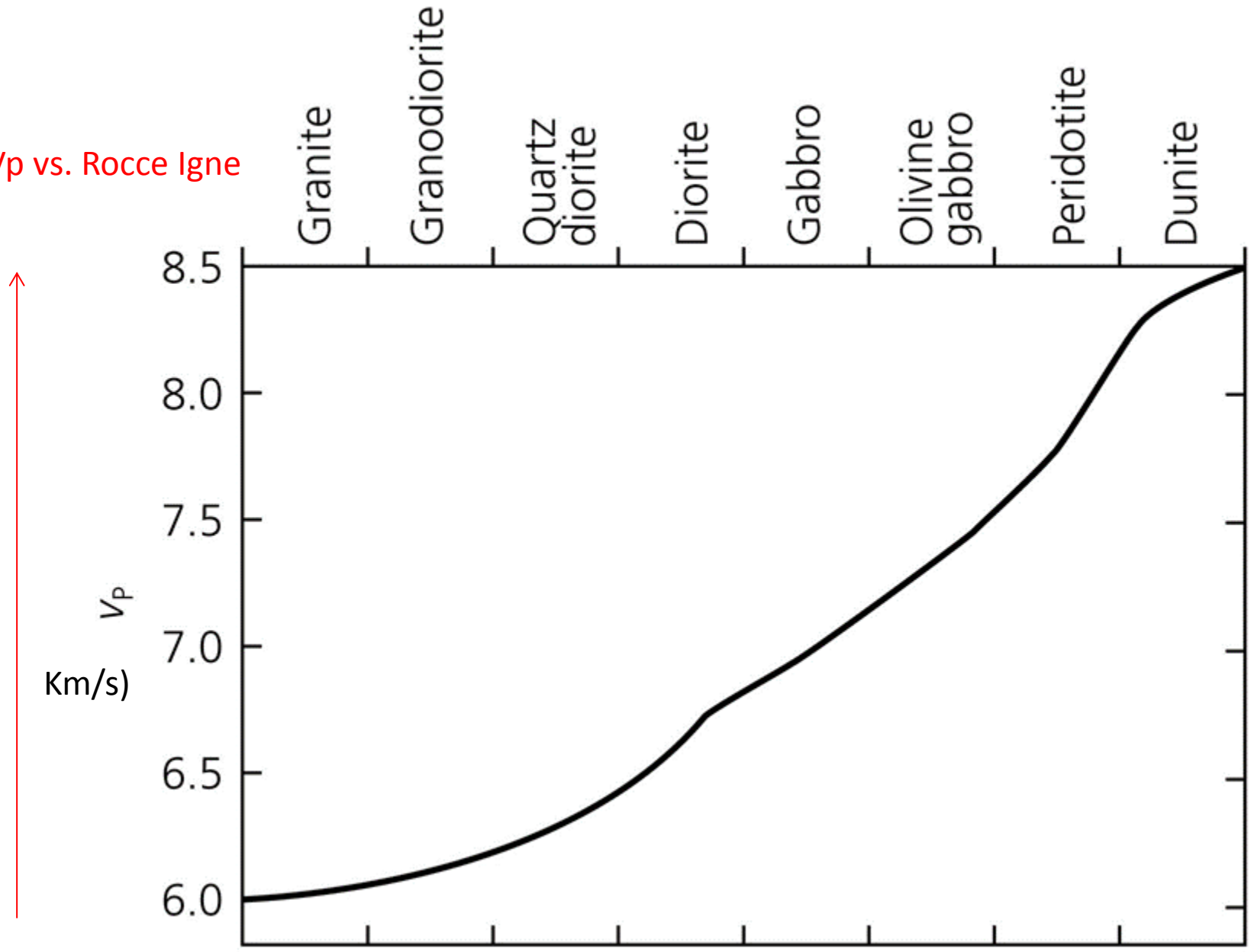
- 1) Produrre dei grafici binari (uno per ogni proprietà) delle diverse proprietà fisiche della terra,
- 2) Produrre un grafico binario dell'andamento della velocità di propagazione delle onde primarie (Vp) e secondarie (Vs) sullo stesso grafico inserendo anche i valori dell'asse secondario sull'ordinata destra del grafico,
- 3) Calcolare il rapporto Vp/Vs e produrre un grafico che ne rappresenta l'andamento commentandolo
- 4) Effettuare una ricerca per trovare altri modelli (1D) che descrivono le proprietà fisiche della terra spiegandone le differenze in maniera sintetica

Testo esteso si trova nella pagine del docente, nella cartella

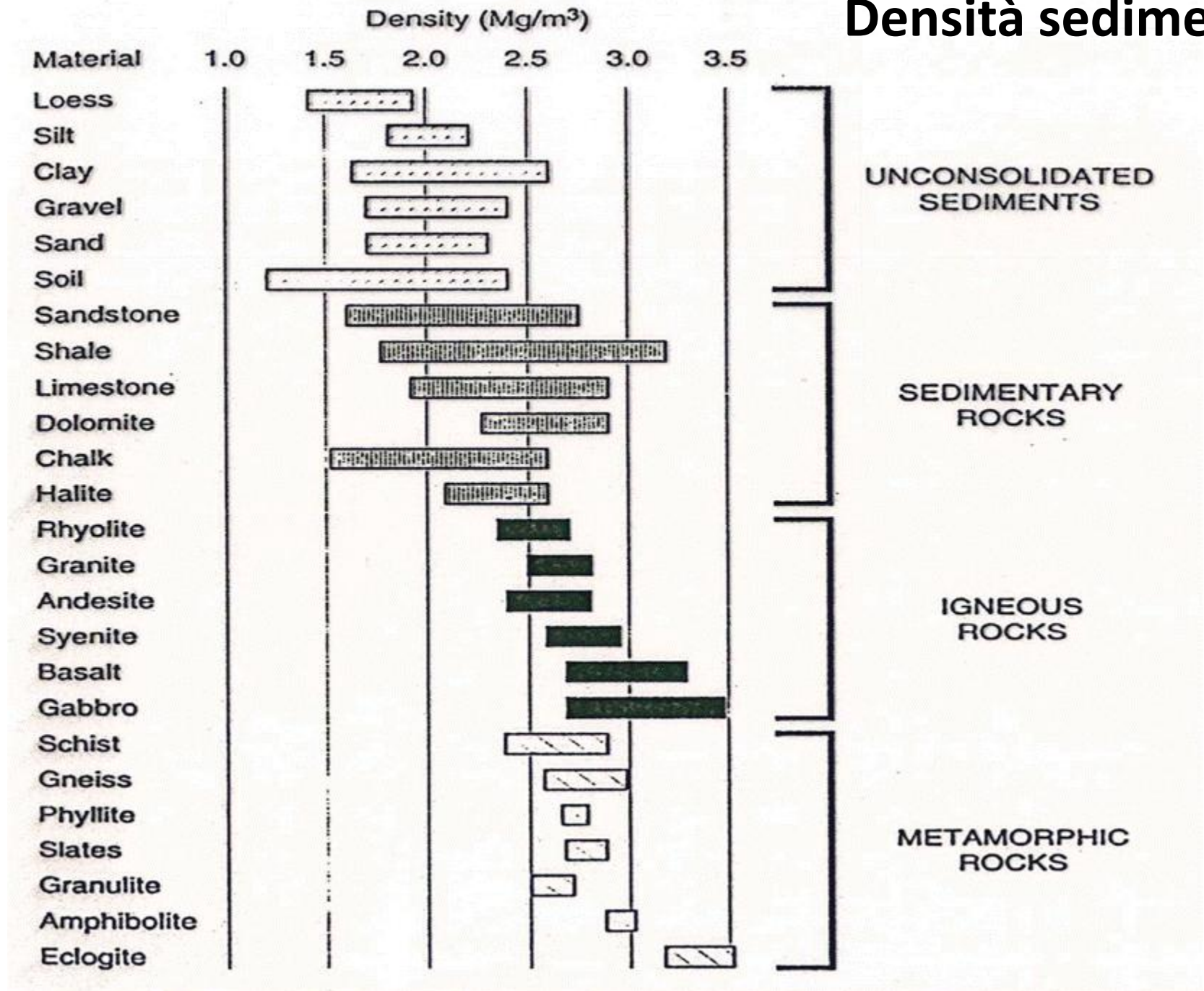
[\esercizi\corso_Geofisica_AA_2018-2019_proprieta_fisiche_Esercizi_1-3_20180919.pdf](#)

Proprietà fisiche: velocità «Vp» rocce ignee

Vp vs. Rocce Ignee

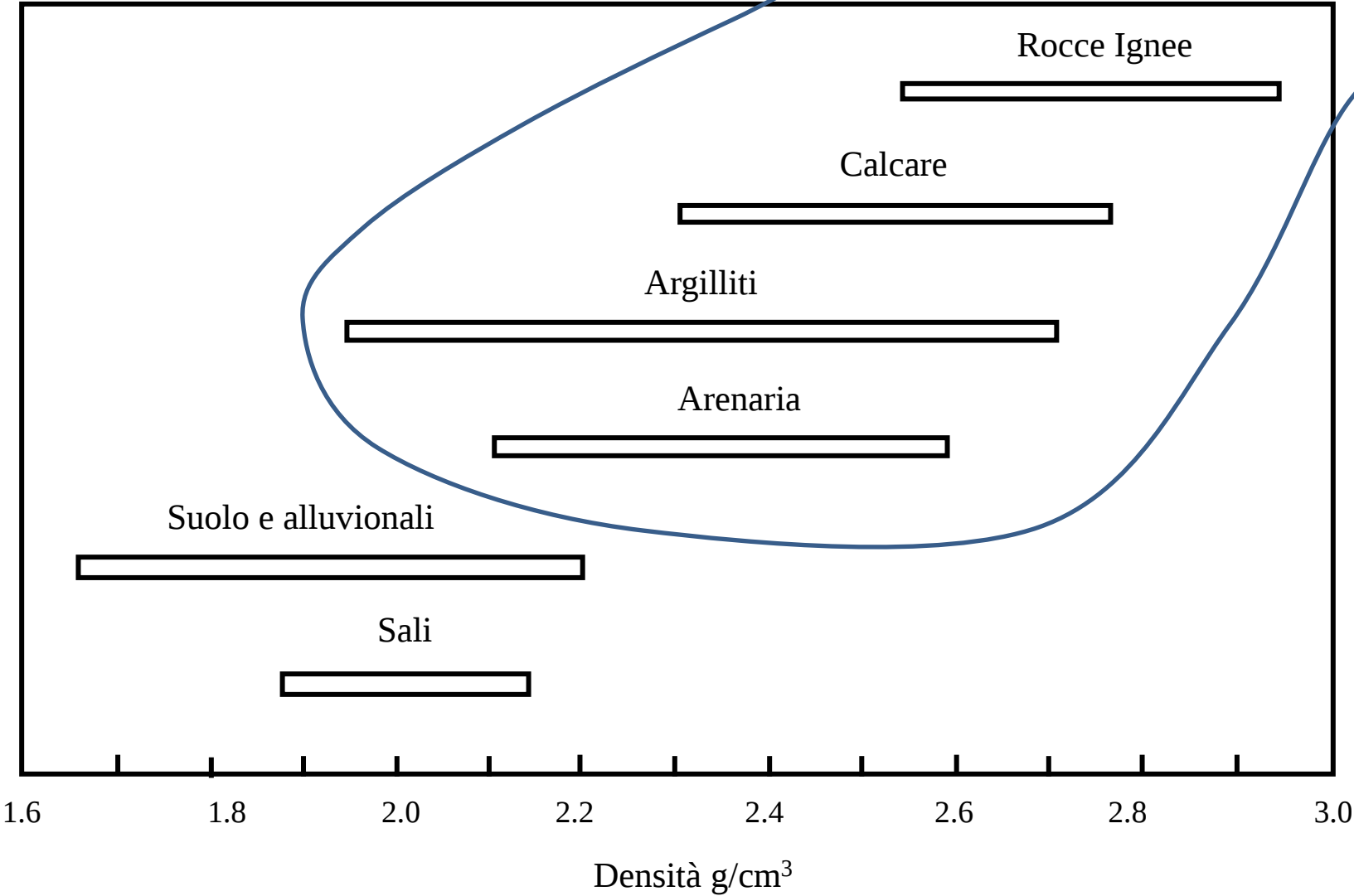


Densità sedimenti



Proprietà fisiche: densità - effetto porosità

Densità rocce



$$\rho_{rocce} = (1 - \phi) \rho_{matrice} + \phi \rho_{fluido}$$

Proprietà fisiche: densità dei minerali

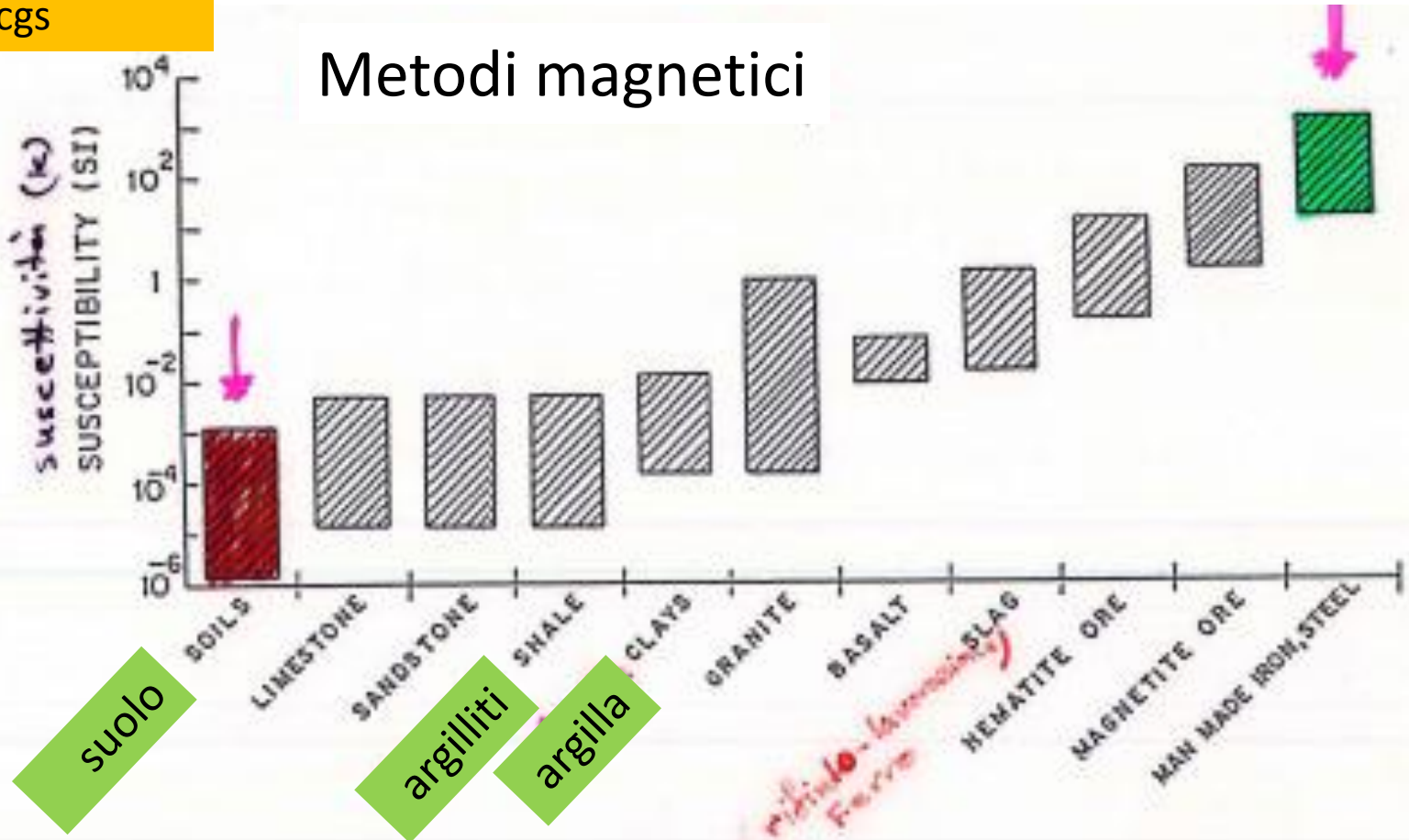
Table 2.6 Densities of a selection of metallic and non-metallic minerals and some miscellaneous materials. Data from Telford *et al.* (1990)

Material type	Density range (Mg/m ³)	Approximate average density (Mg/m ³)
<i>Metallic minerals</i>		
Oxides, carbonate		
Manganite	4.2–4.4	4.32
Chromite	4.2–4.6	4.36
Magnetite	4.9–5.2	5.12
Haematite	4.9–5.3	5.18
Cuprite	5.7–6.15	5.92
Cassiterite	6.8–7.1	6.92
Wolframite	7.1–7.5	7.32
Uraninite	8.0–9.97	9.17
Copper	n.d.	8.7
Silver	n.d.	10.5
Gold	15.6–19.4	17.0
Sulphides		
Malachite	3.9–4.03	4.0
Stannite	4.3–4.52	4.4
Pyrrhotite	4.5–4.8	4.65
Molybdenite	4.4–4.8	4.7
Pyrite	4.9–5.2	5.0
Cobaltite	5.8–6.3	6.1
Galena	7.4–7.6	7.5
Cinnabar	8.0–8.2	8.1
<i>Non-metallic minerals</i>		
Gypsum	2.2–2.6	2.35
Bauxite	2.3–2.55	2.45
Kaolinite	2.2–2.63	2.53
Baryte	4.3–4.7	4.47
<i>Miscellaneous materials</i>		
Snow	0.05–0.88	n.d.
Petroleum	0.6–0.9	n.d.
Lignite	1.1–1.25	1.19
Anthracite	1.34–1.8	1.50

Proprietà fisiche: suscettività magnetica (k)

Unità di misura
SI e cgs

Metodi magnetici

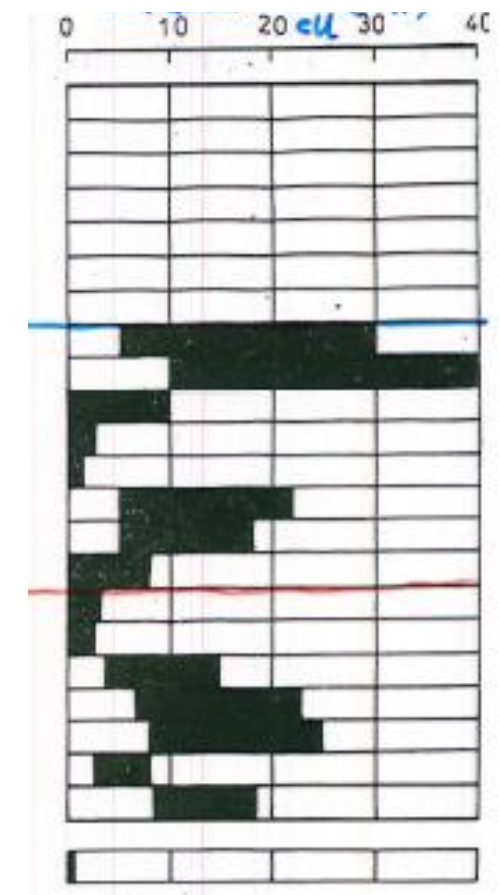
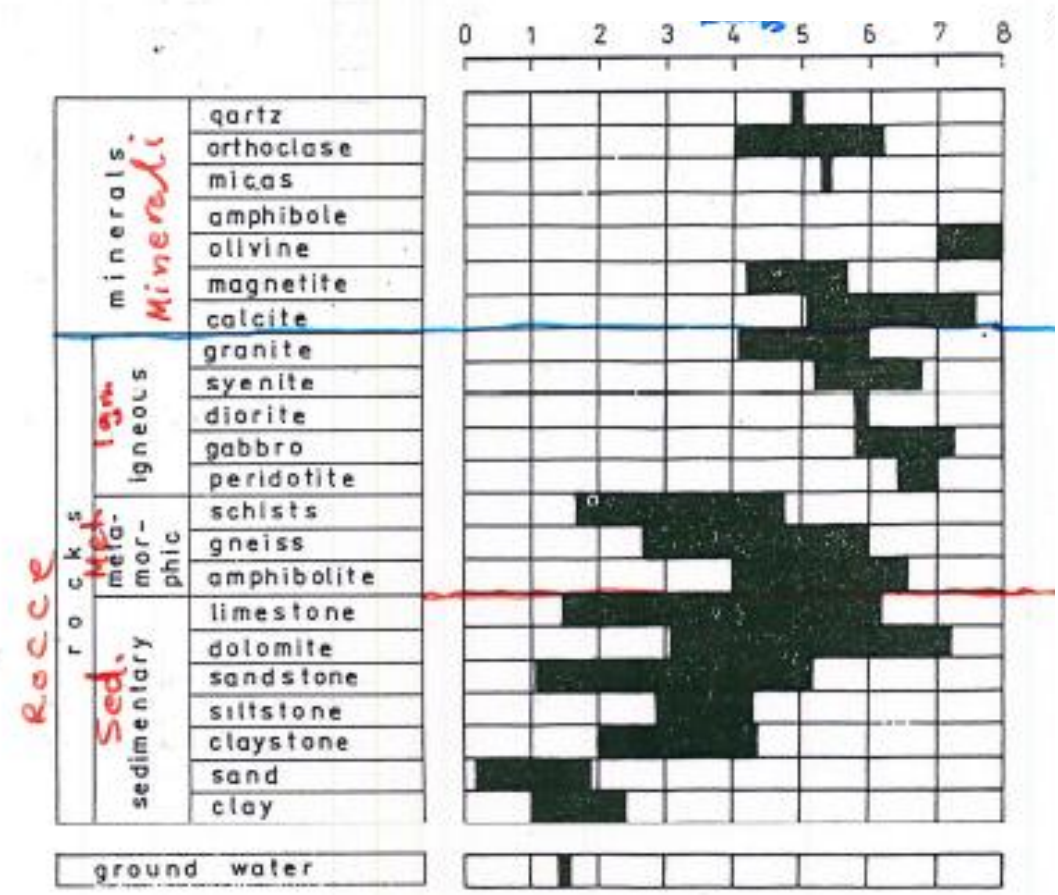


Rifiuti Solidi
Urbani e speciali

Proprietà fisiche: velocità «Vp», Radioattività

Vp (km/s)

Radioattività
(10⁻⁴ % di equivalente U)



Clark et al., 1966; Matolin, 1970; Militzer et al., 1986

Proprietà fisiche: resistività elettrica

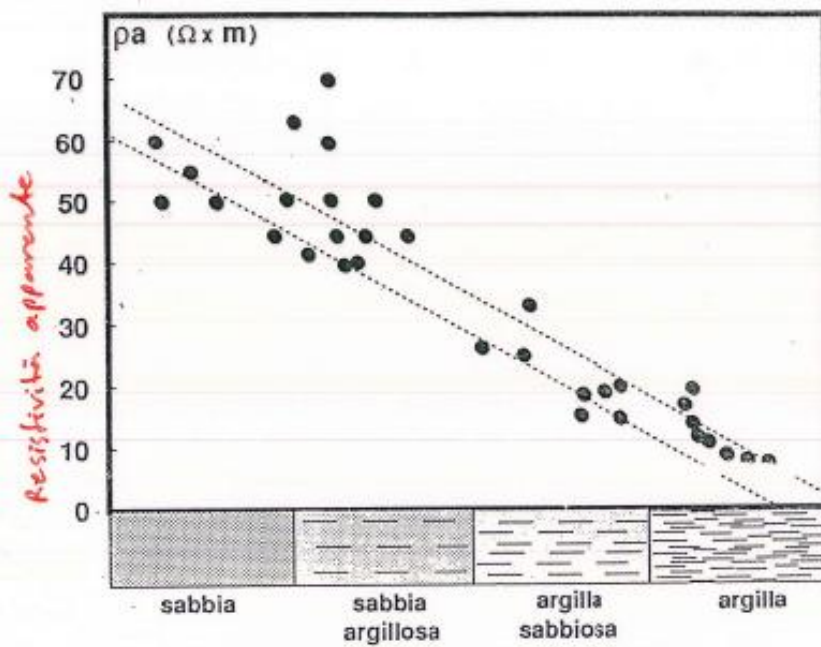


Figura 1.8 — Relazione sperimentale tra resistività elettrica di varie formazioni alluvionali recenti e le loro caratteristiche granulometriche (da Biella et al., 1979).

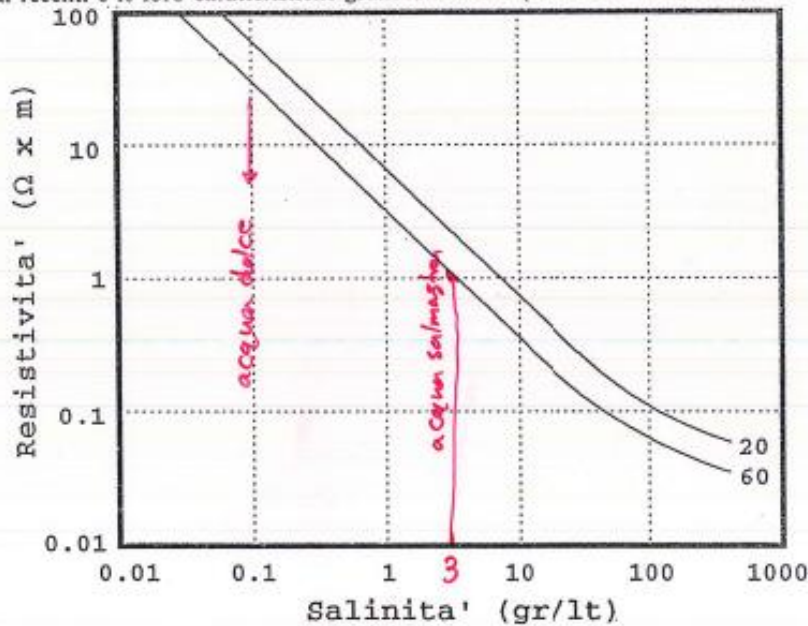


Figura 1.7 — Resistività di una soluzione di NaCl in funzione della salinità alle temperature di 20° e 60° C. (da Keller, Frischknecht, 1970 modificata)

I metodi potenziali

Metodi passivi

Gravimetria

Magnetismo

Geofisica

altri metodi passivi

Radiometrico

Tellurico e Magnetotellurico

**Potenziali spontanei
(metodi geoelettrici)**

Geofisica applicata

Fine parte 4