

Parte Seconda

Effetti di sito e Pianificazione
Territoriale

La Microzonazione Sismica

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE



MICROZONAZIONE SISMICA

LIVELLI

AZIONI

CONOSCENZA

(pericolosità sismica di base del territorio Nazionale e Regionale)

➤ Definizione Zone Sismogenetiche

➤ Individuazione meccanismi focali

➤ Macrozonazione Sismica

➤ Microzonazione Sismica

➤ Caratterizzazione geologica e sismologica del sito

➤ Risposta Sismica Locale

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

PROGETTAZIONE

LA PREVENZIONE

DEL RISCHIO

SISMICO

SI SVILUPPA

SU 3 LIVELLI



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
QUADERNI
DE
“LA RICERCA SCIENTIFICA”

ISSN 0556-9664

- 114 -

PROGETTO FINALIZZATO 'GEODINAMICA'
MONOGRAFIE FINALI
Vol. 7

Elementi per una guida alle indagini
di Microzonazione Sismica

A cura di:

EZIO FACCIOLI

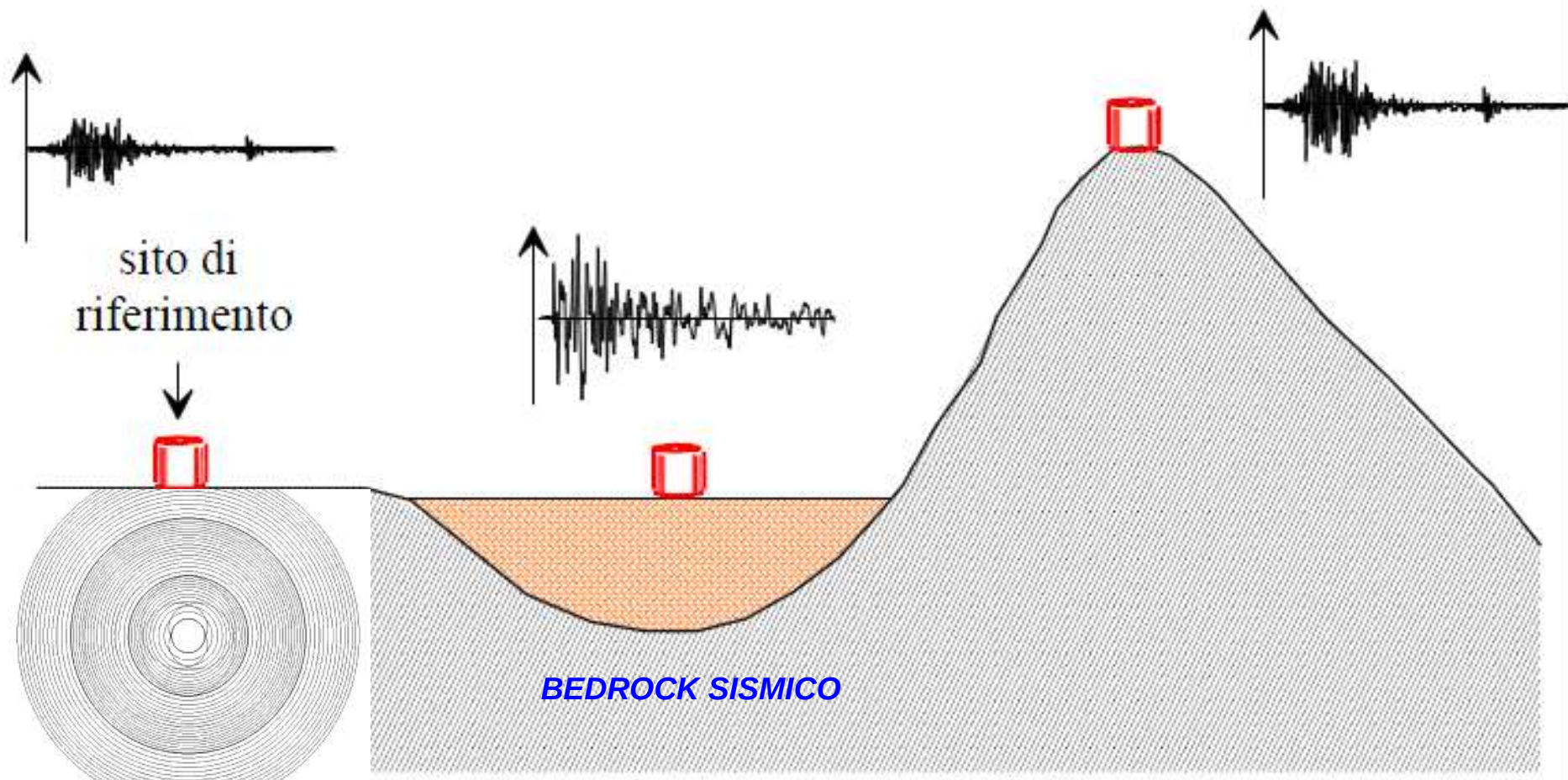
ROMA
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
1986

.... Essa consiste in un insieme di criteri d'uso del territorio volti a contenere entro limiti accettabili gli effetti avversi di terremoti futuri nell'ambito di una zona di limitata estensione

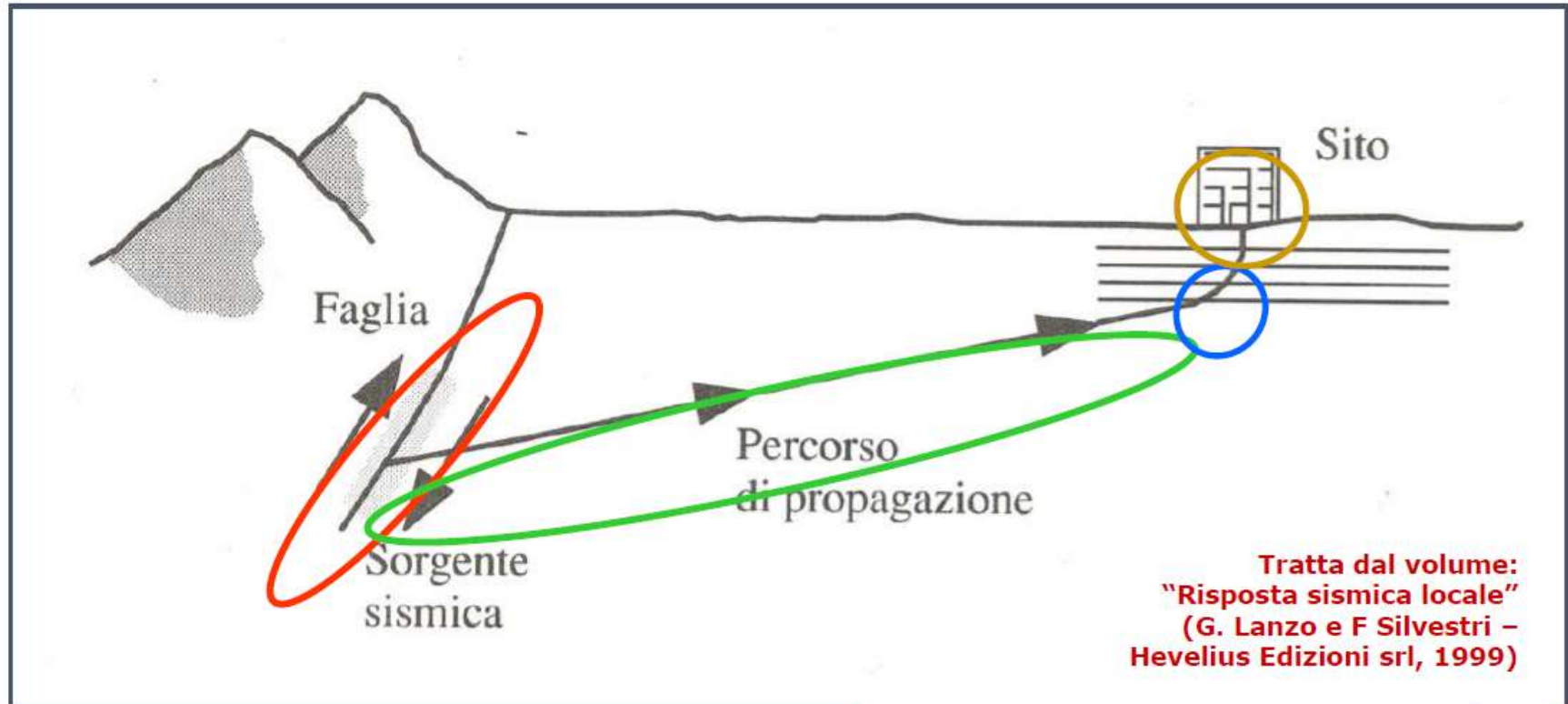
.... Il problema della MS nasce dall'osservazione che il grado e il tipo di danno subito da costruzioni di caratteristiche analoghe può variare molto anche entro distanze molto ravvicinate

.... E in molti casi la spiegazione più plausibile deve essere ricercata nella differenza di comportamento dei terreni di fondazione o di altri fattori inerenti la geologia e la geomorfologia

.....



Le caratteristiche del moto del terreno registrato in superficie sono il risultato di un insieme di fenomeni (complessi) che possono essere raggruppati in quattro categorie:

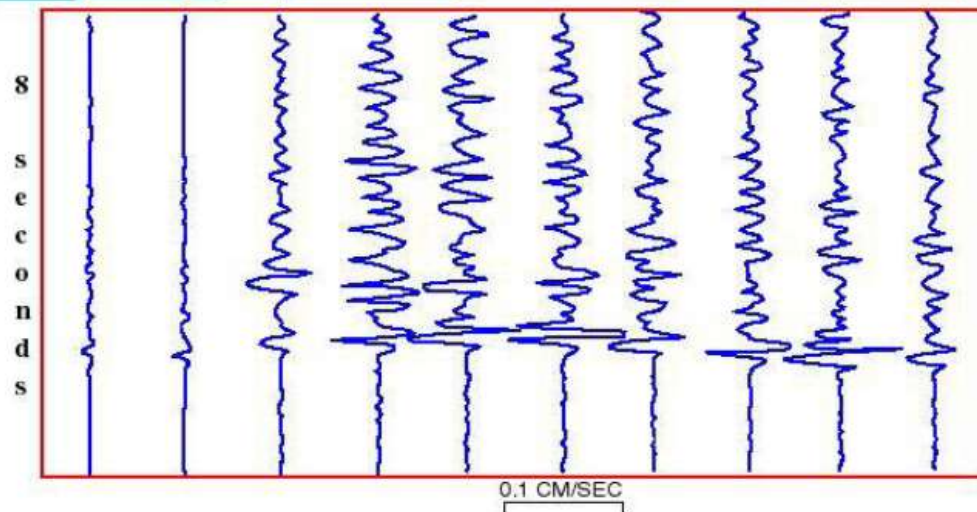
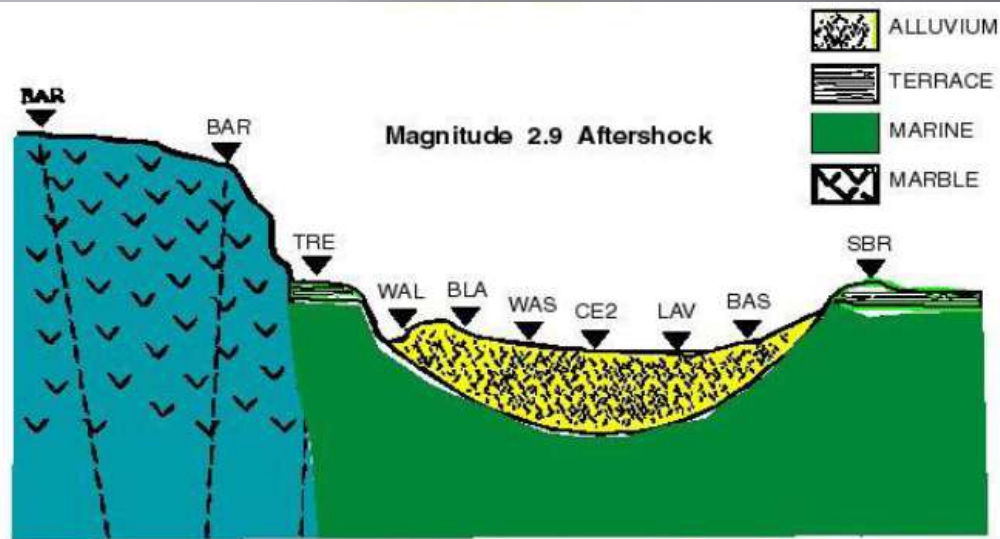


• Sorgente

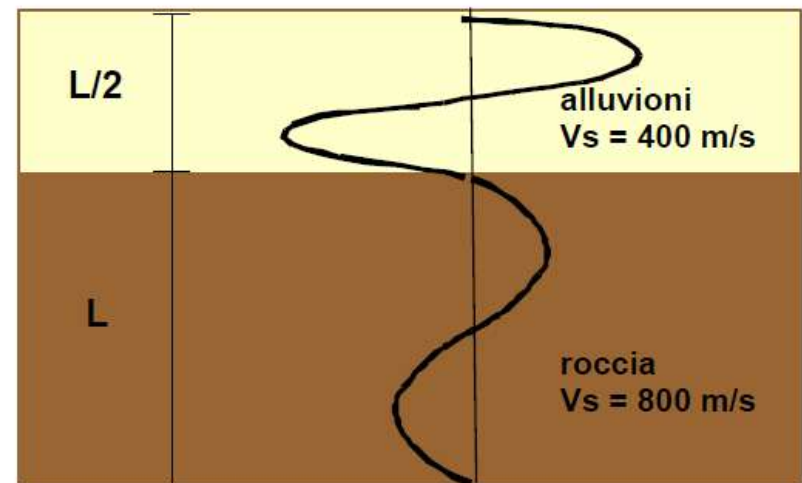
• Effetti Locali

• Propagazione

• Risposta strumentale



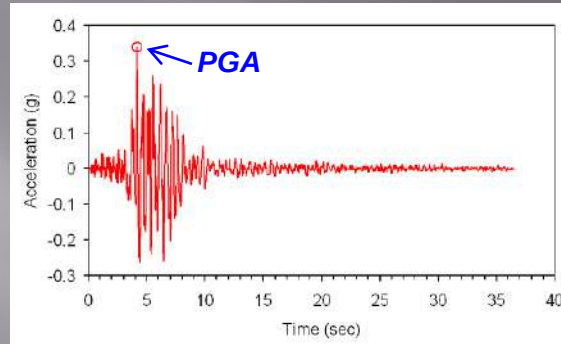
North/South Velocity Component S-wave: 4 Hz Low-pass Filtered



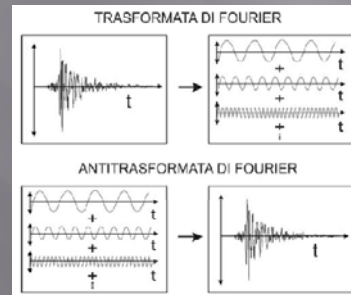
Ripepe, 2008

STRUMENTI DI RAPPRESENTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Accelerogrammi

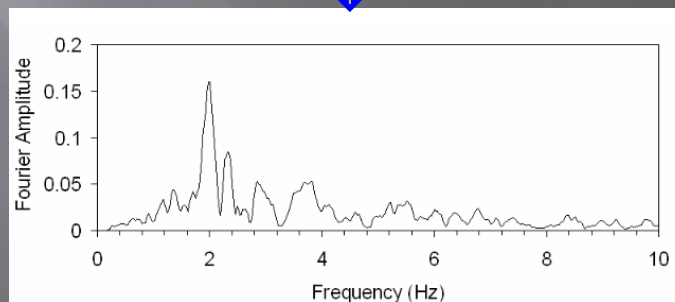


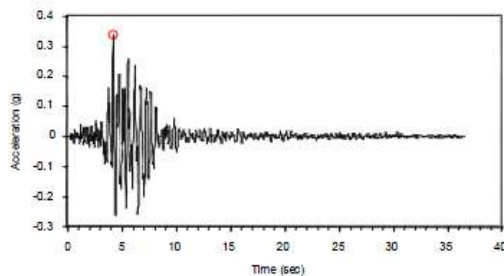
Rappresentazione dello scuotimento sismico nel dominio del tempo; l'accelerazione può essere espressa in m/sec^2 ma è preferibile normalizzarla rispetto all'accelerazione di gravità "g" ($1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/sec}^2$)



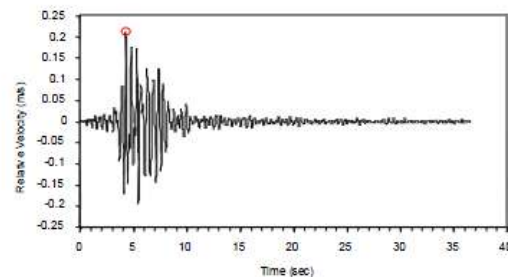
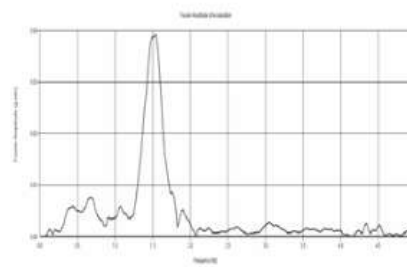
Ogni funzione periodica può essere espressa, utilizzando l'analisi seriale di Fourier, come sommatoria di una serie di armoniche semplici, a differente frequenza di fase. Il risultato finale è definito Spettro di ampiezza, che mostra in ordinata l'ampiezza ed in ascissa la frequenza (o il periodo) corrispondente a ciascuna sinusoide.

Spettro di ampiezza

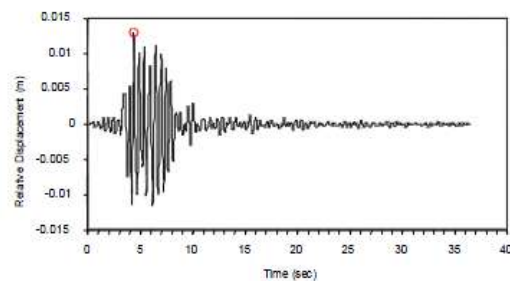
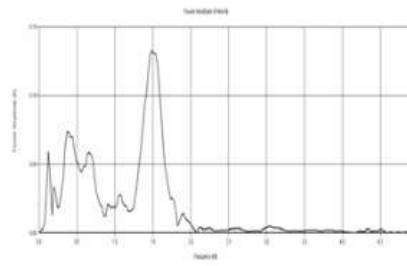




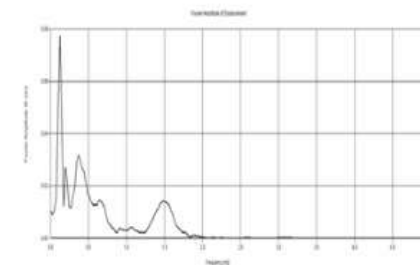
accelerazione



velocità



spostamento



integrazione

derivazione

Ogni struttura soggetta a moto sismico è fortemente influenzata dal suo contenuto in frequenza, cioè dalla distribuzione delle ampiezze in termini di frequenza, pertanto l'informazione derivante dalla rappresentazione in termini di spettro di una sollecitazione sismica è molto importante.

Inoltre, utilizzando la rappresentazione in termini di serie di Fourier è possibile trasformare agilmente uno spettro di accelerazione in spettro in velocità e successivamente in spettro di spostamento, mediante processi di integrazione.

**Normativa Nazionale (2008):
Gruppo di lavoro "Indirizzi e criteri generali per
la microzonazione sismica"**

**Presidenza del Consiglio dei Ministri
(Dipartimento Protezione Civile)
Conferenza delle Regioni e delle Province
autonome**



MICROZONAZIONE SISMICA

Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica

Indirizzi e criteri – Linee guida

Appendice

Glossario

Esempi di cartografie

Bojano

Cassano Magnago

Monte San Giovanni Campano

Senigallia

Susa

Note sui contenuti del Dvd

Sistema informativo geografico

Dati comunali

Installazione ArcReader

Tutorial ArcReader

Banca dati

Accelerogrammi

Curve di decadimento

Pericolosità

Vulnerabilità/Esposizione

Tabelle di sintesi

Dati comunali

Rischio

A cura di F. Brognerini, G. Di Pasquale, G. Niso



Indirizzi e criteri per la

MICROZONAZIONE SISMICA

DVD



*Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile*

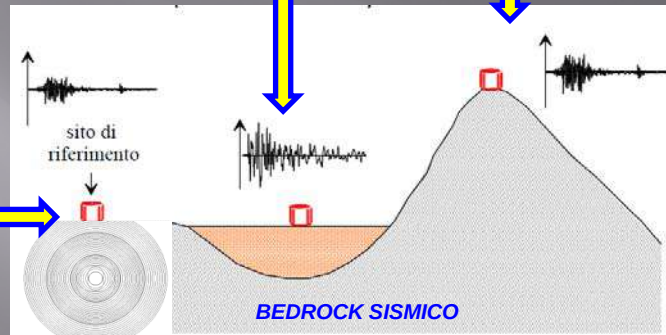
**PER MICROZONAZIONE SISMICA
(MS) SI INTENDE LA
VALUTAZIONE DELLA
PERICOLOSITA' SISMICA DI ZONE
DEL TERRITORIO
CARATTERIZZATE DA
COMPORTAMENTO SISMICO
OMOGENEO**

**IN SOSTANZA LA MS INDIVIDUA E CARATTERIZZA LE ZONE STABILI,
LE ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE DEL MOTO
SISMICO E LE ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**



ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

ZONE STABILI



ZONE INSTABILI



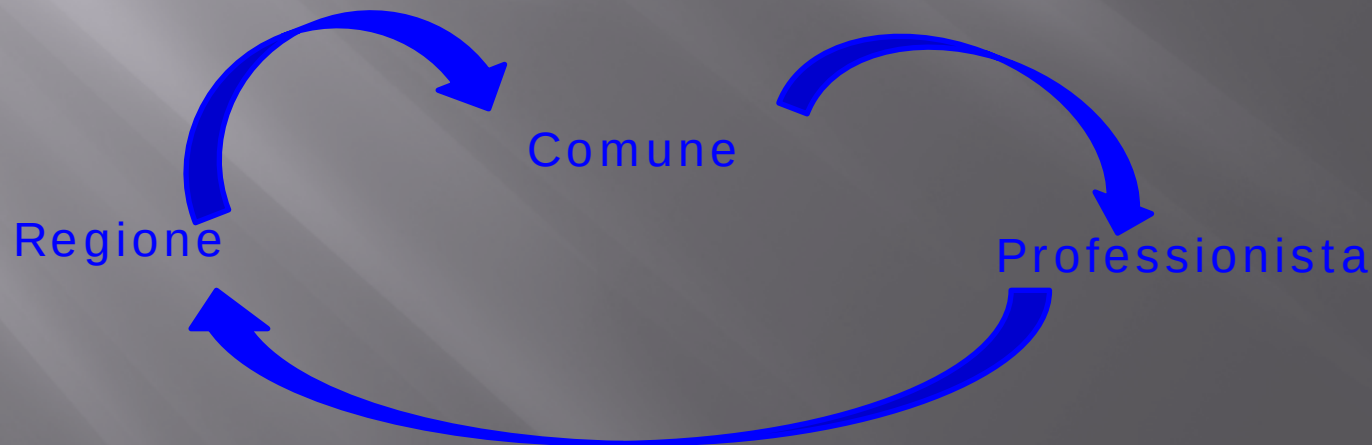
I soggetti coinvolti:

REGIONE: predispone le specifiche di realizzazione degli studi di MS (= NORME TECNICHE); in quanto SOGGETTO PROPONENTE, programma, finanzia e incarica i soggetti realizzatori

SOGGETTO REALIZZATORE: i Comuni → realizzano gli studi di MS e sono coordinati dalla Regione

PROGETTISTA: è chi redige lo studio di MS; opera nel rispetto degli indirizzi o norme emanate dalla Regione, è responsabile dei dati e dei risultati dello studio

SOGGETTO VALIDATORE: la Regione → verifica che il soggetto realizzatore abbia rispettato le specifiche tecniche



LA NORMATIVA REGIONALE

D.G.R. Lazio 545/2010 (Microzonazione sismica di Livello 1)



~~D.G.R. Lazio 490/2011 (Microzonazione sismica di Livello 2)~~

D.G.R. Lazio 155/2020 (Microzonazione sismica di Livello 2)

D.G.R. Lazio 535/2012 (aggiorna, modifica ed integra la 545)

(Con le relative linee guida e vademecum applicativi)



il **Livello 1** è un livello di base che consiste nella rilettura e successiva rielaborazione dei dati geologici, geofisici e geotecnici preesistenti e/o eseguiti appositamente, al fine di suddividere qualitativamente il territorio in **Microzone omogenee in prospettiva sismica** (di seguito **Carta MOPS**) rispetto alle tre zone indicate in precedenza;

il **Livello 2** introduce, rispetto al Livello 1, un elemento quantitativo numerico, attraverso l'utilizzo di metodi semplificati di analisi numerica, per le ZAS e ZI definite dal precedente Livello 1 di MS o direttamente attraverso studi di MS in assenza del precedente Livello 1. Il Livello 2 di MS con Abachi ICMS dovrà indicare graduatorie di idoneità territoriali ai soli fini pianificatori. Una volta entrati in vigore gli Abachi regionalizzati, il Livello 2 di MS servirà, oltre alle graduatorie di idoneità, ad offrire indicazioni se è necessario effettuare studi di Livello 3.

il **Livello 3** introduce ulteriori dettagli quantitativi sulle aree ad amplificazione sismica o instabili, su aree particolari o per tematiche precise, basandosi su analisi numeriche ottenute da dati di indagini geologico-tecniche e geofisiche eseguite in situ e di prove di laboratorio, e deve differenziare il dettaglio da utilizzare in fase progettuale, nel senso che permette di poter definire ed indicare sulla base di confronti sugli Spettri, in quali aree dovrà essere utilizzata la procedura semplificata NTC08⁷ e in quali aree, invece, è indispensabile effettuare studi di RSL.

Lo studio di MS dovrà definire le seguenti zone omogenee:

1. **Zone Stabili** (di seguito ZS), nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura ed in cui il moto sismico non è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante⁴;
2. **Zone Stabili suscettibili di amplificazione sismica** (di seguito ZAS), in cui il moto sismico è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di suolo, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
3. **Zone suscettibili di Instabilità** (di seguito ZI), in cui i terreni sono suscettibili di attivazione di fenomeni di deformazione permanente del territorio a seguito di un evento sismico (*instabilità di versante, cedimenti, liquefazioni, faglie attive e/o capaci*).

QUANDO SI FA

COSA PRODUCE

LIVELLO 1

- ✓ Pianificazione territoriale di scala vasta (PRG,...)
- ✓ Programmazione dell'emergenza

- ✓ Orienta la scelta di nuove previsioni urbanistiche
- ✓ Interventi ammissibili in una certa area
- ✓ Indica livelli di approfondimento
- ✓ Prima localizzazione di infrastrutture primarie

LIVELLO 2

- ✓ Pianificazione territoriale di dettaglio (PP, PDZ,...)
- ✓ Pianificazione dell'emergenza

- ✓ Indica prescrizioni per riduzione del rischio in ambito urbano
- ✓ Definisce le aree di nuova previsione
- ✓ Indica aree ad elevato rischio da approfondire
- ✓ Indica eventuali priorità di intervento su edifici strategici e rilevanti
- ✓ Descrive scenari di danno

LIVELLO 3

- ✓ Pianificazione territoriale di dettaglio (PP, PDZ,...)
- ✓ Fase di emergenza o post-emergenziale
- ✓ Fase di stesura norme/indicazioni progettuali

- ✓ Individua aree ad alta esposizione e vulnerabilità sismica
- ✓ Stabilisce set di prescrizioni da adottare in fase progettuale
- ✓ Individua le modalità per la riduzione della vulnerabilità di specifici edifici e procedure per gli interventi stessi

MS LIVELLO 1 → obbligatorio per tutte le UAS della Regione Lazio (DGR 545/2010)

Pianificazione territoriale di scala vasta

Condotta sull'intero territorio comunale (intera UAS)

Documento fondamentale della MS liv. 1: carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Carta delle MOPS)

<https://geoportale.regione.lazio.it/cartografia/MicrozonazioneSismicaLivello1/studi-completi-decompressi/>

<https://protezionecivile.regione.lazio.it/>

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Livello 1 di MS
 del Comune di Ardea

Scala cartografica 1:10.000
 Data dell'elaborazione 2010

Tavola B

MAPPA di LAVORO
 Disegnata da: [Nome]
 Verificata da: [Nome]
 Approvata da: [Nome]

Febbraio 2010

Legend

ZONE SISMICHE SUCCETTIVE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

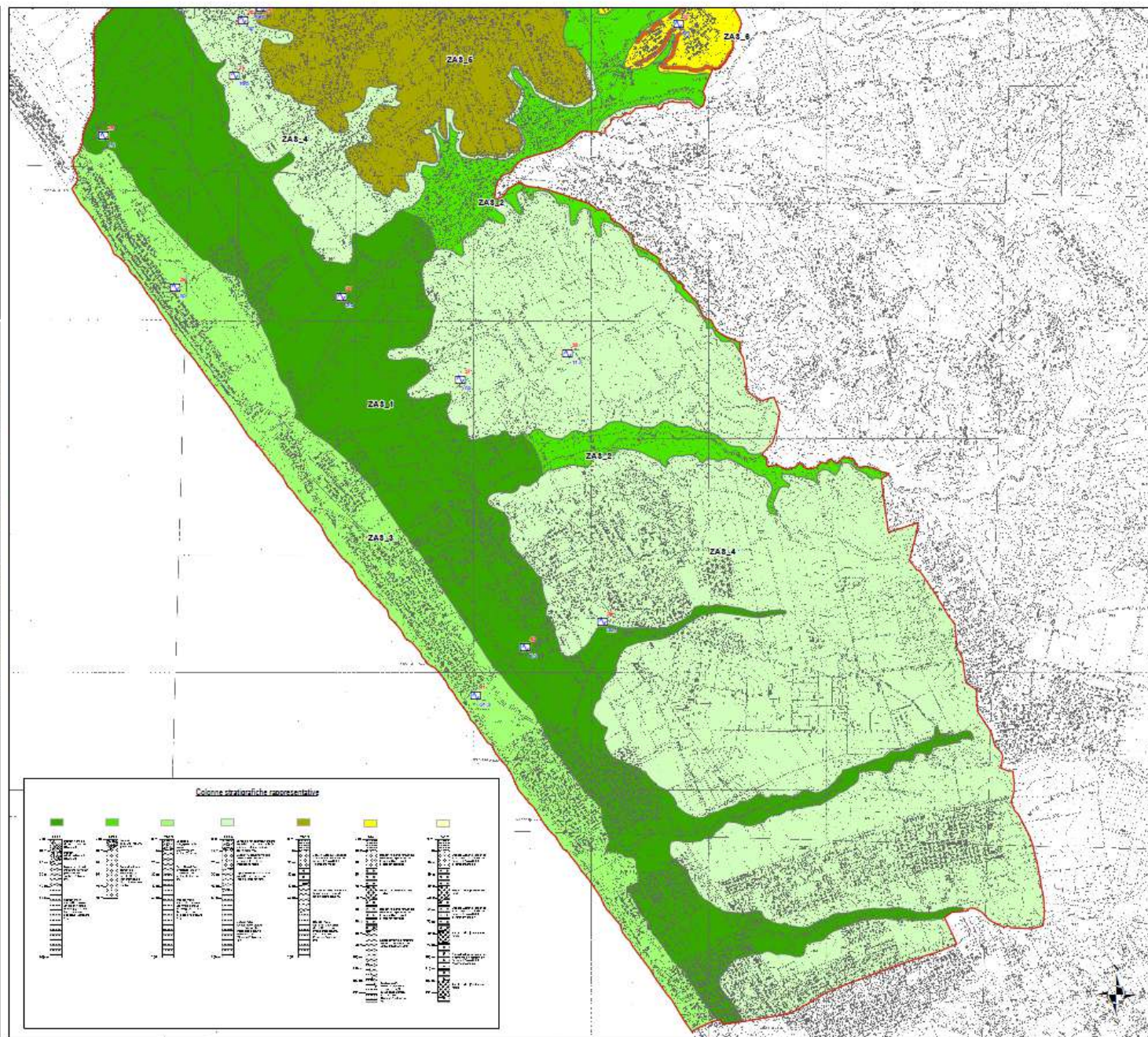
- ZSA 1** - Comprende la fascia costiera antistante di una costa formata da depositi di origine recente o recente di natura vulcanica con spessore fino a 20 m, in corrispondenza ai depositi marini del Pleistocene, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 2** - Comprende i vallii dei principali fiumi caratterizzati da una copertura di terreni alluvionali recenti di spessore fino a 10 m, in corrispondenza ai depositi alluvionali del Pleistocene recente, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 3** - Comprende la fascia costiera formata prevalentemente da sabbie di spiaggia antiche ed alluvioni con spessore fino a 10 m, in corrispondenza ai depositi marini del Pleistocene, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 4** - Comprende la fascia costiera formata prevalentemente da sabbie di spiaggia antiche ed alluvioni con spessore fino a 10 m, in corrispondenza ai depositi marini del Pleistocene, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 5** - Comprende la fascia costiera formata da depositi alluvionali del Pleistocene recente, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 6** - Comprende la fascia costiera formata da depositi alluvionali del Pleistocene recente, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.
- ZSA 7** - Comprende la fascia costiera formata da depositi alluvionali del Pleistocene recente, del Pliocene-Pleistocene recente, che da prevalentemente sabbiosi, con spessore fino a 20 m, assenti ad argille e argille limose grigiastre da molto consistenti fino a marciati con spessore di centinaia di metri.

ZONE SUCCETTIVE DI INSTABILITÀ

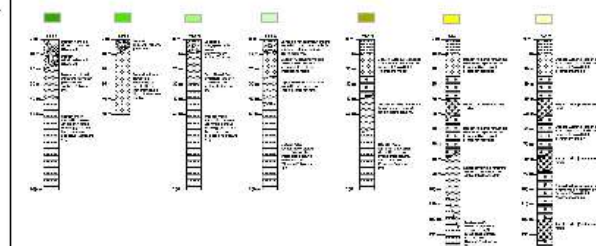
- ZI 1** - Zona con evidenze potenziali di instabilità di versante.

Punte di misura di rumore sismico
 con indicazioni del valore di 10

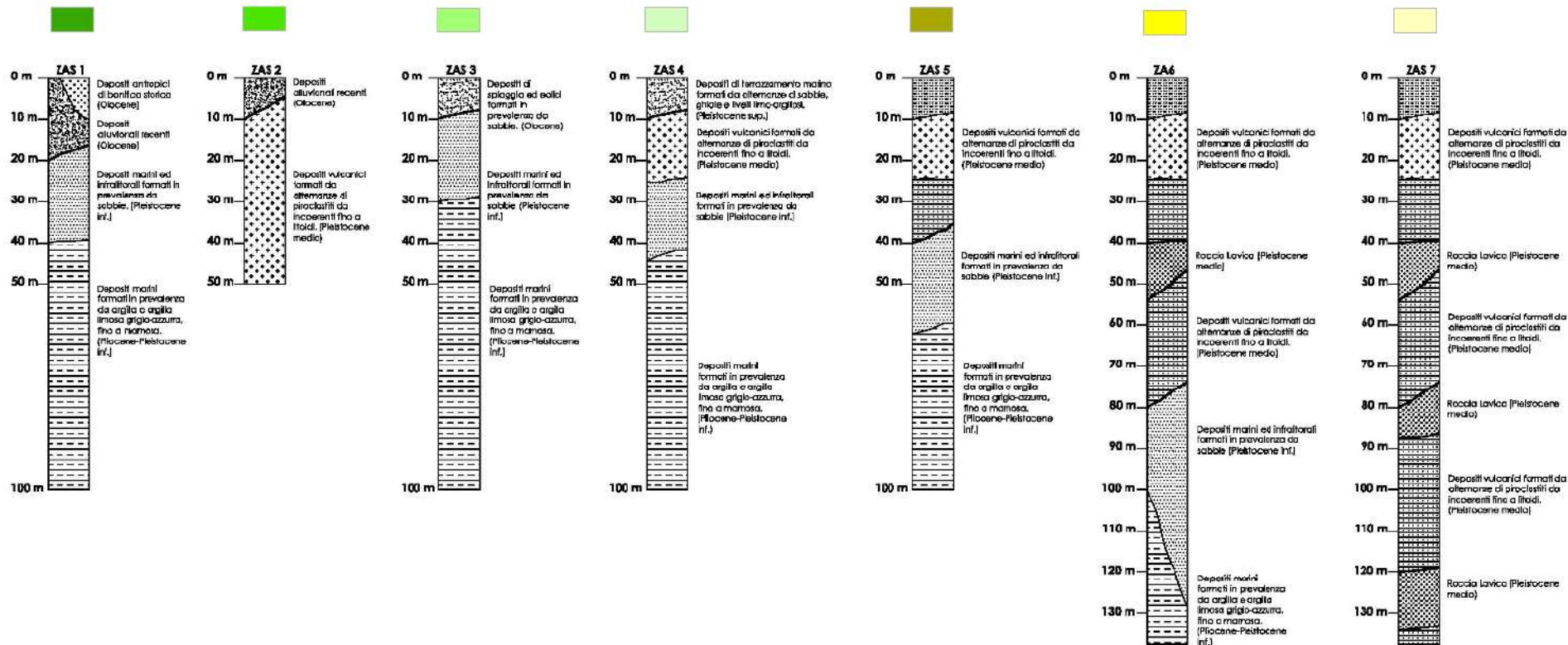
Confine U.S. Italia



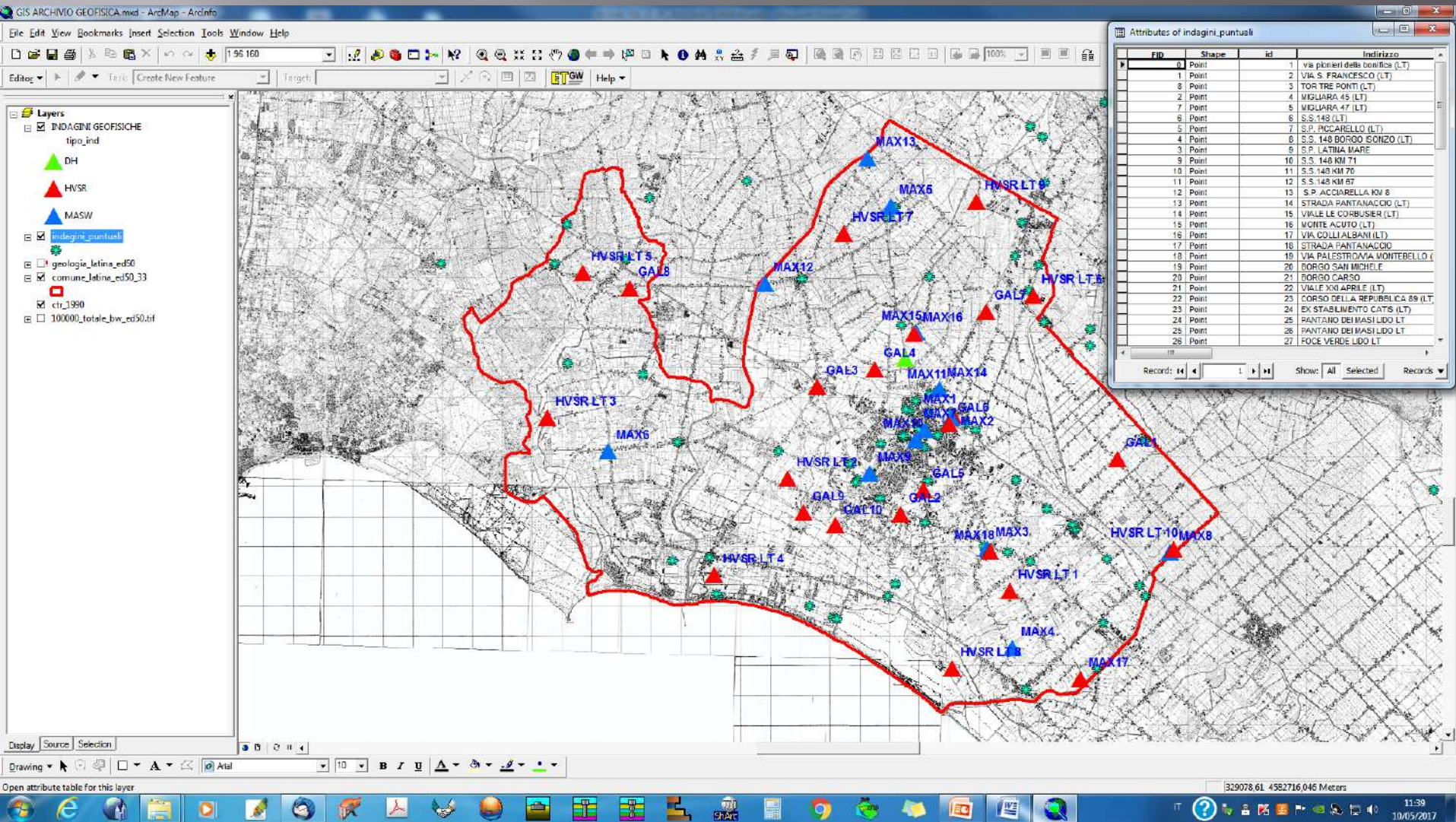
Colonne stratigrafiche rappresentative



Colonne stratigrafiche rappresentative



STRUMENTI OPERATIVI: GIS



Standard cartografici
Standard di rappresentazione

IL LIVELLO 2 DI MS –
Riferimenti Normativi Regionali

D.G.R. Lazio 155/2020

D.G.R. Lazio 535/2012

REGIONE LAZIO

GIUNTA REGIONALE

DELIBERAZIONE N. 535

DEL 02/11/2012

FROPOSTA N. 10351

DEL 28/05/2012

STRUTTURA

PROponente

Dipartimento: DIPARTIMENTO ISTITUZIONALE E TERRITORIO

Direzione Regionale: AMBIENTE

Area: DIFESA DEL SUOLO E CONCESSIONI DEMANIALI

Prot. n. _____ del _____

OGGETTO: Schema di deliberazione concernente:

Modifica alla DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010 e alla DGR Lazio n. 490 del 21 ottobre 2011

ASSESSORATO PROponente

ASSESSORATO DI CONCERTO

ASSESSORATO ENTI LOCALI E SICUREZZA, AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE, POLITICHE DEI RIFIUTI

Dipartimento: _____

ALL'ESAME PREVENTIVO COMUNE CONS.RE

CONCLUSIONE CONSILIARE:

DATA DELL'ESAME:

con osservazioni

senza osservazioni

VISTO PER COPERTURA FINANZIARIA:

SEGRETERIA DELLA GIUNTA

ISTRUTTORIA:

ES. RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ES. RESPONSABILE DELLA SEGRETERIA

ES. RESPONSABILE DELLA SEGRETERIA

ES. RESPONSABILE DELLA SEGRETERIA

LIVELLO 1	
INDAGINI MINIME tutte da eseguire	- Raccolta di tutti i dati pregressi: rilievi geologici, geomorfologici e geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche. - Rilevamenti geologici di controllo sul terreno con sezioni stratigrafiche tipo - Misure della frequenza naturale del sito con tecniche passive o attive e stazione singola (almeno due per ciascuna zona suscettibile di amplificazione sismica o zone stabili) - In caso di situazioni geologiche complesse o di incertezza sul modello geologico del sottosuolo dovrà essere identificato il profilo di velocità delle onde S con indagini di tipo MASW, SASW, REMI etc (almeno una prova per ciascuna zona Suscettibile di Amplificazione Sismica)
ALTRE INDAGINI da eseguire se necessarie	Altre indagini geofisiche (tipo MASW, SASW, REMI), per identificare il substrato rigido con $V_s > 700$ m/s
METODO DI PROCESSO	Nuovi Rilievi, Riletture, Analisi e Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili.
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	- Carta delle Indagini (pdf e shapefile); - Carta Geologica Tecnica (pdf a shapefile o secondo del tipo di finanziamento); - Carta delle misure delle frequenze fondamentali (pdf e shapefile) - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (pdf e shapefile); - Relazione Geologica di Microzonazione Sismica (pdf)

Tabella 1 – Indagini, metodi ed elaborazioni per il Livello 1 di MS

LIVELLO 2	
INDAGINI MINIME da eseguire per la determinazione di almeno 3 valori di FH su differenti verticali da somministrare in riferimento alle problematiche geologiche e/o all'estensione dell'area	- Minimo un Sondaggio geognostico a carotaggio continuo almeno fino a 30m di profondità nel caso di terreni o almeno 5 mt entro il comprovato raggiungimento del substrato rigido (no trovati o bancate isolate), prove geognostiche in situ o in laboratorio o pozzi geognostici in caso di presenza di substrato rigido a profondità minori di 5mt dal p.c. - Prove penetrometriche DPH o DPH o CPT; - Indagini geofisiche per determinare il valore delle V_{sh} (tipo MASW, REMI, SASW); - Qualora si vogliono utilizzare indagini geognostiche e geofisiche pregresse già effettuate nell'area da esaminare e/o nell'intorno significativo dello stesso, il Geologo Realizzatore se ne assume la piena responsabilità in merito ai contenuti per la ricostruzione del modello geologico dell'area in esame. Nelle indagini pregresse deve essere presente comunque almeno un sondaggio geognostico oltre a quelle già indicate precedentemente - Per le zone in presenza delle condizioni di possibile suscettibilità alla liquefazione (cfr. cap. 4 DGR Lazio n. 545/10) dovranno essere eseguite indagini e analisi di laboratorio per valutare, la distribuzione granulometrica, il coefficiente di Uniformità U, e la Resistenza penetrometrica normalizzata.
ALTRE INDAGINI da eseguire se necessarie	Indagini geofisiche di tipo DH o CH
METODO DI PROCESSO	Correlazioni e confronto con i risultati del Livello 1, se già validato

Il Liv. 2 introduce un
elemento quantitativo
numerico attraverso
l'utilizzo di metodi
semplificati (Abachi)
di analisi numerica

Nel caso di una pianificazione di un'area, è necessario assicurare che i risultati delle modellazioni operate nel Livello 2 di MS siano rappresentativi di tutte le situazioni sismiche omogenee presenti nell'area, al fine di poter suddividere l'area in microzone omogenee per valori di F_u (Carta di MS di Livello 2) e quindi caratterizzarla sismicamente nel modo più idoneo. E' quindi obbligatorio eseguire almeno tre analisi di F_u per l'area investigata aumentando il numero in riferimento alle problematiche geologiche e/o all'estensione dell'area.

METODO DI PROCESSO	- Abachi Regionali per il fattore di amplificazione FH - Confronto con le Ss di normative per indicazioni su ulteriori approfondimenti - Abachi ICM508 per amplificazione topografica per le zone suscettibili di amplificazione sismica con attività > 30"
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	- Carta delle Indagini (pdf e shapefile); - Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2 con indicazione dei F_u (pdf e shapefile) - Relazione Geologica di Microzonazione Sismica (pdf)
PRODOTTI FINALI FACOLTATIVI	- Carta delle Vs della Copertura (pdf e shapefile); - Carta delle Isobete del Bedrock (pdf e shapefile)

Tabella 2 – Indagini, metodi ed elaborazioni per il Livello 2 di MS

LIVELLO 3	
INDAGINI MINIME tutte da eseguire	- Sondaggio geognostico, prove geotecniche in situ e di laboratorio. - Almeno una indagine geofisica in foro del tipo DH o CH nell'area (anche già eseguita) - Almeno 2 prove geotecniche per la ricostruzione del profilo di velocità di tipo MASW, SASW, REMI etc: possibilmente ortogonali fra loro
ALTRE INDAGINI consigliate per poter ricostruire la profondità del Bedrock sismico	- Misure HVSR - Sismica a rifrazione - Acquisizione dati sismometrici (velocimetrici e accelerometrici) - Per le zone in presenza delle condizioni di possibile suscettibilità alla liquefazione (cfr. cap. 4 DGR Lazio n. 545/10) dovranno essere eseguite indagini e analisi di laboratorio per valutare, la distribuzione granulometrica, il coefficiente di Uniformità U, e la Resistenza penetrometrica normalizzata.
METODO DI PROCESSO	- Utilizzo degli Accelerogrammi regionali (DGR Lazio 545/10) per l'input sismico - Simulazione numerica a elementi finiti 1D e 2D con software specifici - Definizione dei fattori di amplificazione e loro distribuzione;
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	- Carta delle Indagini (pdf e shapefile) - Carta di Microzonazione Sismica di Livello 3 (pdf e shapefile); - Relazione Geologica di Microzonazione Sismica, contenente gli accelerogrammi di input utilizzati, spettri di risposta e conclusioni (pdf)

IL LIVELLO 2 DI MS → METODO

- **Valutazione semiquantitativa del fattore di amplificazione locale**
- **Metodo degli abachi di confronto**

IL LIVELLO 2 DI MS → SCOPI

Le finalità del Livello 2 di MS sono:

- **Conferma o migliore definizione delle condizioni di pericolosità delle aree indicate dal livello inferiore di MS (Livello 1);**
- **Suddivisione dettagliata del sito in aree a maggiore e minore pericolosità sismica locale in base al fattore di amplificazione atteso;**
- **Eventuale nuova perimetrazione delle aree dove il fattore di amplificazione ottenuto sia superiore alle soglie stabilite dalle NTC18 e in cui effettuare il livello superiore (Livello 3 di MS o Studi di RSL);**
- **Contributo alla predisposizione della Carta di Idoneità Territoriale ai sensi della D.G.R. Lazio n. 2649/99 e ss.mm.ii.**

PROFESSIONE GEOLOGO

NOTIZIARIO DELL'ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO

MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2:
LA NUOVA D.G.R. LAZIO N. 155/2020

DA MERCALLI ALLA
SCALA MACROSISMICA EUROPEA EMS-98

IL BASALTO DEL VITERBESE

LINEE GUIDA PER LE INSTABILITÀ
SISMOINDOTTE NEGLI STUDI
DI MICROZONAZIONE SISMICA

NUMERO 61
NOVEMBRE 2020

MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2:

LA NUOVA D.G.R. LAZIO N. 155/2020

Massimo Amodio¹ e Pierluigi Friello¹

¹ Geologo Libero Professionista

Con l'introduzione della D.G.R. Lazio n.155 del 27 marzo 2020 "Revoca della deliberazione di Giunta regionale 21 ottobre 2011, n. 490 - Approvazione degli Abachi Regionali per gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica e delle procedure di applicazione nell'ambito dell'espressione del parere ai sensi dell'art. 89 del DPR del 6 giugno 2001 n. 380" è stata revocata la precedente D.G.R. n. 490 del 21 ottobre 2011, e sono state modificate ed aggiornate le procedure e gli abachi di riferimento per la redazione degli studi di Microzonazione Sismica (da qui in avanti MS) di Livello 2. Questa nuova Delibera è entrata in vigore il 18/10/2020, dopo 180 giorni dalla data di pubblicazione.

Il quadro normativo di riferimento, descritto nei particolari nelle prime pagine del documento, è simile al precedente ed il principio generale è il "programmare un'efficace prevenzione del rischio sismico in fase preventiva alla redazione degli Strumenti Urbanistici Attuativi, per la tutela della pubblica incolumità, per la conoscenza della pericolosità sismica locale e per il contenimento dei danni derivanti da eventi sismici, attraverso gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica".

L'esigenza di aggiornamento nasce a seguito degli eventi sismici in Italia centrale del 2016 e 2017 e dell'Ordinanza Commissariale n. 24 del 2017, con cui è stata finanziata la realizzazione degli studi di livello 3 e l'aggiornamento del livello 1 di

Microzonazione Sismica nelle aree colpite dal sisma.

Nell'ambito degli studi di livello 3 finanziati con questa ordinanza, i fattori di amplificazione F_H sono stati calcolati in base a tre intervalli di periodi $0.1-0.5$ s, $0.4-0.8$ s e $0.7-1.1$ s.

L'aggiornamento dei criteri di lavoro per gli studi di MS Livello 2, nasce proprio dalla necessità di dare continuità e coerenza con le procedure definite in tale Ordinanza. La D.G.R., sia nella premessa sia allo specifico punto 9, recita infatti: "nel caso di edifici bassi e rigidi si fa riferimento a F_H $0.1-0.5$ s, nel caso di edifici mediamente alti e flessibili si fa riferimento a F_H $0.4-0.8$ s, mentre per edifici grandemente alti e flessibili si fa riferimento a F_H $0.7-1.1$ s".

Anche se la definizione delle tre diverse classi di periodi è necessariamente semplificata, è chiaro l'intento di comprendere, già in sede di pianificazione territoriale, eventuali criticità dovute alle diverse tipologie costruttive e al loro comportamento dinamico nei confronti di sollecitazioni sismiche.

QUANDO SI DEVE FARE LA MS DI LIVELLO 2

La D.G.R. n. 155/2020 è stata anche l'occasione (gradita, viene da dire!) di fare definitivamente chiarezza sul "quando" è necessario produrre uno studio di MS di Livello 2. In realtà la D.G.R. n. 490/2011 era già abbastanza chiara sulle relazioni tra livello 1 e livello 2 di MS e sulle definizioni

urbanistiche, ma averlo replicato e ulteriormente chiarito è senz'altro utile per chi la norma tecnica deve applicare.

Sgombriamo subito il campo da qualsiasi dubbio: i livelli 1 e 2 di MS sono studi da eseguirsi in fase di pianificazione urbanistica e non di progettazione. In questo senso, la D.G.R. n. 155/2020 è molto chiara: "... Il Livello 2 di MS dovrà essere effettuato soltanto per i Piani Urbanistici Attuativi e per le Varianti puntuali con superfici maggiori di 5.000 m², secondo quanto meglio specificato in Tabella 1. Le Varianti normative al PRG sono escluse dagli studi di Microzonazione Sismica...".

Ad adiuvandum, l'estensore della Norma produce un elenco esaustivo dei "Piani Urbanistici Attuativi" e una definizione chiara di cosa siano le "Varianti puntuali".

Si intendono per Piani Urbanistici Attuativi le seguenti tipologie di progetti urbanistici:

- Piani di Lottizzazione Pubblica o Privata;
- Piani di Recupero;
- Piano Particolareggiato;
- Piano per l'Edilizia Economica e Popolare o Piani 167;
- Piano Integrato di riqualificazione urbanistica edilizia;
- Piani di Insediamento Produttivo;
- Piano Regionale Urbanistico per lo Sviluppo Sostenibile Territoriale.

Per Varianti puntuali si intendono, invece, i cambi di destinazione d'uso di una determinata area rispetto alle

LIMITI DI APPLICABILITA':

NON CI SONO MODIFICHE SOSTANZIALI

SI

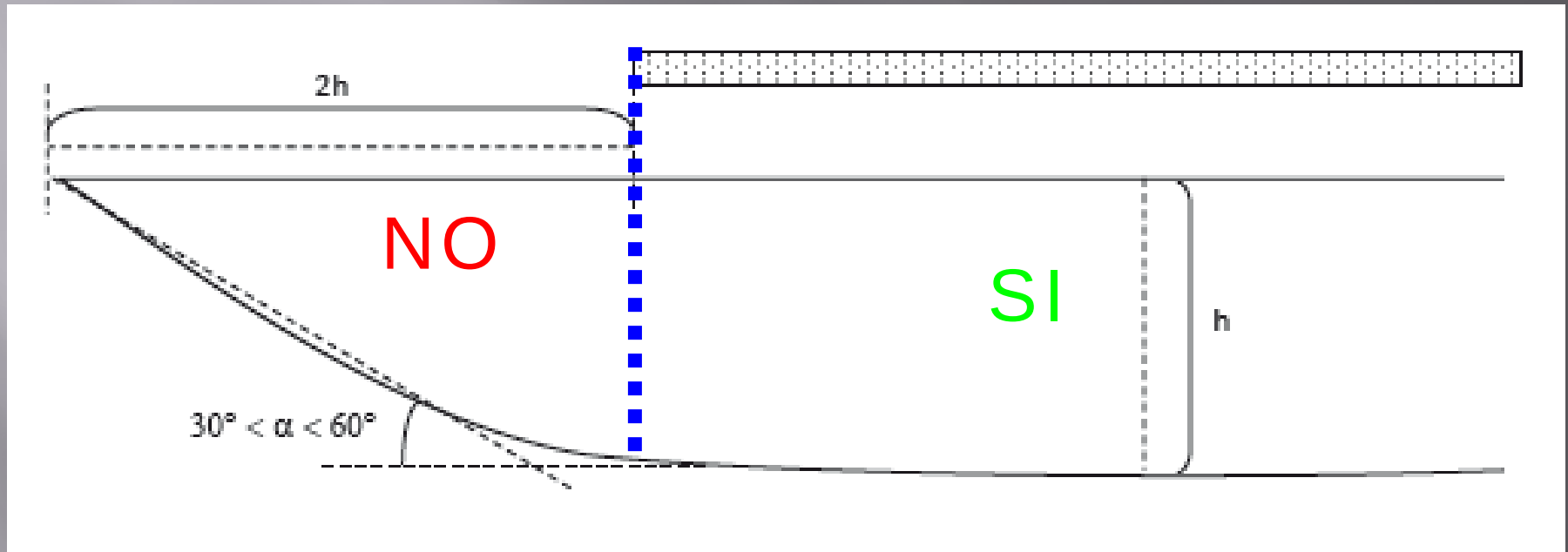
- Condizioni di morfologia superficiale
- unità litotecniche e tetto del substrato sismico sub-orizzontali

NO

1. Insufficiente distanza dalla chiusura laterale nelle valli superficiali
2. Presenza di marcati contrasti di impedenza sismica
3. Presenza di orizzonte superficiale particolarmente soffice
4. Presenza di inversioni significative dei valori di VS (terreni rigidi su terreni soffici)
5. Presenza di irregolarità morfologiche (creste, dorsali, scarpate,)

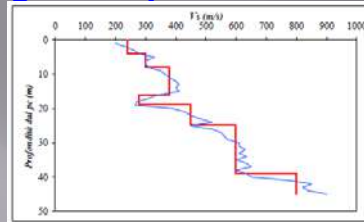
ESEMPIO:

1. Insufficiente distanza dalla chiusura laterale nelle valli superficiali

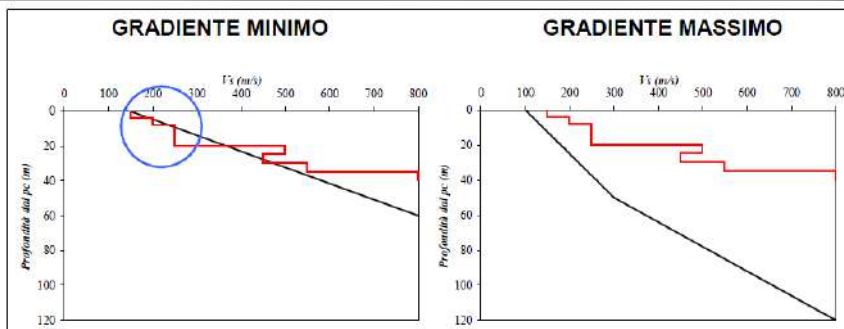


SEQUENZA DELLE PROCEDURE : NON CI SONO MODIFICHE SOSTANZIALI

- Dimensioni area contenute
- Indagini geofisiche obbligatorie (minimo 3 verticali)
- Analisi dati geofisici



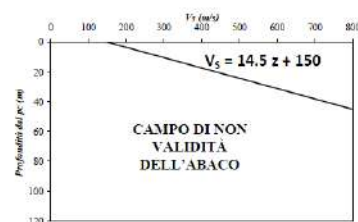
- Analisi dati geologici (scelta litotipo prevalente nei primi 30 metri)
- Scelta dell'abaco (litologia prevalente)
- Verifica validità dell'abaco



- Individuazione del substrato rigido e determinazione dei parametri di ingresso dell'abaco (V_{SH} e H)
- Utilizzo dell'abaco per la determinazione di F_H

GHIAIE ALLUVIONALI GHIAIE DETRITICHE SABBIE DI ALTERAZIONE DA ARENARIE SABBIE DI ALTERAZIONE DA TRAVERTINI SABBIE DI ALTERAZIONI DA TUF VULCANICI									
$FH_{0,1-0,5}$	Velocità media V_{SH} (m/s)								
	180	250	300	360	400	450	500	600	700
5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
10			1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
15			1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1
20			1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1
25			1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
30			1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
35				1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
40					1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
45						1.3	1.2	1.2	1.1

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO



- Confronto tra il valore di F_H e il valore di soglia S_s per la UAS esaminata

➤ $F_H \leq S_s + 0,1 \rightarrow \text{OK !!}$

➤ $F_H > S_s + 0,1 \rightarrow \text{MS LIVELLO 3}$

SABBIE ALLUVIONALI e PIROCLASTITI Profilo di velocità a gradiente massimo									
$FH_{0,1-0,5}$	Velocità media V_{SH} (m/s)								
	180	250	300	360	400	450	500	600	700
5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
15	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
20	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1
25	1.4	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
30	1.4	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
35	1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1
40		1.1	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1
45		1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
50		1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
55		1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	1.1
60		1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.1
70			1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0
80				1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0
90					1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
100						1.1	1.0	1.0	1.0

U.A.S.	B	C	D	E
ROCCAGIOVINE	1.3	1.6	1.9	1.7
ROCCAGORGA	1.3	1.6	1.8	1.6
ROCCANTICA	1.3	1.6	1.9	1.7
ROCCASECCA	1.3	1.5	1.7	1.5
ROCCASECCA DEI VOLSCI	1.2	1.5	1.8	1.6
RODATE	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA I	1.3	1.7	1.9	1.8
ROMA II	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA III	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA IV	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA IX	1.4	1.7	2.0	1.8
ROMA V	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA VI	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA VII	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA VIII	1.4	1.7	2.0	1.8
ROMA X	1.4	1.7	2.0	1.8
ROMA XI	1.4	1.7	2.0	1.8
ROMA XII	1.4	1.7	2.1	1.8
ROMA XIII	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA XIV	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA XV	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA XVI	1.3	1.7	2.0	1.8
ROMA XVII	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA XVIII	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA XX	1.3	1.6	1.9	1.7
ROMA XX - Isola Amministrativa			1.8	
RONCIGLIONE	1.3	1.6	1.9	1.7
ROVIANO	1.3	1.5	1.9	1.7
SABAUDIA	1.2	1.5	1.7	1.6
SACROFANO	1.3	1.6	1.8	1.7

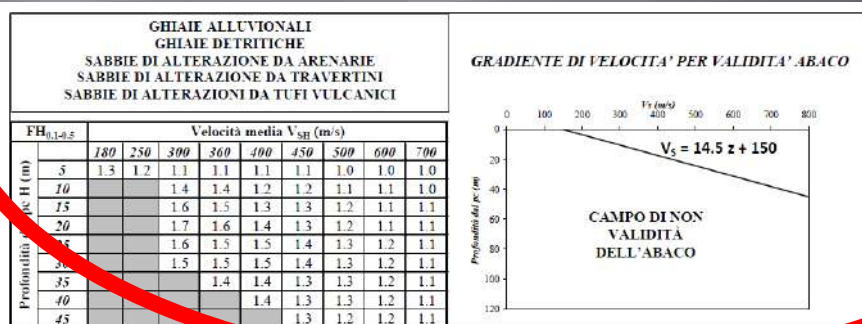
COSA HA INTRODOTTTO LA D.G.R. LAZIO 155/2020 ??

490/2011 → FATTORE DI AMPLIFICAZIONE F_H VALUTATO
PER IL PERIODO $0,1 \div 0,5$ s

155/2020 → FATTORE DI AMPLIFICAZIONE F_H VALUTATO SU
TRE CAMPI DI PERIODI: $0,1 \div 0,5$ s – $0,4 \div 0,8$ s – $0,7 \div 1,1$ s

..... QUINDI GLI ABACHI SONO TRIPLICATI !

Utilizzo dell'abaco per la determinazione di F_H

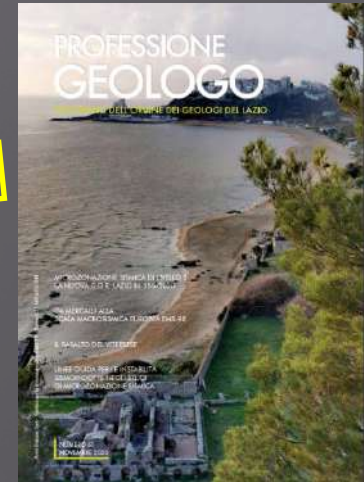


Utilizzo DEGLI ABACHI
per la determinazione di F_H

E IN TERMINI DI RISULTATI FINALI DELLA M.S. 2 ??

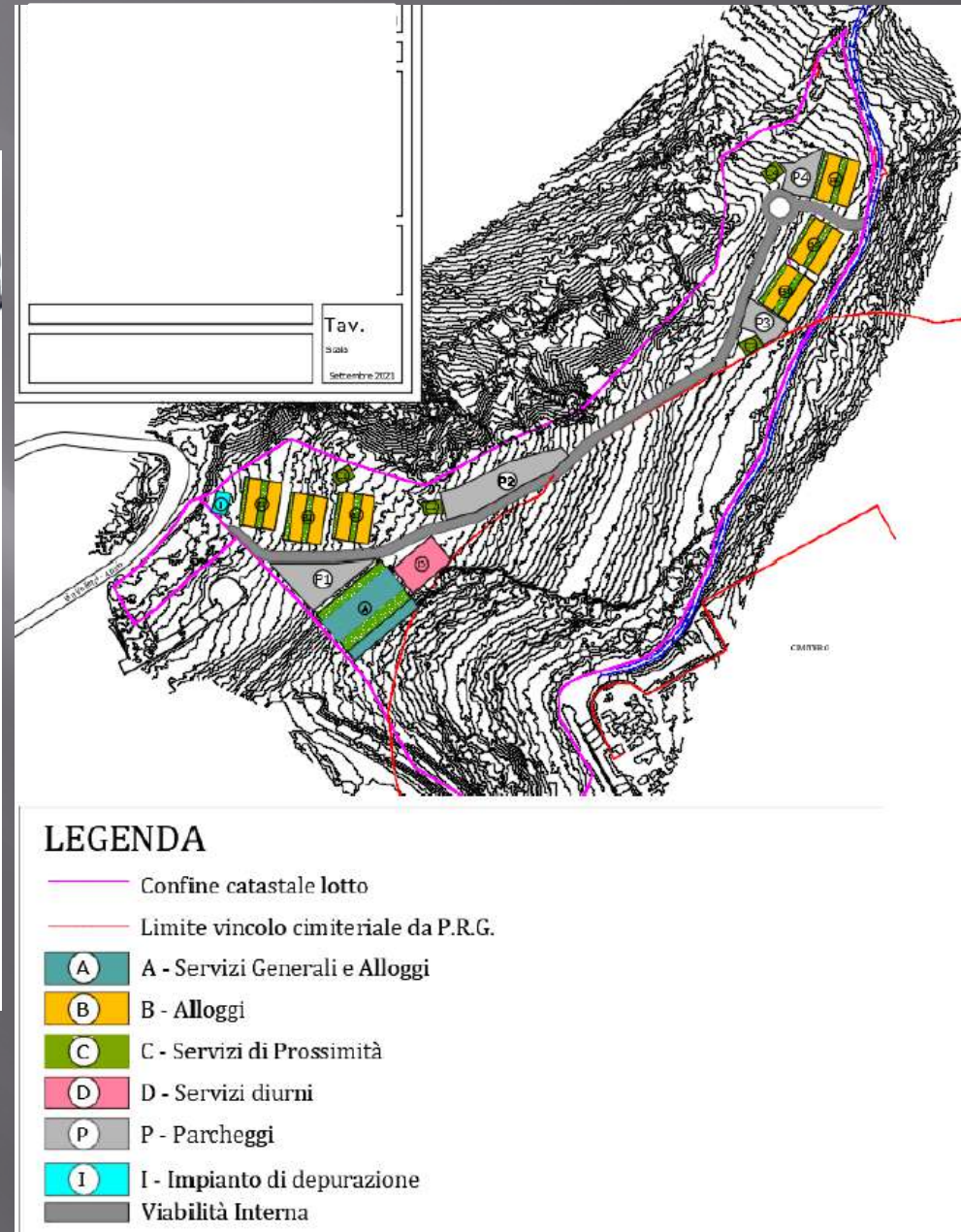
In sostanza l'applicazione del confronto tra F_H e S_s anche ai due range di periodo aggiuntivi ($0,4 \div 0,8$ e $0,7 \div 1,1$ secondi) non modifica il risultato della procedura.

Sembrerebbe – cioè – che l'analisi limitante, cioè quella che determina il risultato finale dello studio, sia quella relativa al range di periodi $0,1 \div 0,5$ sec. che è esattamente quello che già si analizzava con la procedura della D.G.R. n. 490/2011.



Si sottolinea che, in riferimento alle aree in cui anche uno dei tre F_H è maggiore di $S_s+0,1$, la carta della idoneità territoriale dovrà prevedere una specifica prescrizione in cui si indicherà che per la zona con valori di F_H superiori alla soglia S_s è obbligatorio, per qualunque opera edificatoria con presenza di afflusso o residenza di persone (eccetto tracciati stradali senza opere rilevanti, parcheggi a raso, rotatorie ecc), uno studio di RSL preventivamente alla progettazione esecutiva, con esecuzione obbligatoria di Prova geofisica Down-Hole.

UN ESEMPIO DI MS LIVELLO 2 AI SENSI DELLA DGR 155/2020



COMMITTENTE: Geol. Massimo Amodio

Cori (Lt)

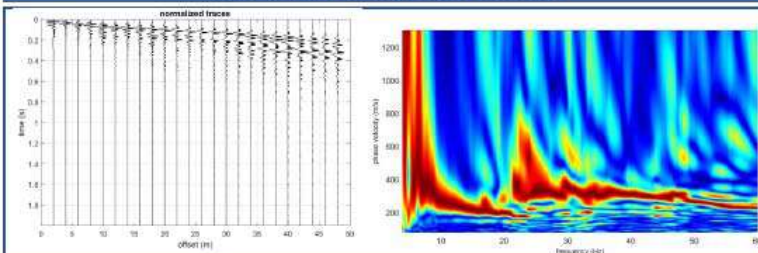
Coordinate (WGS 84) Lat.41,648162 - Lon. 12,904766

Agosto 2021

RISULTATI MISURA MASW1

Lunghezza stendimento 46 m - n. 24 geofoni - offset 2 m

SISMOGRAMMA E SPETTRO DI VELOCITÀ DI FASE



MODELLAZIONE DIRETTA - PROFILO DI VELOCITÀ V_{s30}

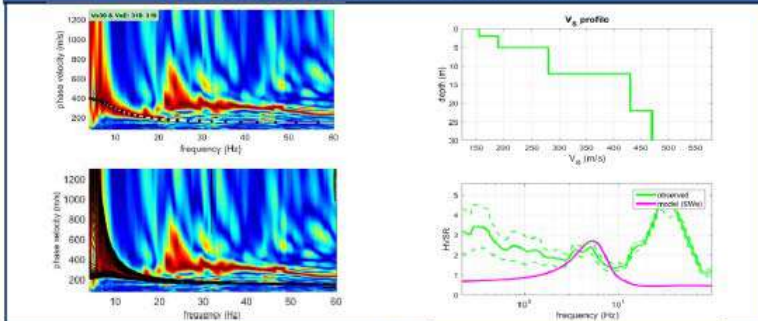


TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI SISMICI

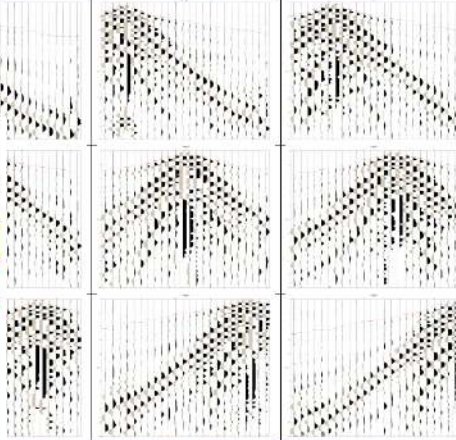
Modello Profondità - Vs

Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)
2.0	2.0	155
3.0	5.0	190
7.0	12.0	280
10	22.0	430
		470
Vs eq/Vs 30		CATEGORIA DI SUOLO (NTC 2018)
319 m/s		C

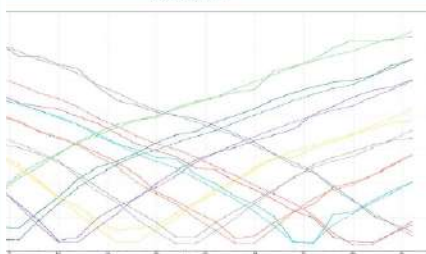
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



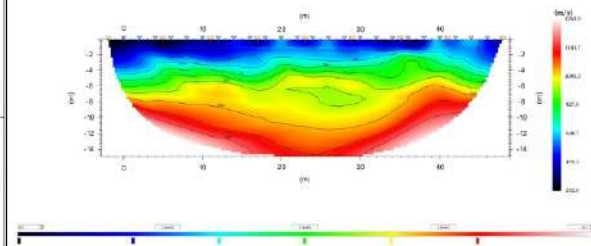
Sismogrammi



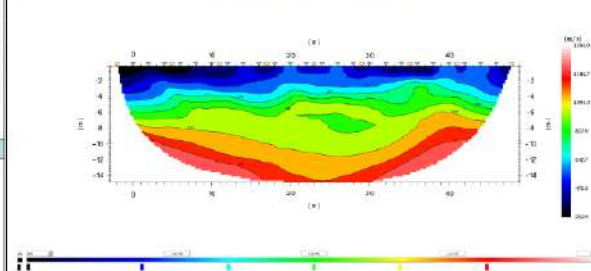
Dromocrone



Sezione con isolinee



Sezione con isolinee e campitura



CARATTERISTICHE STENDIMENTO

Lunghezza: 46 m N. geofoni: 24 Interdistanza: 2 m N. shot: 9

Posizione degli shot rispetto al geofono "0"

S1: -2 m	I1: 5 m	I2: 11 m
I3: 17 m	C: 23 m	I4: 29 m
I5: 35 m	I6: 41 m	E4: 48 m

Committente: Geol. M. AMODIO

Progetto:

Località: Cori (Lt)

Data: Agosto 2021

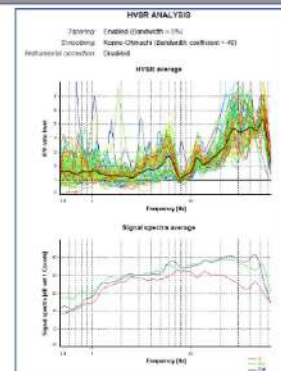
Prova HVSR Cori - Sito 3

$f_0 = 6.054 \text{ Hz}$
 $A_0 = 2.733$

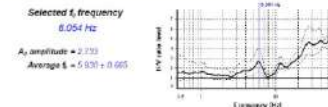
Visualizzazione dati dopo l'elaborazione base (media zero e rimozione delle derive strumentali)



Spettro per le tre componenti e HVSR medio calcolato

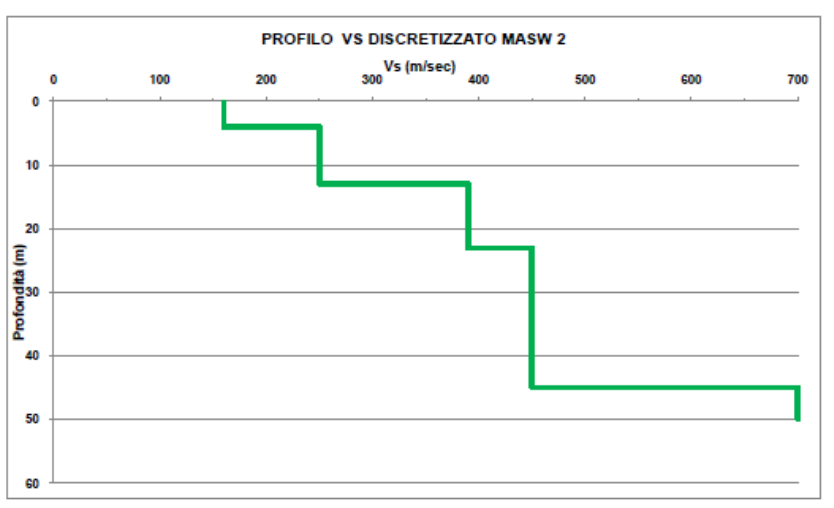


Frequenza di risonanza in superficie e rispondenza ai criteri SESAME



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 \leq 10 \text{ Hz}$	80 valid windows (length $\geq 1.65 \text{ s}$) out of 60	OK
$A_0(f_0) \geq 200$	75% (45) ≥ 200	OK
$\sigma(f_0) \leq 2 \text{ for } 0.56 \leq f \leq 2.5$	Extended 0.56 m/s in 27	OK
HVSR peak clarity criteria		
$1/f \text{ m[BAR, 1]} / A_{\text{ref}}(f) \leq A_{\text{ref}}(f)$	2.82550 Hz	OK
$1/f \text{ m[BAR, 40]} / A_{\text{ref}}(f) \leq A_{\text{ref}}(f)$	7.42188 Hz	OK
$A_0 \geq 2$	2.73 > 2	OK
$f_{\text{peak}}(A_0(f)) \leq A_0(f) \leq 5 \%$	0% < 5%	OK
$\sigma(f_0) \leq 0.5$	0.069(2) < 0.3027	OK
$m(f_0) \leq \sigma(f_0)$	1.53111 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

SU TUTTE LE VERTICALI DI INDAGINE (minimo 3)

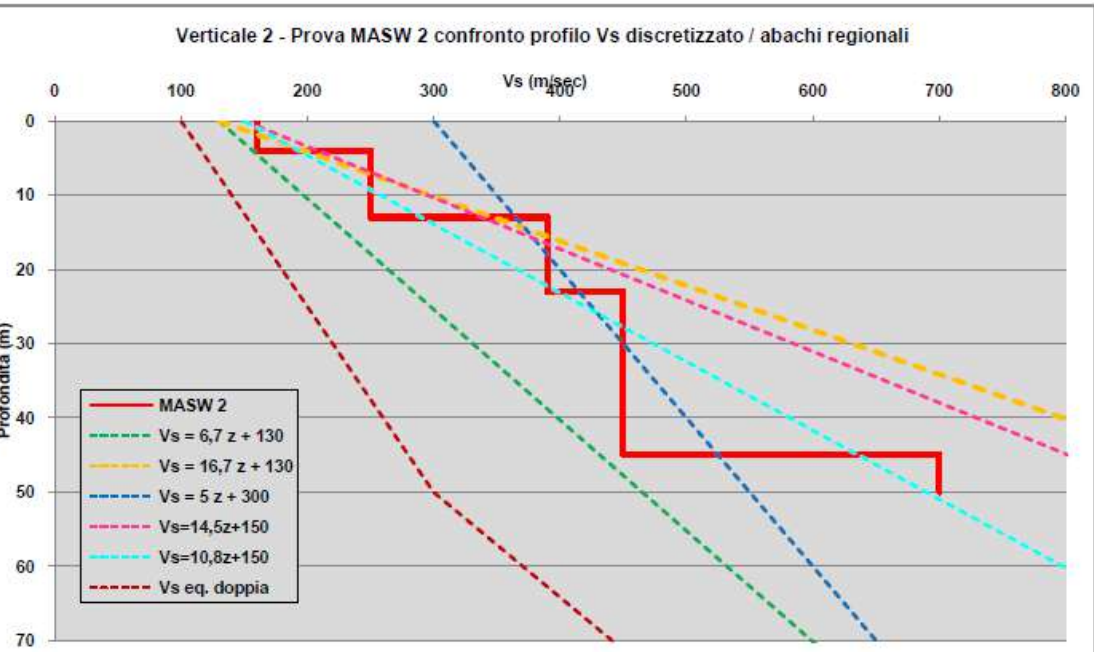


SABBIE ALLUVIONALI e PIROCLASTITI
SABBIE DI ALTERAZIONI DA TUFI VULCANICI
Profilo di velocità a gradiente massimo

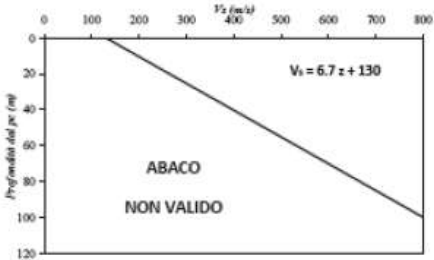
FH _{0,1-0,5}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	
15	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
20	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1	
25	1.4	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	
30		1.4	1.6	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	
35		1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
40			1.4	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
45			1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
50			1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
55			1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
60			1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	
70				1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	
80				1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	
90					1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
100						1.1	1.0	1.0	1.0	

FH _{0,5-0,8}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	
15	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	
20	1.9	1.8	1.7	1.6	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	
25	2.0	1.9	1.8	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	
30		1.9	1.9	1.8	1.5	1.4	1.4	1.1	1.1	
35		2.0	1.9	1.9	1.5	1.5	1.4	1.1	1.1	
40			2.0	1.9	1.6	1.5	1.5	1.2	1.1	
45				1.9	2.0	1.6	1.6	1.5	1.2	1.2
50					1.9	2.0	1.6	1.6	1.2	1.2
55					1.7	1.9	1.6	1.6	1.2	1.2
60						1.5	1.9	1.6	1.6	1.3
70							1.6	1.5	1.6	1.3
80							1.2	1.4	1.5	1.3
90								1.2	1.4	1.5
100									1.2	1.4

FH _{0.8-1.1}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
10	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
15	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
20	1.7	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
25	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	
30	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	
35		1.9	1.8	1.6	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	
40			1.9	1.7	1.4	1.3	1.3	1.1	1.1	
45				2.0	1.8	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
50					2.1	1.9	1.5	1.4	1.1	1.1
55						2.2	2.0	1.6	1.5	1.1
60							2.1	1.7	1.6	1.2
70								2.2	1.7	1.6
80									2.0	1.7
90										1.6
100										



GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

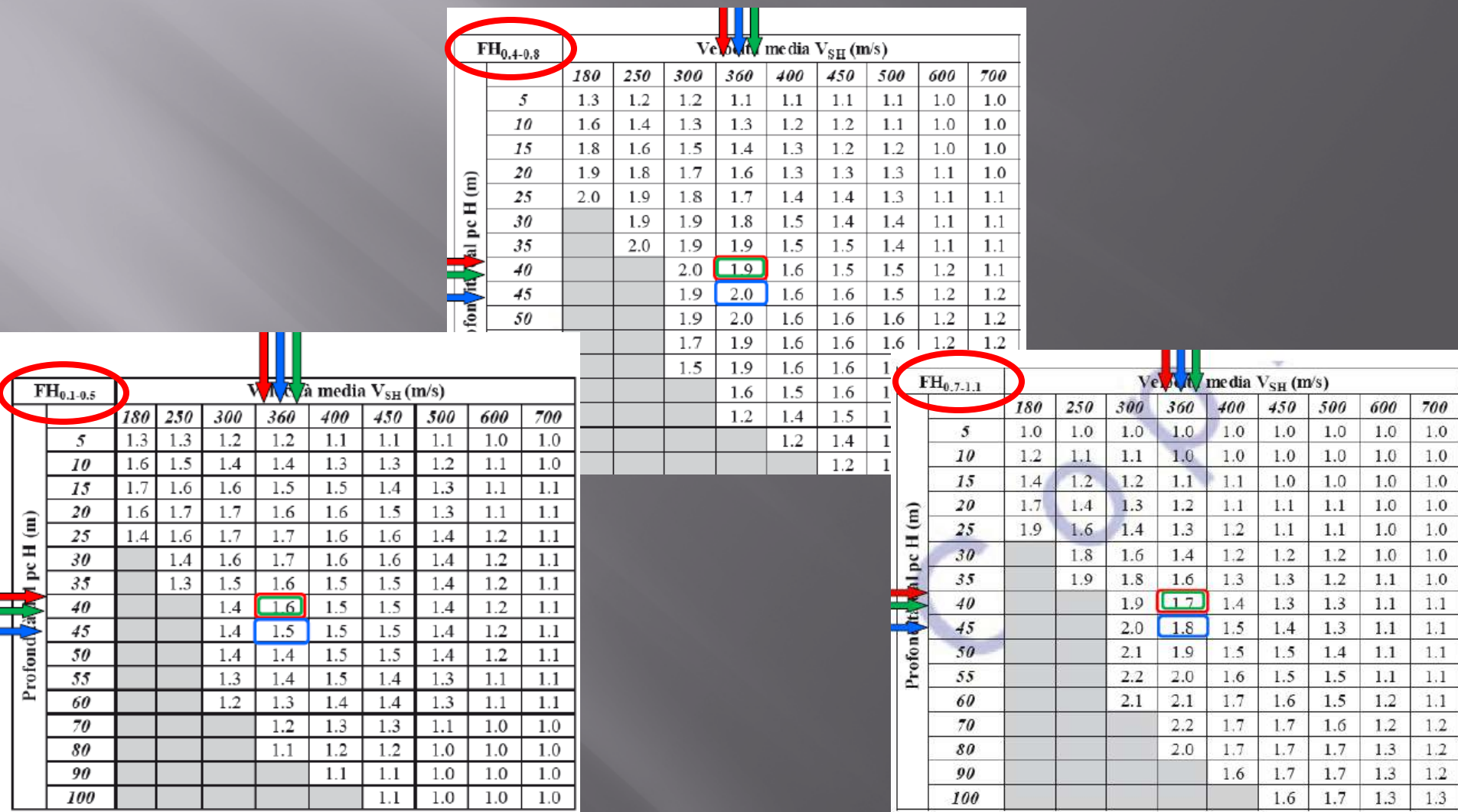


Individuazione parametri di ingresso per l'Abaco prescelto

Verticale 1 → profondità del substrato rigido $H = 40$ mt dal p.c.; $V_{SH} = 350$ m/s

Verticale 2 → profondità del substrato rigido $H = 45$ mt dal p.c.; $V_{SH} = 332$ m/s

Verticale 3 → profondità del substrato rigido $H = 41,4$ mt dal p.c.; $V_{SH} = 350$ m/s



Procedura di confronto dei valori

	$T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec.}$	$T = 0,4 \div 0,8 \text{ sec.}$	$T = 0,7 \div 1,1 \text{ sec.}$
Verticale 1	1,6	1,9	1,7
Verticale 2	1,5	2,0	1,8
Verticale 3	1,6	1,9	1,7

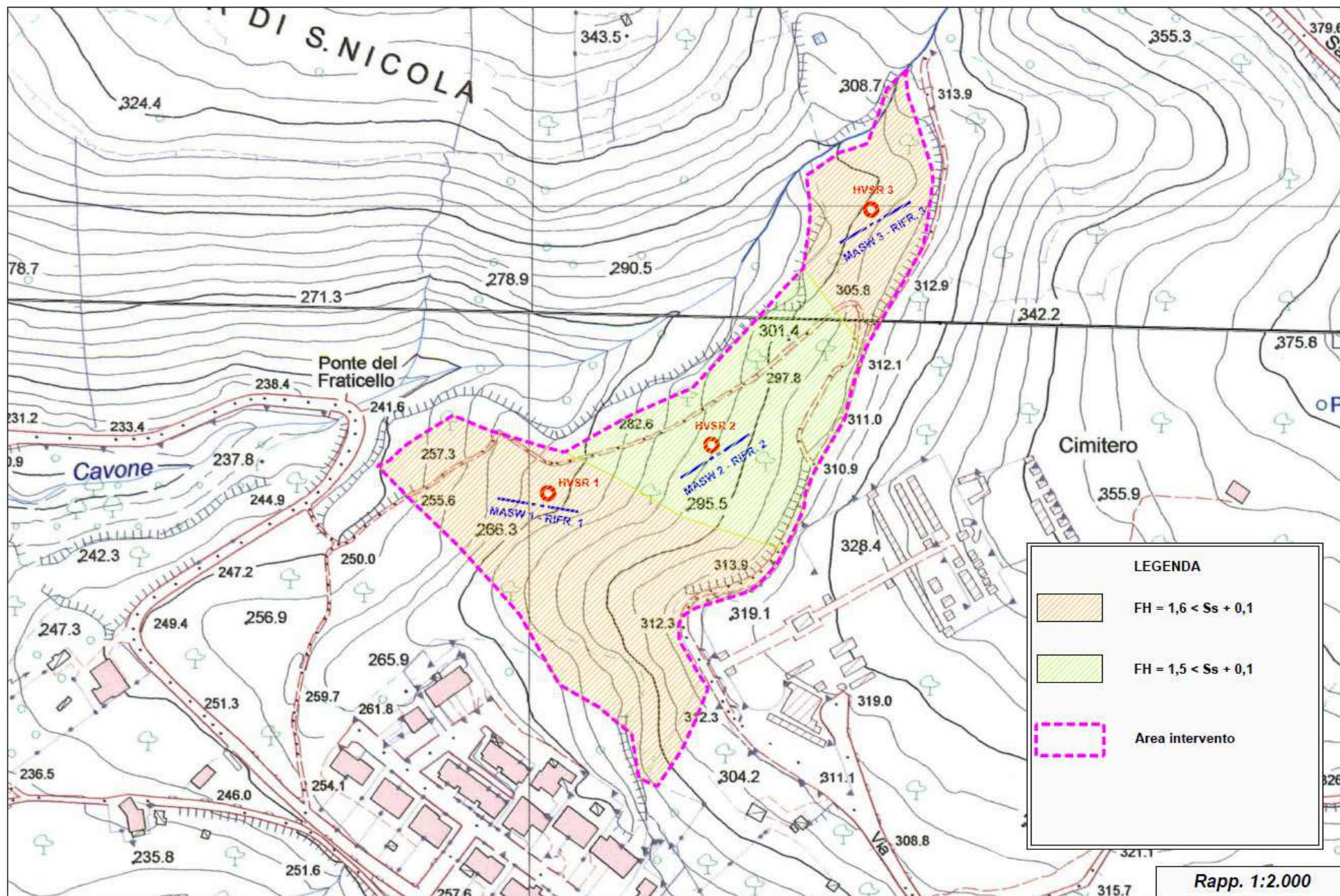
	Valori di soglia S_s		
	$S_s \rightarrow T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec.}$	$S_s \rightarrow T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec.}$	$S_s \rightarrow T = 0,7 \div 1,1 \text{ sec.}$
UAS Cori Suolo C	1,7	2,3	2,3

	Confronto tra fattori di amplificazione F_H e valori di soglia S_s aumentati di 0,1					
	$T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec.}$		$T = 0,4 \div 0,8 \text{ sec.}$		$T = 0,7 \div 1,1 \text{ sec.}$	
	F_H	$S_s + 0,1$	F_H	$S_s + 0,1$	F_H	$S_s + 0,1$
Verticale 1 (Suolo C)	1,6	1,8	1,9	2,4	1,7	2,4
Verticale 2 (Suolo C)	1,5	1,8	2,0	2,4	1,8	2,4
Verticale 3 (Suolo C)	1,6	1,8	1,9	2,4	1,7	2,4

Sulla base di quanto esposto si può affermare che la procedura di MS di Livello 2, risulta applicabile all'area in esame.

Come riportato nelle Tavole 10 A – B – C allegate alla presente relazione, all'area in esame possono essere attribuiti diversi valori di F_H , ma nessun valore ottenuto risulta superiore ai valori di confronto dati da $S_s + 0,1$ per la Categoria di sottosuolo di tipo C (delle NTC 2018) e per la UAS di Cori.

Pertanto la procedura può considerarsi conclusa positivamente con la presente Microzonazione Sismica di Livello 2.



IL LIVELLO 3 DI MS – METODO

- Valutazione quantitativa del fattore di amplificazione locale
- E' sostanzialmente uno studio di Risposta Sismica Locale condotto per un unico Tr (475 anni) Quindi ne parliamo tra poco !!