

Επίδραση των Τοπικών Εδαφικών Συνθηκών στη Σεισμική Δόνηση

Νίκος Θεοδουλίδης

ΟΑΣΠ-Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας & Αντισεισμικών Κατασκευών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

- Γιατί;
- Θεωρητική/φυσική βάση
- Μετρήσεις παραμέτρων
- Χρήση/Εφαρμογές

Γιατί;



Source : Laurence Barret

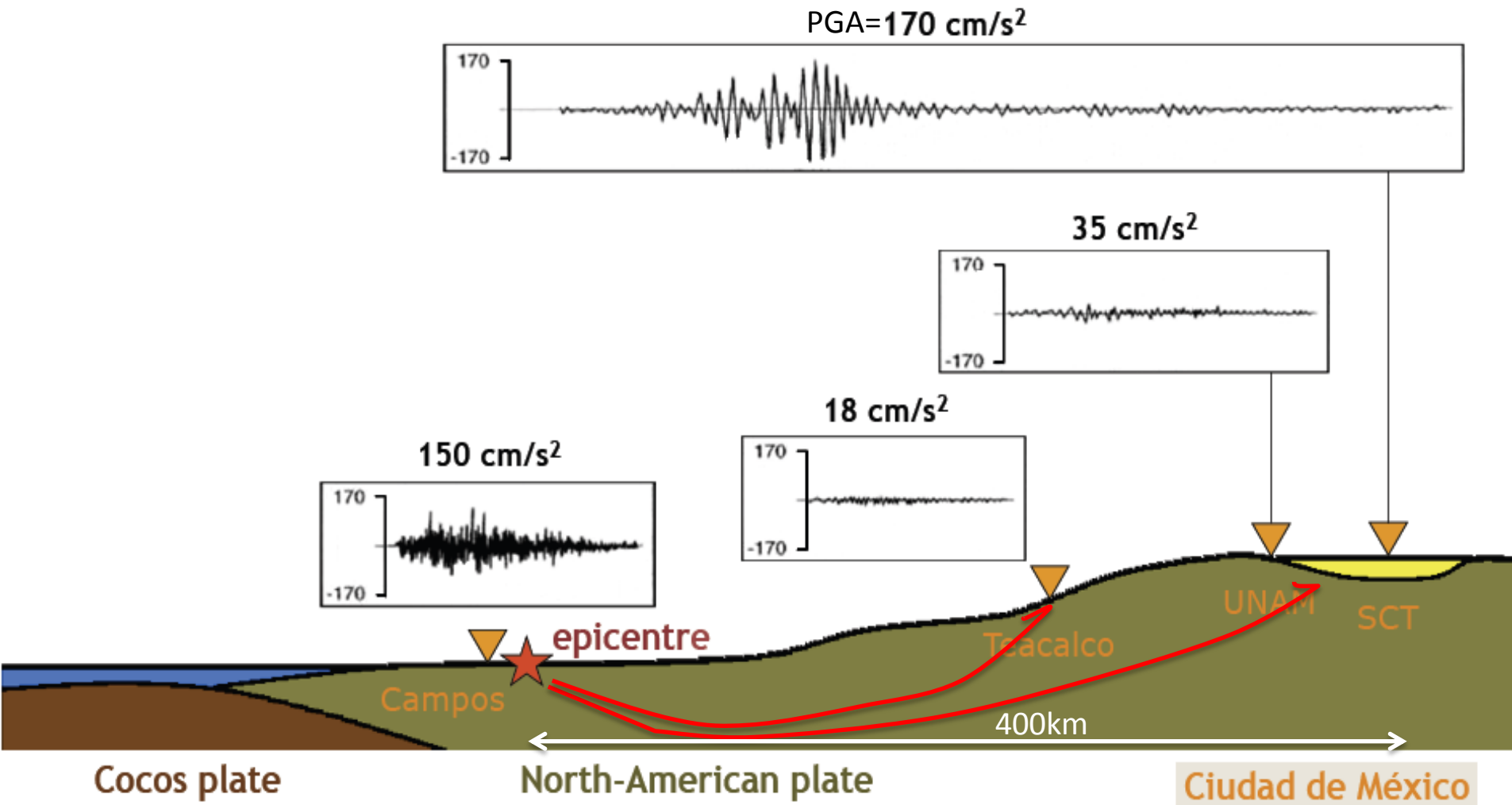


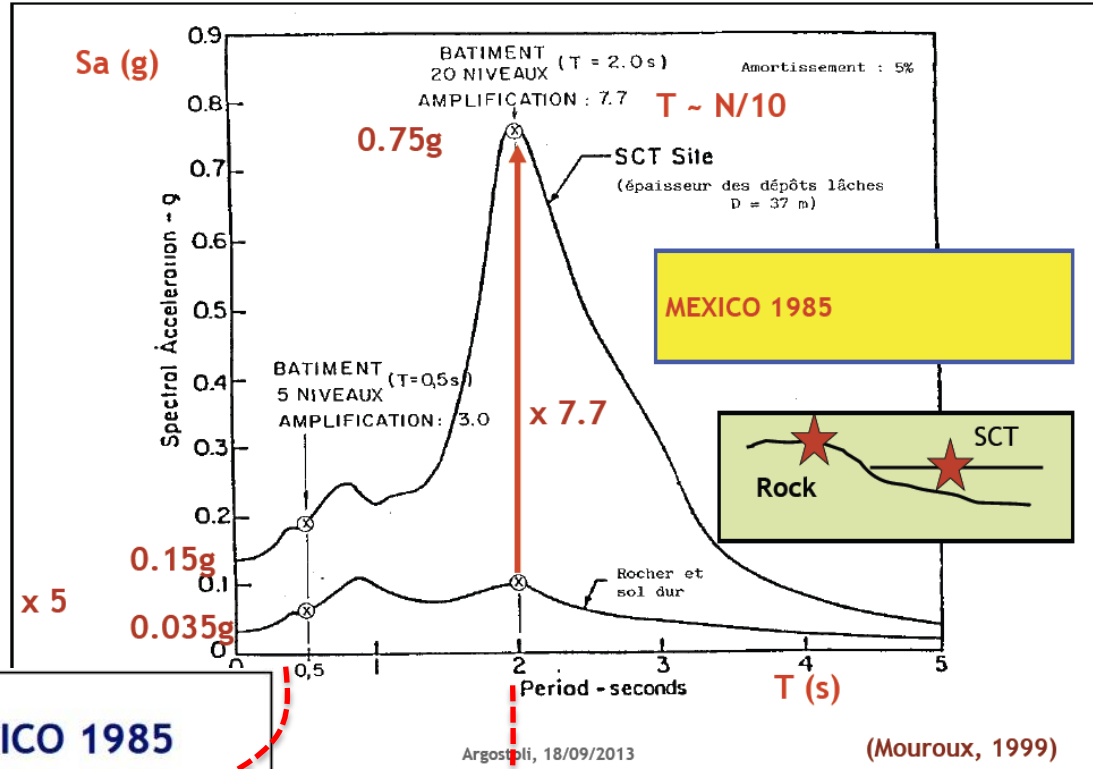
Source : Laurence Barret



Source : Laurence Barret

Mexico City lake-bed area: local site effects





**2-story (old) building :
no damage**

MEXICO 1985

**10-20 story
building (Hospital)**



Θεωρητική / φυσική βάση

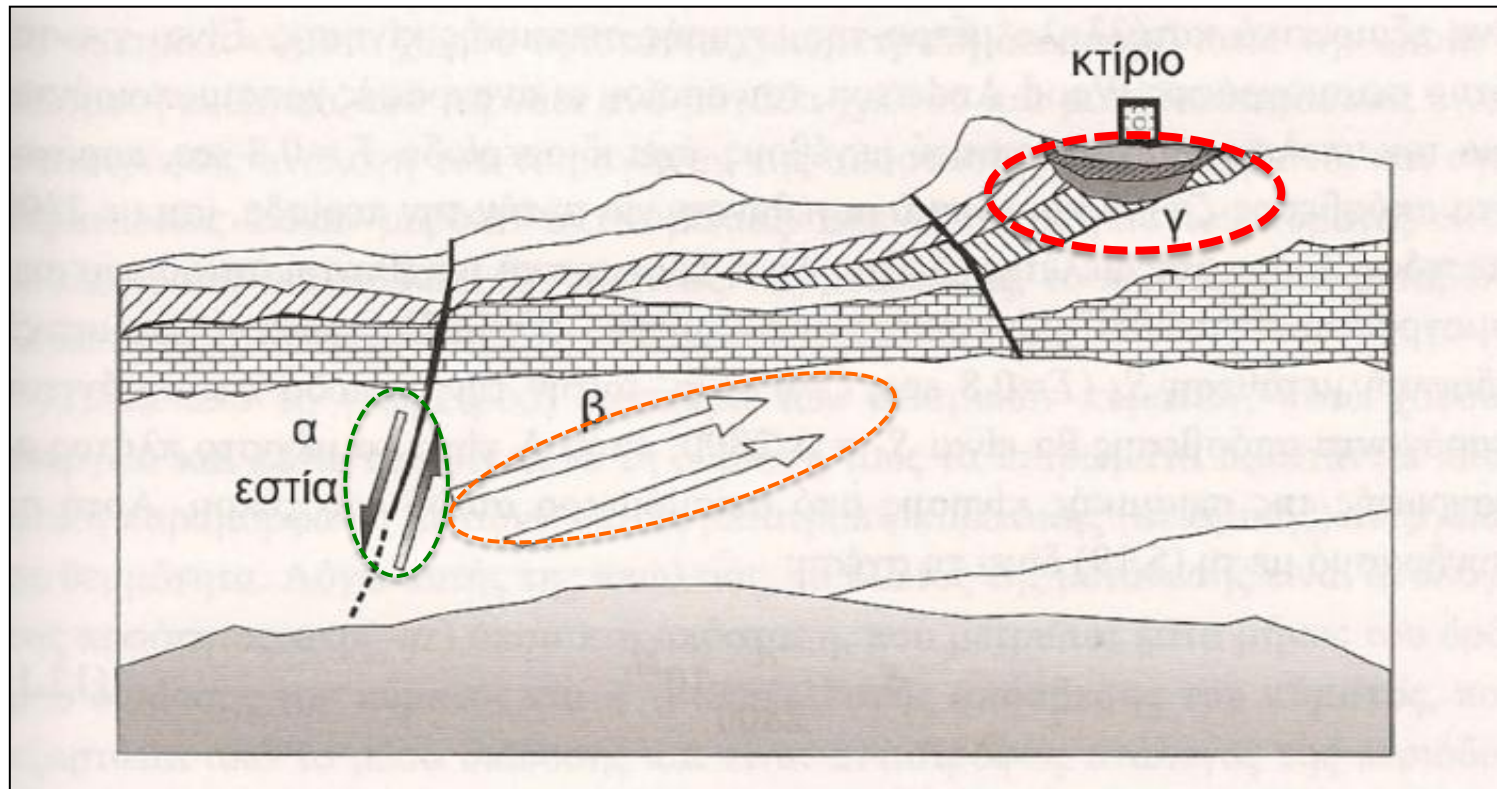
The diagram illustrates the propagation of seismic waves from an earthquake focus. Key components labeled include:

- Épicentre**: The point on the surface directly above the focus.
- Surface rupture**: The break in the ground surface along the fault.
- Faïlle**: The fault line.
- Foyer**: The focus, the point where the earthquake originates.
- Propagation**: The direction of wave travel away from the focus.
- Compression wave P**: Primary waves that compress and expand the rock.
- Shear wave S**: Secondary waves that move the rock perpendicular to the direction of travel.
- Onde réfléchie**: A reflected wave.
- Surface wave (Love)**: Surface waves that move the rock horizontally.
- Surface wave (Rayleigh)**: Surface waves that move the rock in a circular motion.
- Rocher**: The rock medium.

**Figure : Gérald Hivin
UJF. IUT 1. Dpt. Génie Civil
gerald.hivin@ujf-grenoble.fr**

Figure : Gérald Hivin
UJF. IUT 1. Dpt. Génie Civil
gerald.hivin@ujf-grenoble.fr

Παράγοντες που Καθορίζουν τη Σεισμική Κίνηση

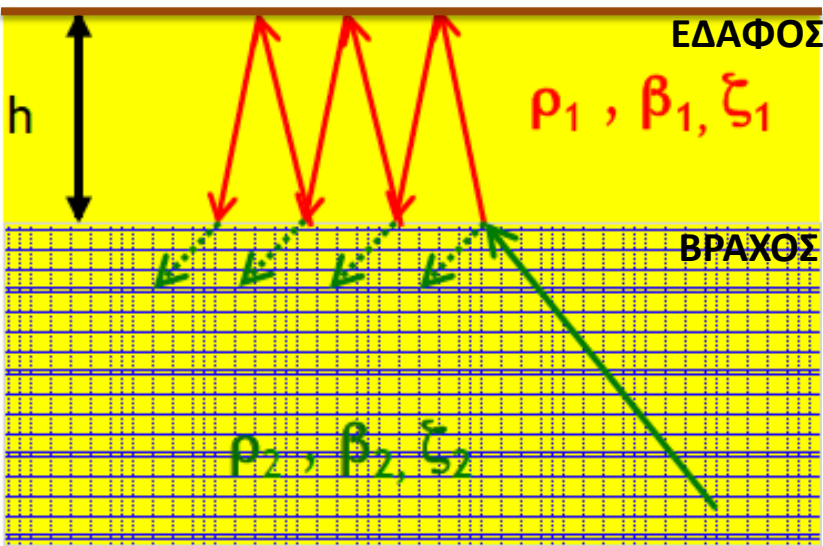


(α) Ιδιότητες της σεισμικής εστίας (μέγεθος, μηχανισμός γένεσης, φάσμα της εστίας, κλπ.)

(β) Ιδιότητες του δρόμου διάδοσης των σεισμικών κυμάτων (μήκος δρόμου, απόσβεση σεισμικών κυμάτων, κλπ.)

(γ) **Ιδιότητες της ίδιας της εξεταζόμενης θέσης** (σκληρότητα του εδάφους θεμελίωσης και του υπεδάφους, μορφολογία κλπ.)

Δυναμική Απόκριση 1Δ Εδαφικού Προφίλ



$$C = \rho_2 \beta_2 / \rho_1 \beta_1$$

Transfer function (Fourier)

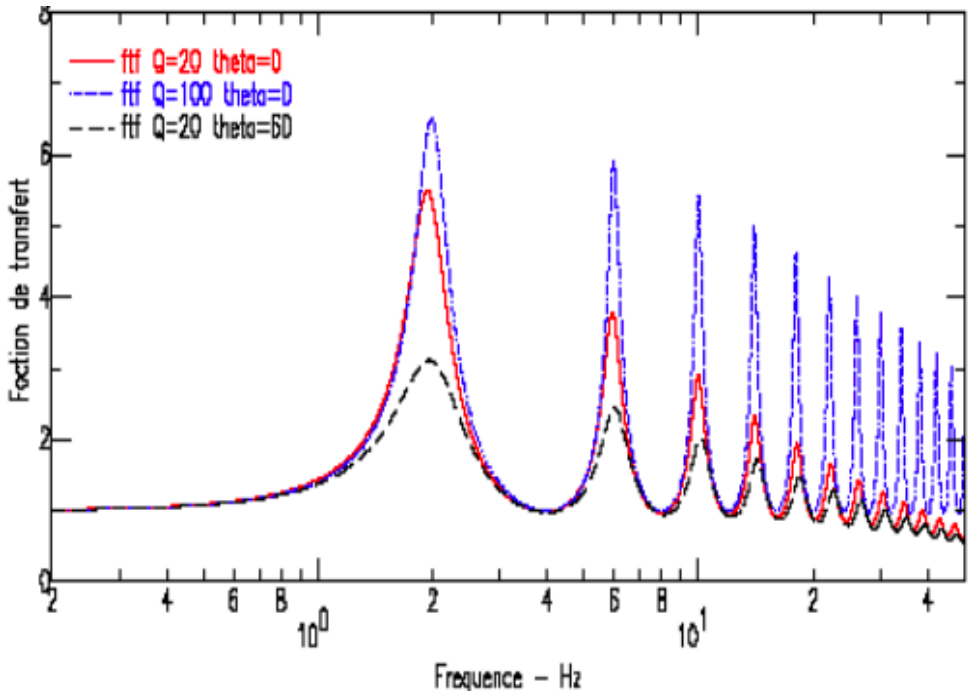
$$H(f) = 2 C / [C \cdot \cos(2\pi f h / \beta_1) + i \cdot \sin(2\pi f h / \beta_1)]$$

Resonance frequencies

- Fundamental mode: $f_0 = \beta_1 / 4h$
- Harmonics $f_n = (2n+1) f_0$

Amplification

- Elastic case
$$A_0 = |H(f_0)/2| = C = \rho_2 \cdot \beta_2 / \rho_1 \cdot \beta_1$$
- With damping ζ_1 :
$$A_0 = C / (1 + 0,5 \pi \zeta_1 C)$$

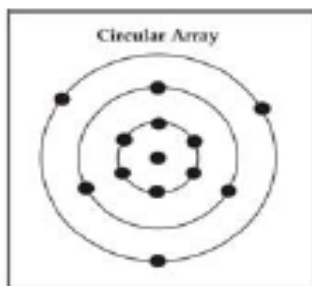


Μετρήσεις παραμέτρων

Σταθμοί Επιταχυνσιογράφων στην Περιοχή Μελέτης

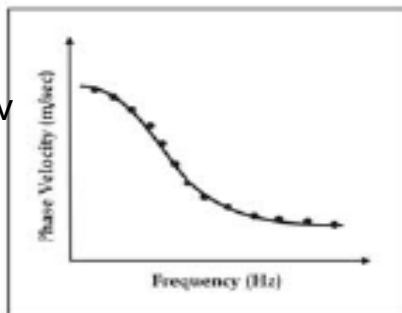


Διάταξη
Σεισμομέτρων



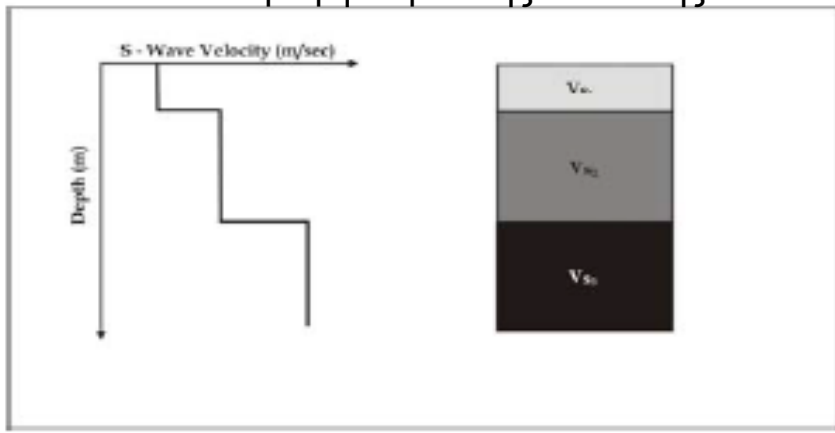
$f-k$
Method

Καμπύλες
Σκέδασης
Επιφανειακών
Κυμάτων



Inversion

Αντιστροφή Καμπύλης Σκέδασης



Απλοποιημένη διαδικασία ανάλυσης
δεδομένων εδαφικού θορύβου με
εφαρμογή της τεχνικής ειδικών
δικτύων σεισμομέτρων (Okada 2003)

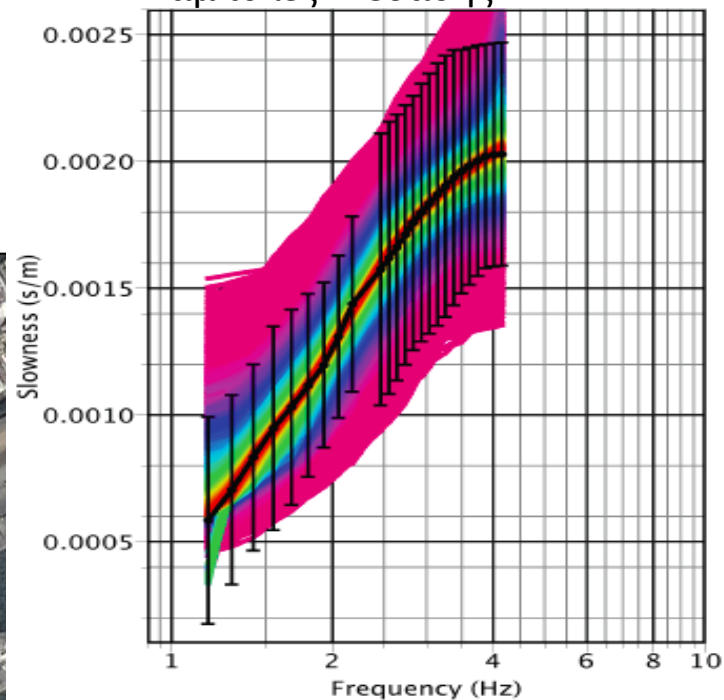


ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ

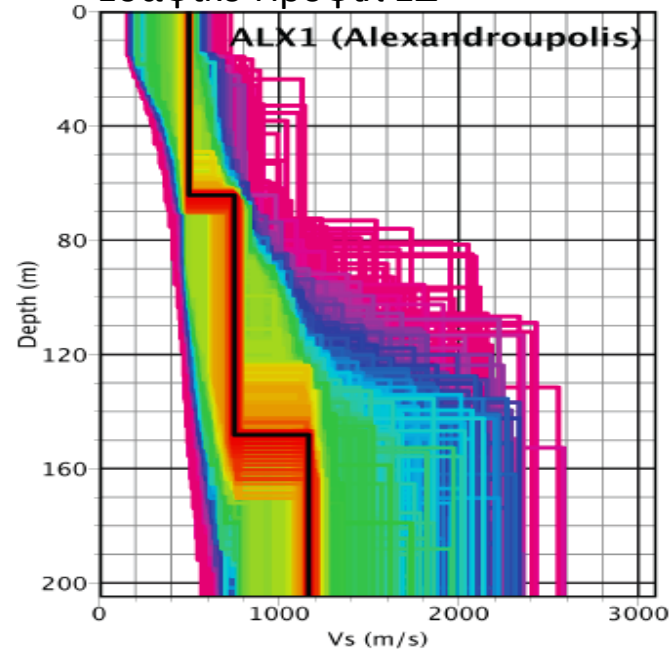


Σαββαΐδης και συν.(2015)

Καμπύλες Σκέδασης



Εδαφικό Προφίλ 1Δ

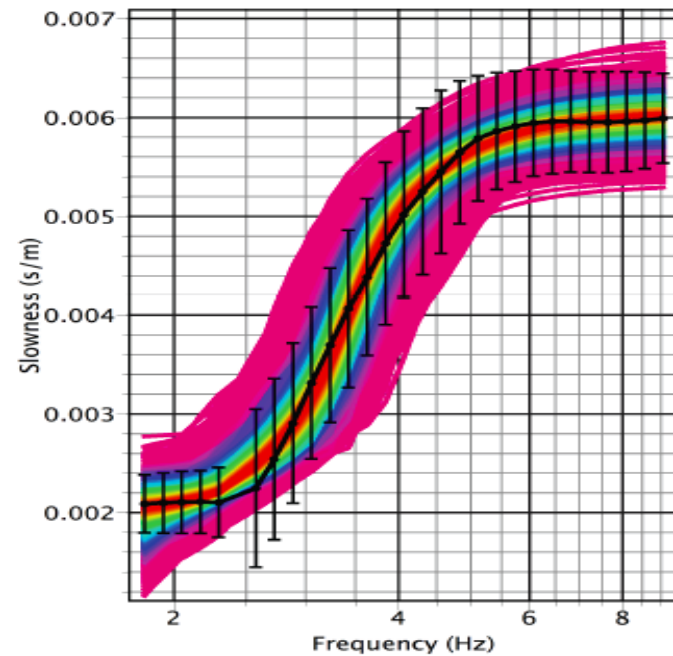


ΣΟΥΦΛΙ

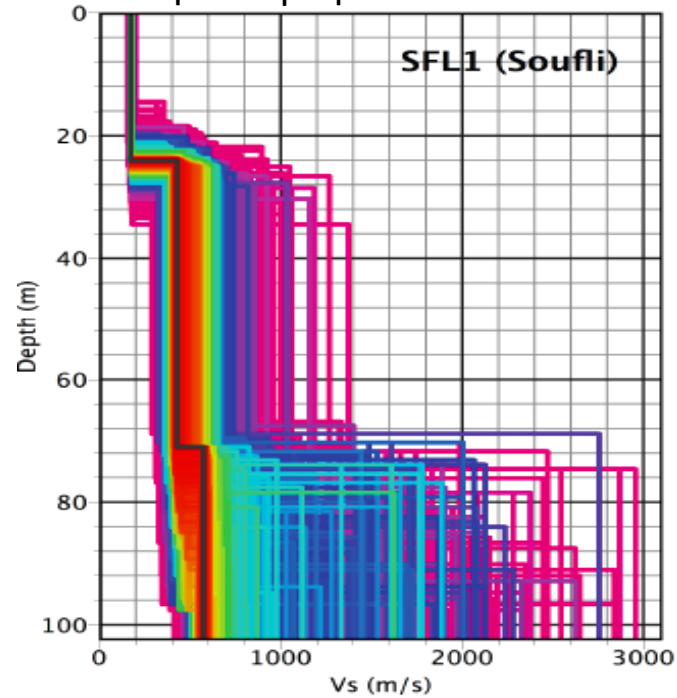


Σαββαΐδης και συν. (2015)

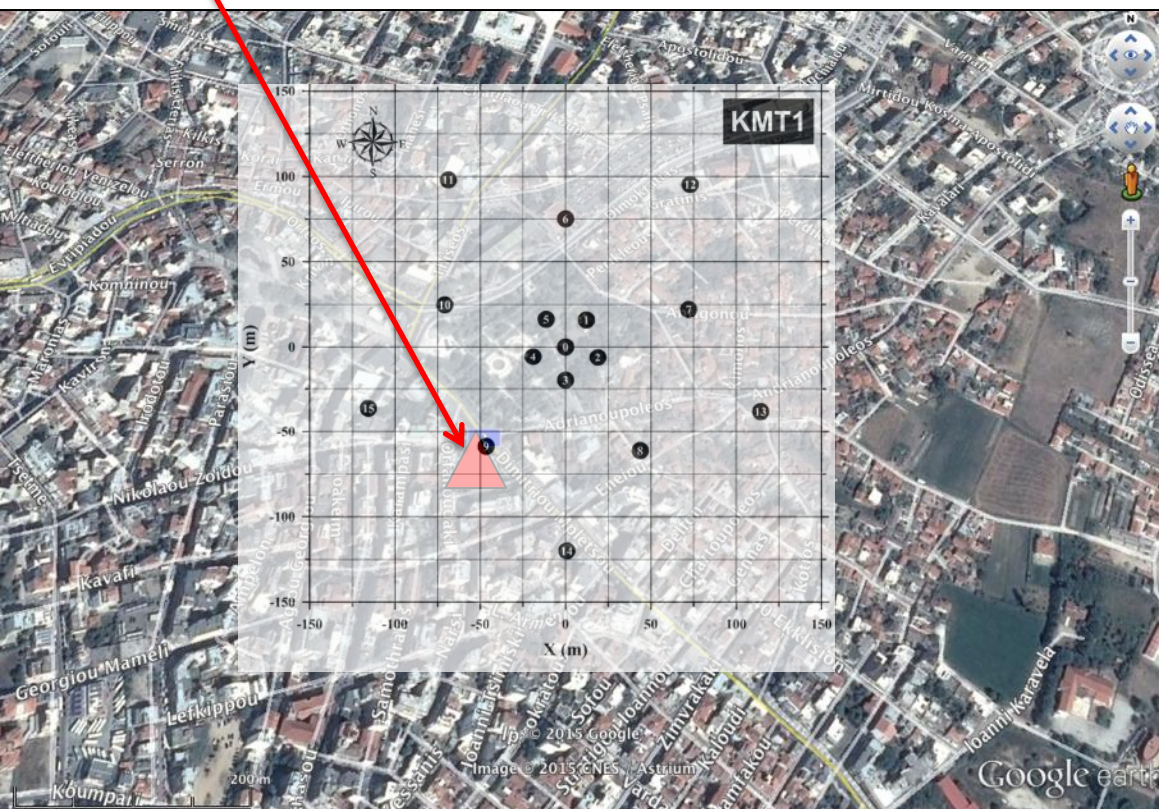
Καμπύλες Σκέδασης



Εδαφικό Προφίλ 1Δ

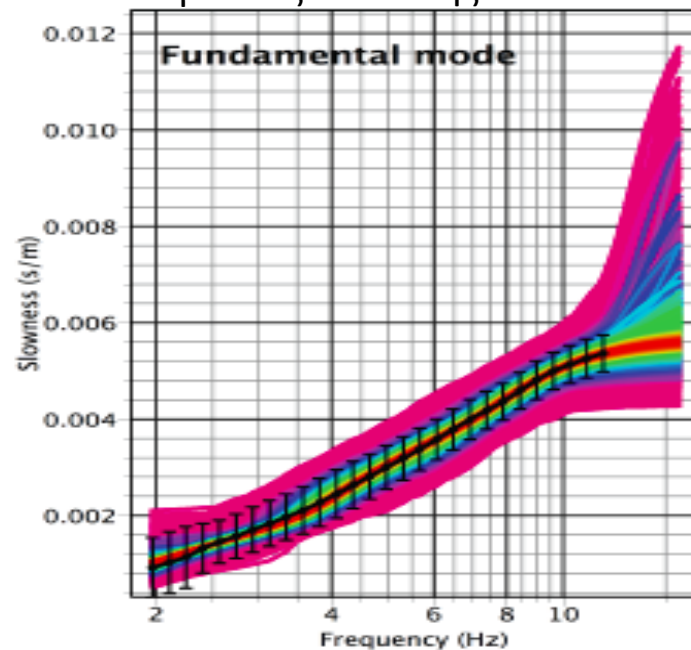


ΚΟΜΟΤΗΝΗ

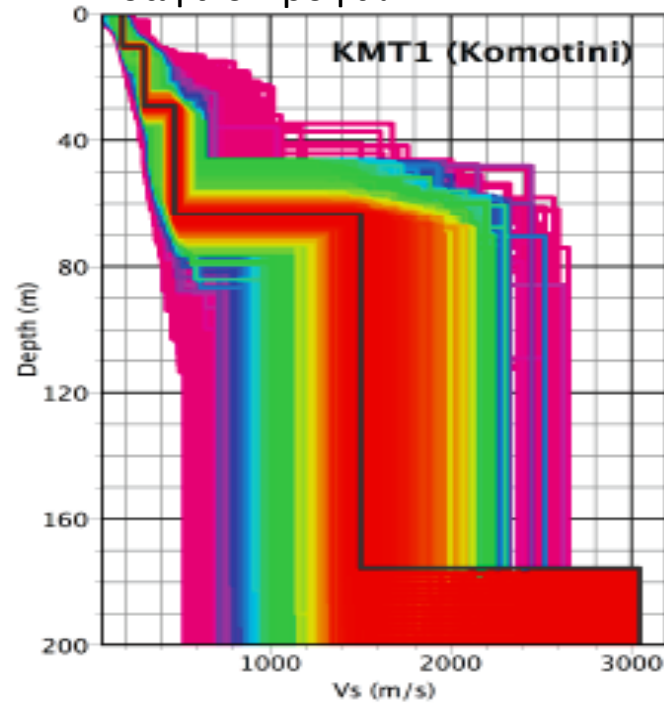


Σαββαΐδης και συν. (2015)

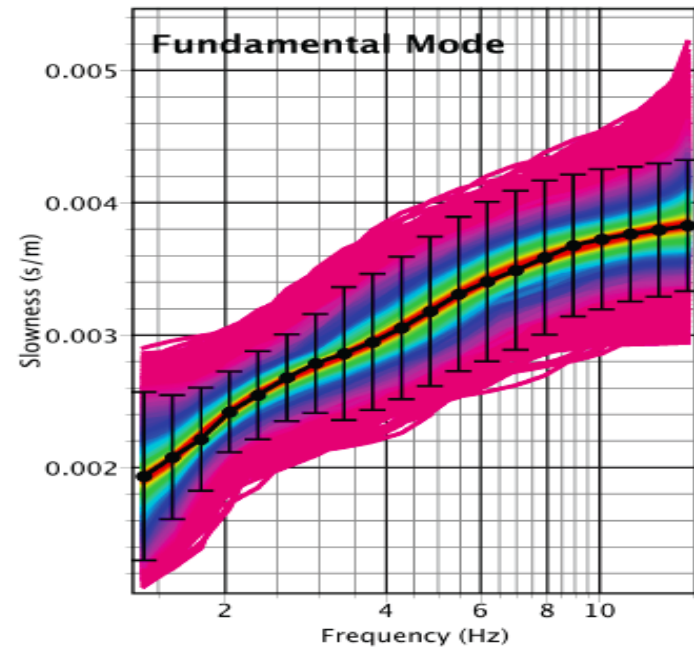
Καμπύλες Σκέδασης



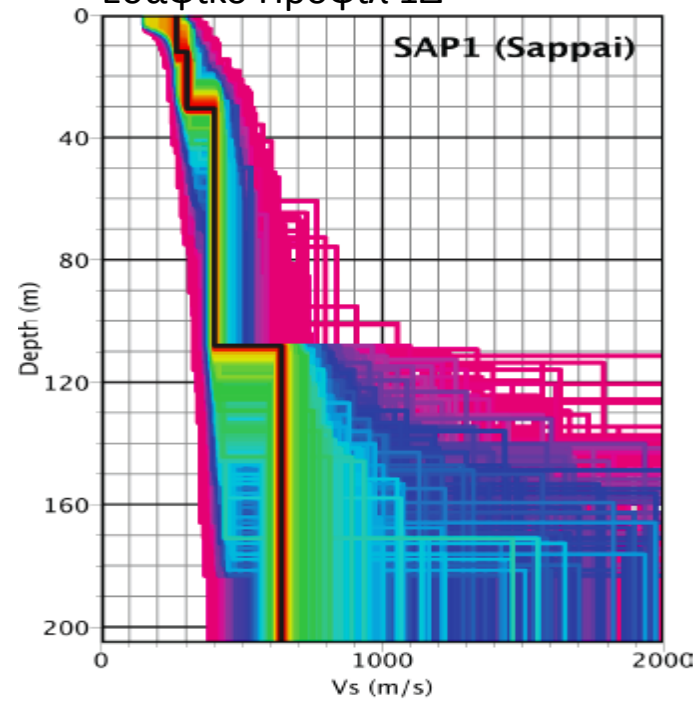
Εδαφικό Προφίλ 1Δ



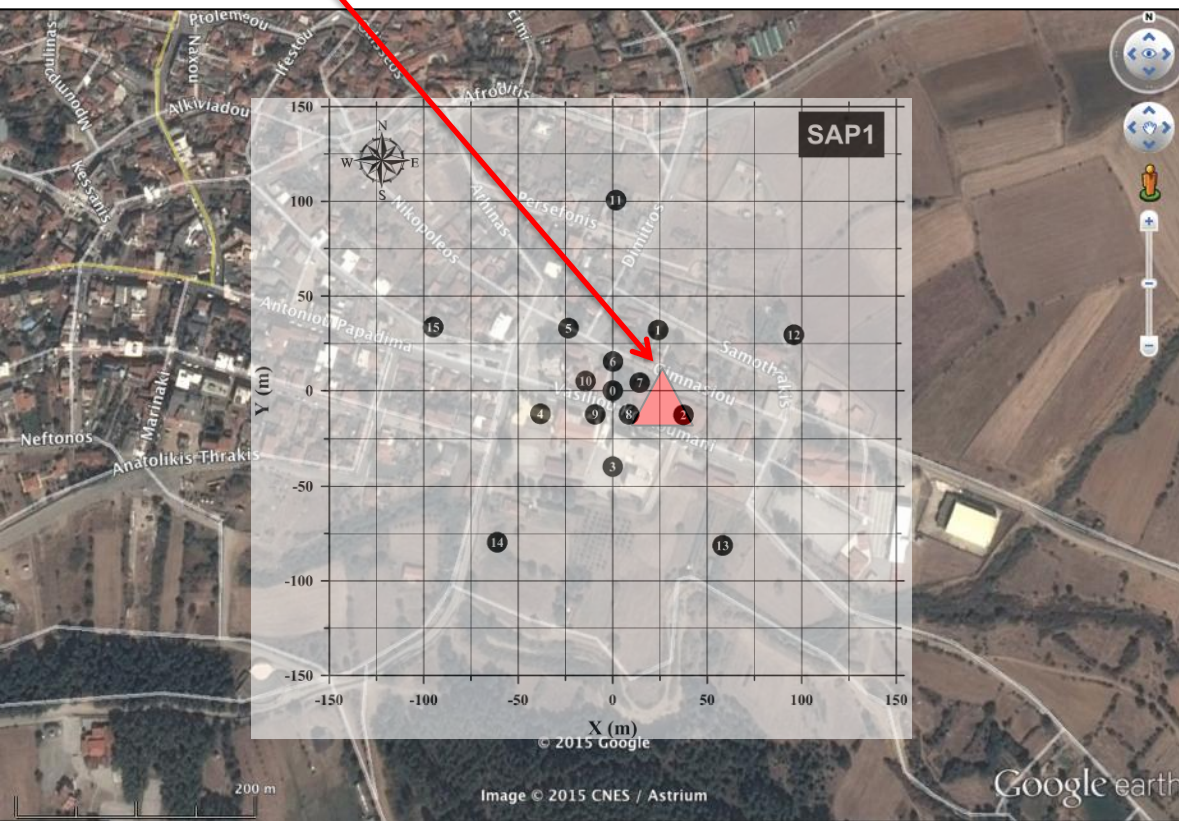
Καμπύλες Σκέδασης



Εδαφικό Προφίλ 1Δ



ΣΑΠΠΕΣ



Σαββαΐδης και συν.(2015)

Χρήση / Εφαρμογές

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

ITSAK

monographs.itsak.gr

Getting Started Latest Headlines Saucy Paramour ...

ITSAK

SITE INFORMATION ON ACCELEROMETER STATIONS OF THE GREATER EUROPEAN REGION

neries

About Help

Additional Layers

- ☐ Geological layer
- ☐ Geophysical layer

Stations

Apply filters Remove filters Download CSV

SWITZERLAND (3)

TURKEY (5)

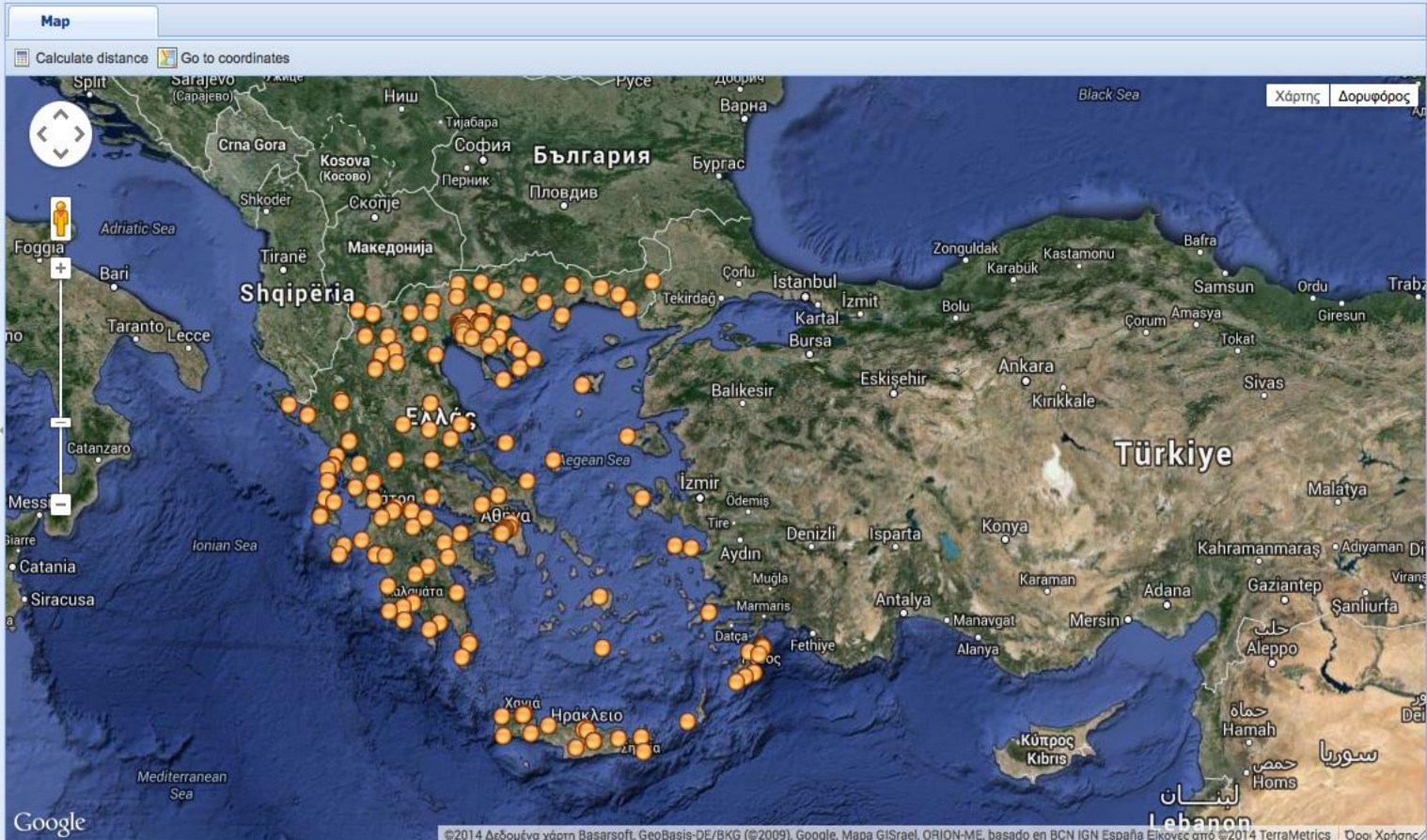
FRANCE (1)

GREECE (210)

- AGN1
- AGR1
- AGR2
- AIA1
- AIG1
- AIG2
- AKR1
- ALM1
- ALX2
- AMK1
- AML1
- ANL1
- ANS1
- AOL1
- ARE1
- ARE2
- ARG1
- ARG2
- ARK1

Map

Calculate distance Go to coordinates



©2014 Δεδομένα χάρτη Basarsoft, GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google, Mapa GISrael, ORION-ME, basado en BCN IGN España Εθνικές από ©2014 TerraMetrics Όροι Χρήσης

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

ITSAK

monographs.itsak.gr

Getting Started Latest Headlines Saucy Paramour ...

ITSAK

SITE INFORMATION ON ACCELEROMETER STATIONS OF THE GREATER EUROPEAN REGION

neries

About Help

Additional Layers

- ☐ Geological layer
- ☐ Geophysical layer

Stations

Apply filters Remove filters Download CSV

Map

Calculate distance Go to coordinates

Filters

Station code

Surface Geology

- ☐ Rock
- ☐ Stiff
- ☐ Soft

Latitude

Greater than and less than

Longitude

Greater than and less than

Altitude

Greater than and less than

Strong Motion Records

☒ N/A ☐ Yes ☐ No

maximum recorded PGA (g)

Greater than and less than

Apply filters Cancel

AGN1 AGR1 AGR2 AIA1 AIG1 AIG2 AKR1 ALM1 ALX2 AMK1 AML1 ANL1 ANS1 AOL1 ARE1 ARE2 ARG1 ARG2 ARK1

Shqipëria Ελλάδα

Ελλάδα

Αθήνα

Ιωνian Sea

Aegean Sea

Μεσογειακή Θάλασσα

Χανιά Ηράκλειο

Κύπρος Kibris

Lebanon

Hamah Homs

Deir ez-Zor

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

ITSAK

monographs.itsak.gr

Getting Started Latest Headlines Saucy Paramour

ITSAK SITE INFORMATION ON ACCELEROMETER STATIONS OF THE GREATER EUROPEAN REGION 

About Help

Additional Layers

☐ Geological layer
☐ Geophysical layer

Stations

Apply filters Remove filters Download CSV

THV2
TMN1
TMU1
TMU2
TRP1
TST0
VAR2
VAS2
VER1
VOL1
VOL2
VOL3
VRO1
VSK1
VSL1
W01
W02
W03
XAN1
XAN2
ZAK2

ITALY (40)

Map

Calculate distance Go to coordinates

Χάρτης Δορυφόρος

TST0

EUROSEISTEST (Stivos-Profitas)

General Site Information
Geographical Data
Site Description - Housing
Earthquake Recordings
Morphological Data
Geological Data
Geotechnical Investigation
Geotechnical Laboratory Analyses
Geophysical Data
Noise Recordings
Site Response
Site Transfer Function
Dispersion Curves Information
Contact

Firefox File Edit View History Bookmarks Tools Window Help

ITSAK

monographs.itsak.gr

Getting Started Latest Headlines Saucy Paramour

ITSAK SITE INFORMATION ON ACCELEROMETER STATIONS OF THE GREATER EUROPEAN REGION 

About Help

Additional Layers

☐ Geological layer
☐ Geophysical layer

Stations

Apply filters Remove filters Download CSV

THV2
TMN1
TMU1
TMU2
TRP1
TST0
VAR2
VAS2
VER1
VOL1
VOL2
VOL3
VRO1
VSK1
VSL1
W01
W02
W03
XAN1
XAN2
ZAK2

ITALY (40)

Map

TST0

Geological map & Geological sketch

GRA

E01

TST

Μαζί τούρτα

ΡΕΥΜΑΤΑ

ΟΥΛΙΤΕΣ

LEGEND

Loessine sediments: sandy clay, silt and fine-grained sand. Rich in mica.

Deposits in river and torrent beds: sandy clay, sand and grits.

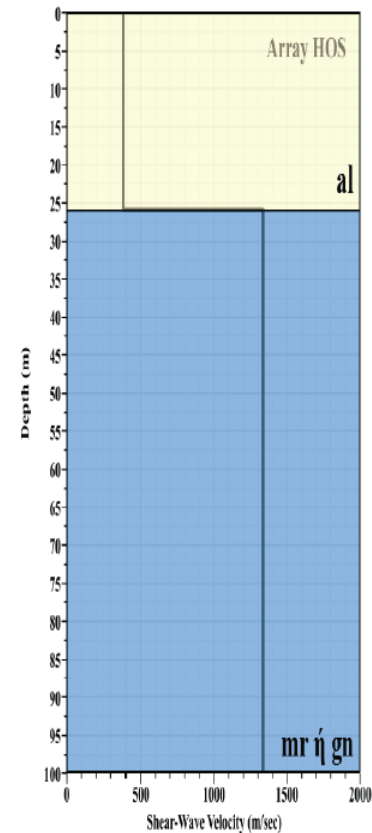
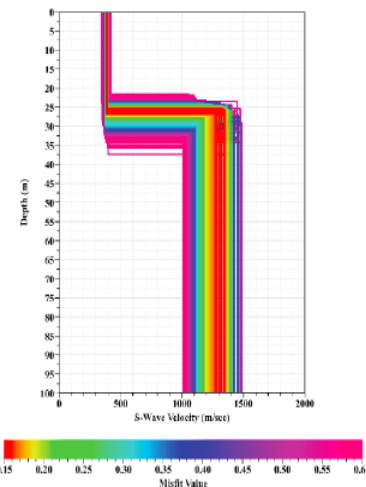
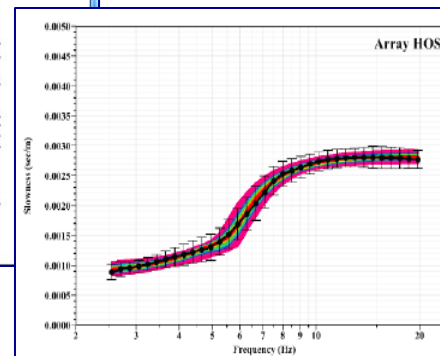
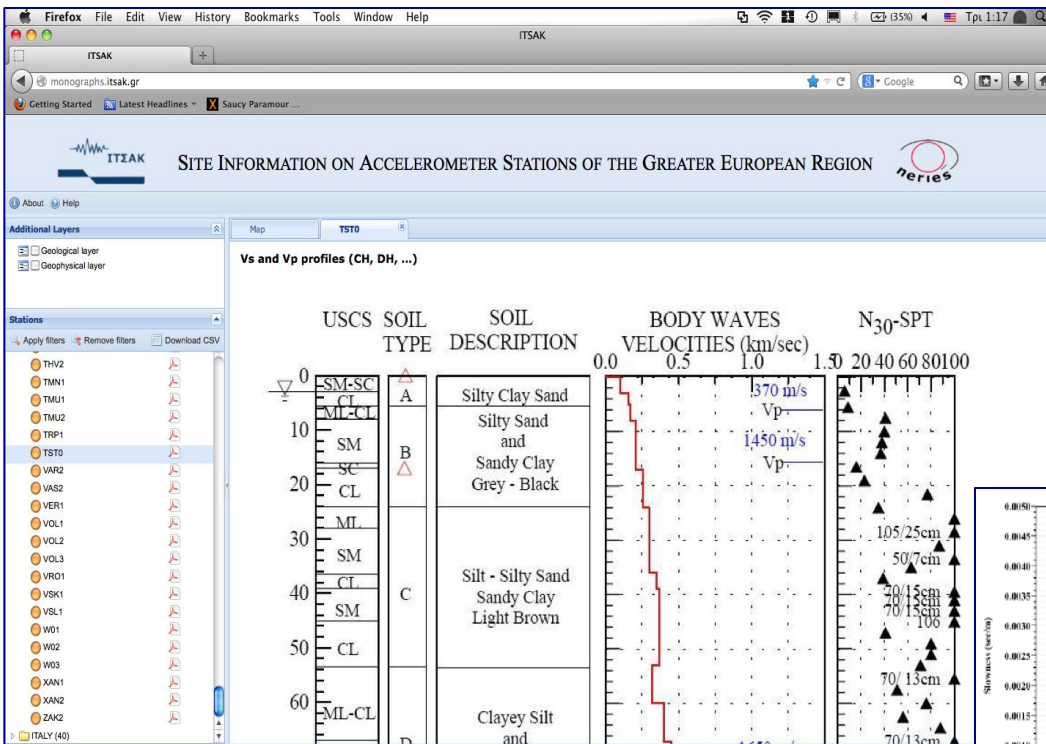
Valley deposits: sandy clay.

PLEISTOCENE

Lower terrace system: gravel and sand under a clayey cover (P₁₋₂) or without a clayey cover (P₁₋₂₋₃). The top of the system is located 3-6 m higher than the river level.

Middle terrace system: sand (P₁₋₂₋₃) or gravel (P₁₋₂₋₃). The top of the system is located 10-15 m higher than the river level. Probably it represents older lacustrine sediments.

Upper terrace system: grits and pebbles with loess or sandy clay.



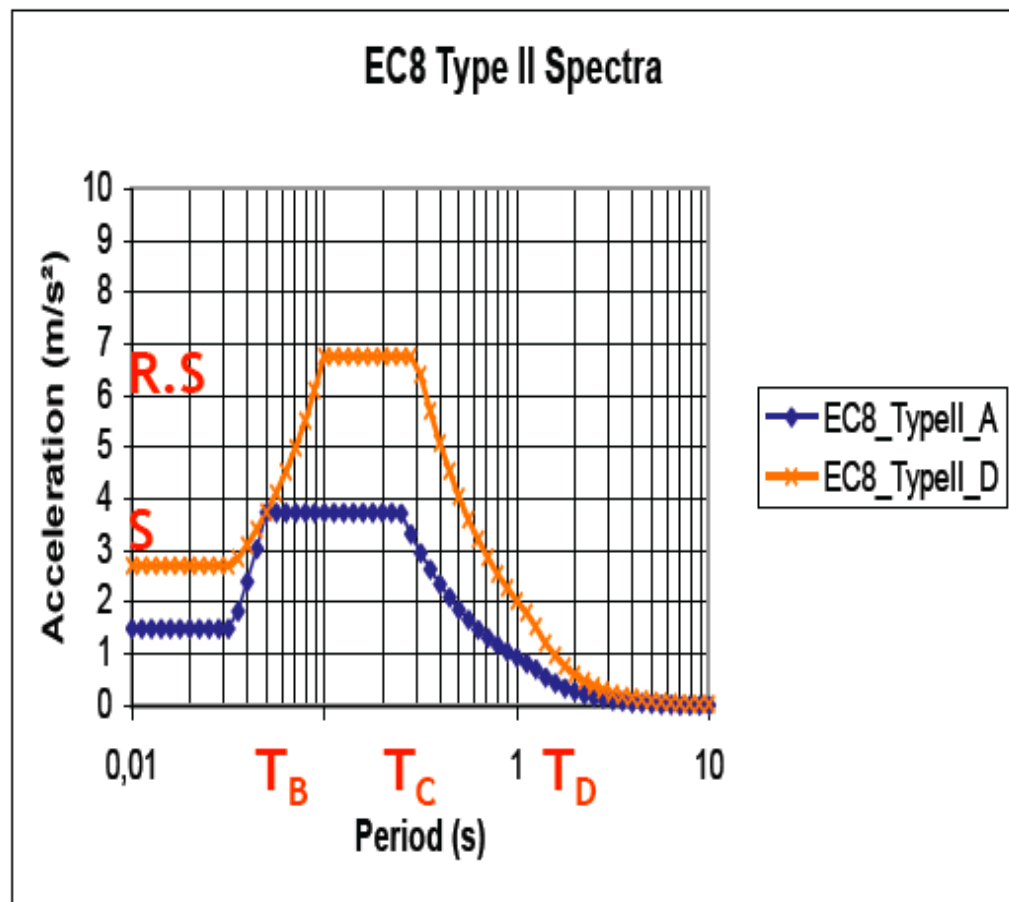
ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ EC8

Spectral shapes : control parameters

- S : high-frequency amplification
- R : plateau level
- T_B, T_C : position and plateau width
- T_D : long period level

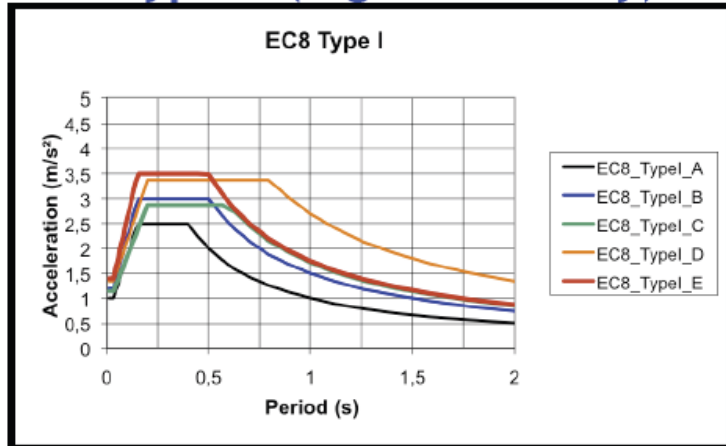
Dependency on site conditions

- Depends on site classes
- Today : V_{S30}
- **A** : $V_{S30} > 800$ m/s
- **B** : $V_{S30} \in [360, 800$ m/s]
- **C** : $V_{S30} \in [180, 360$ m/s]
- **D** : $V_{S30} \in [100, 180$ m/s]
- **E** : soft & thin layer ($h < 20$ m) over hard bedrock

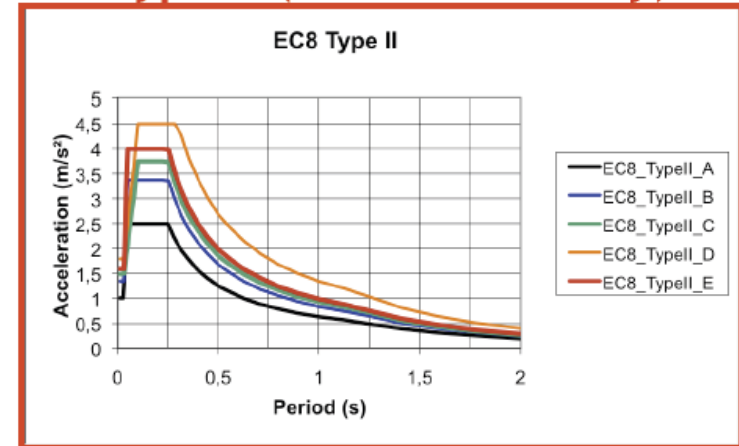


EC8 recommendations : 2 types

Type 1 (high seismicity)



Type 2 (weak seismicity)



Classe	S	T_B	T_C	T_D
A	1	0,15	0,4	2
B	1,2	0,15	0,5	2
C	1,15	0,20	0,6	2
D	1,35	0,20	0,8	2
E	1,40	0,15	0,5	2

Classe	S	T_B	T_C	T_D
A	1	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,50	0,10	0,25	1,2
D	1,80	0,10	0,30	1,2
E	1,60	0,05	0,25	1,2

Events

Stations

Event id

Date

Fri Oct 06 199

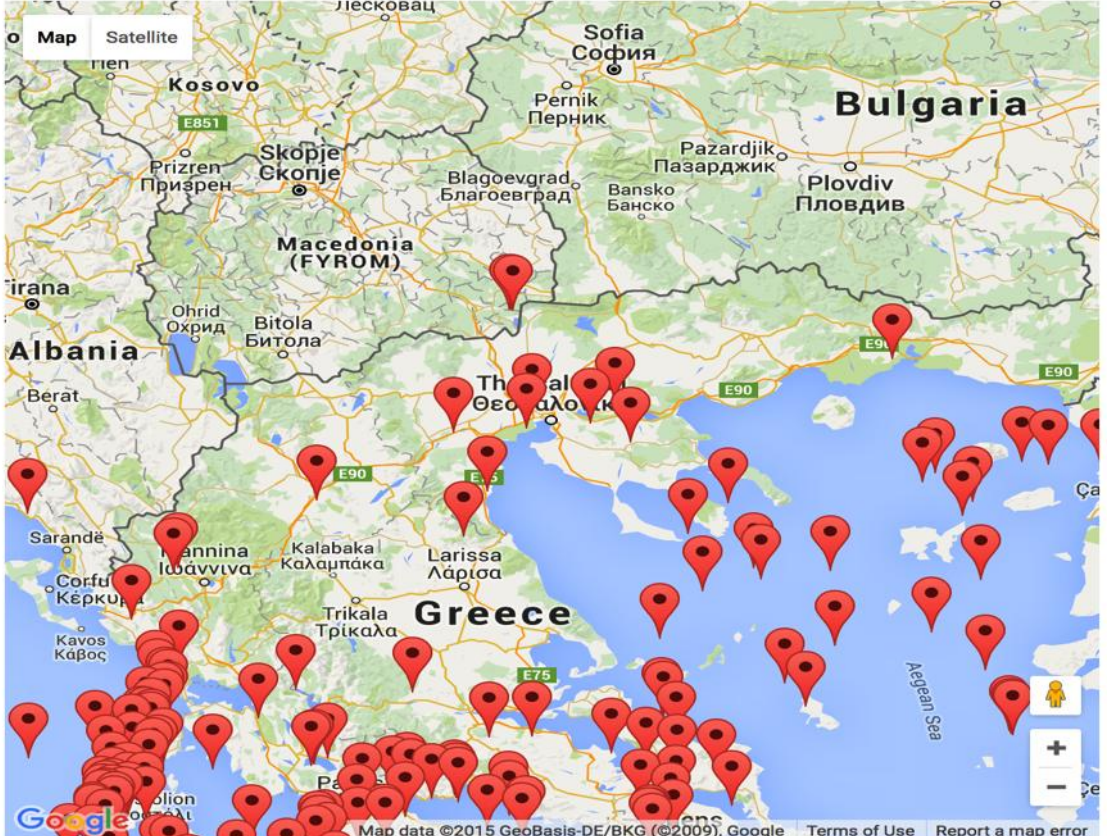
Fri Oct 0

Depth

MMF

clear

Search Events



☐ Find on map

ID	DateTime	Lat	Long	Depth	MMF	Files
itsak-2009-2	2009-01-10T22:26:24Z	38.0225	21.5431	20	4.1	Plot files
itsak-2009-3	2009-01-11T10:50:04Z	37.6021	22.6329	65	4.5	Plot files

Plotting earthquake files

Information about the earthquake activity at: 1997-11-18T13:13:51Z

Available files

ZAK1_19971118130739.L.dat.smc8
ZAK1_19971118130739.T.dat.smc8
ZAK1_19971118130739.V.dat.smc8
PAT1_19971118130739.L.dat
PAT1_19971118130739.T.dat
PAT1_19971118130739.V.dat
PAT2_19971118130739.L.dat
PAT2_19971118130739.T.dat
VOL1_19850430181412.V.dat.smc8
ZAK1_19881016123403.L.dat.smc8
ZAK1_19881016123403.T.dat.smc8
ZAK1_19881016123403.V.dat.smc8
ZAK1_19950615001550.L.dat.smc8
ZAK1_19950615001550.T.dat.smc8
ZAK1_19950615001550.V.dat.smc8
MES1_19860915114130.T.dat.smc8
MES1_19860915114130.V.dat.smc8

<<

>>

Refresh

Download

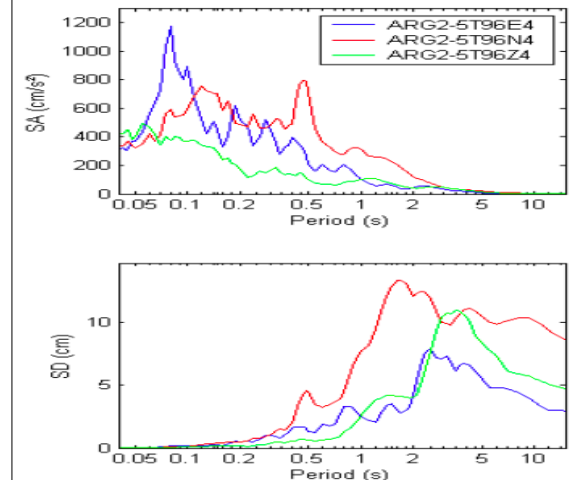
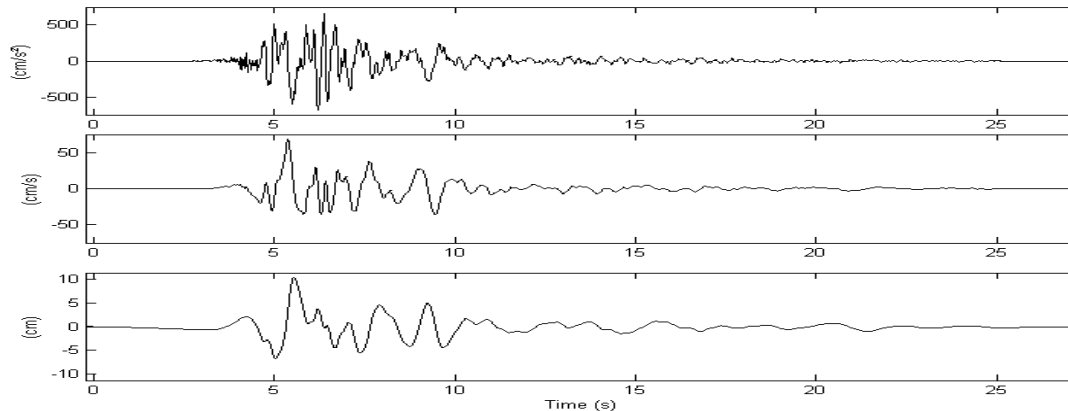
Plot

Files to plot

PAT2_19971118130739.V.dat

☒ Pro. ☒ Unpro. ☒ Spec.

Acceleration, velocity and displacement time-histories: CHV1-5W39ND



ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

- Τεκμηρίωση της θέσης μελέτης με χρήση μετρήσεων και proxies
- Αξιοποίηση των επιταχυνσιογραμμάτων στο μέγιστο βαθμό (δυναμική απόκριση, τεκμηρίωση, προσομοίωση κτλ.)
- Εισαγωγή αξιόπιστων παραμέτρων τοπικών συνθηκών σε σχέσεις πρόβλεψης ισχυρής σεισμικής δόνησης (GMPE)

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΕ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

- Αντισεισμικός Κανονισμός & Φάσματα Σχεδιασμού
- Μικροζωνικές Μελέτες & Επεκτάσεις Οικισμών
- Ειδικές Μελέτες Σεισμικής Επικινδυνότητας (Site specific)

Β. Μάργαρης (Επ. Υπεύθυνος)

Χ. Παπαϊωάννου

Α. Σαββαΐδης

Σ. Ζαχαρόπουλος

Κ. Κωνσταντινίδου

Ν. Θεοδοουλίδης

Ευχαριστούμε