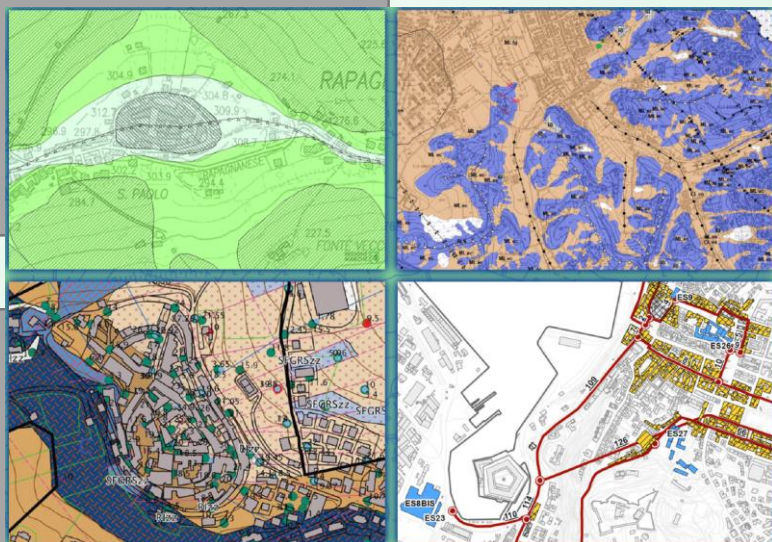




LA MICROZONAZIONE SISMICA DELLE MARCHE

10 Anni di attività
un'esperienza condivisa



Giovedì 1 dicembre 2022
Auditorium Mole Vanvitelliana ANCONA

«Microzonazione sismica di Livello I e II secondo gli ICMS»

DARIO ALBARELLO

Dip. di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena

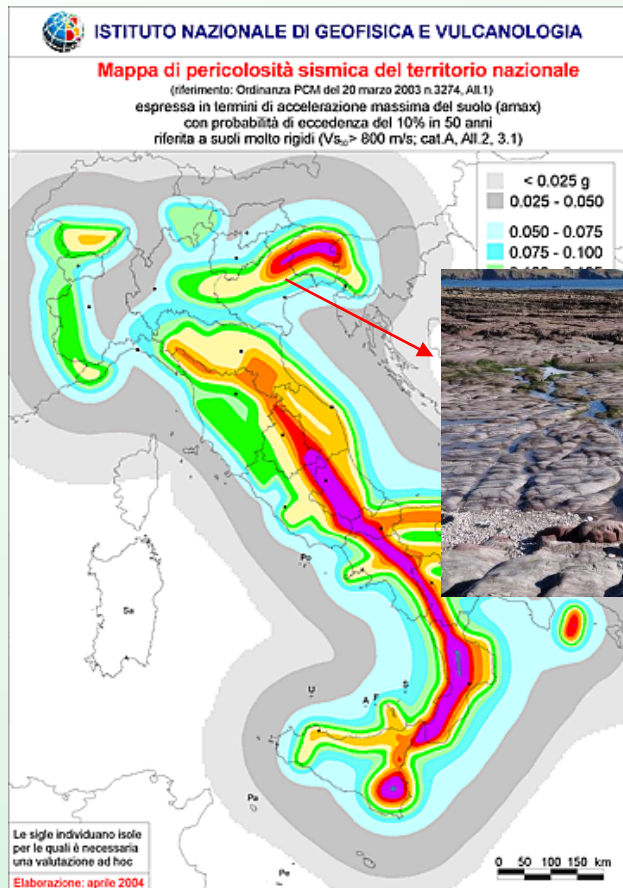
Esistono sostanzialmente tre livelli di analisi della pericolosità sismica

- 1) Il livello **regionale** finalizzato alla determinazione del moto sismico atteso nelle diverse parti del territorio nazionale assumendo quest'ultimo come omogeneo da un punto di vista sismostratigrafico e morfologico (la cosiddetta «configurazione di riferimento»)*
- 2) Il livello **comunale** finalizzato alla pianificazione di strategie volte alla riduzione del rischio sismico mediante scelte di pianificazione territoriale*
- 3) Il livello del **singolo manufatto**, allo scopo di definire modalità progettuali volte alla riduzione della sua vulnerabilità nei confronti del fenomeno sismico*

Questi tre livelli non possono essere considerati fra loro indipendenti, ma sono certo caratterizzati da procedure sperimentali e modalità di stima assai differenti

La stima della **pericolosità a scala regionale** tiene conto solo dell'attività di aree di geometria nota ritenute potenzialmente sismogeniche, del tasso di attività di ciascuna di queste e delle modalità di propagazione a scala regionale dello scuotimento sismico a distanza dalla sorgente

1. *Lo scuotimento è quello massimo ragionevolmente atteso, ovvero con probabilità di eccedenza pari ad un valore fissato (10% per molte applicazioni) per un tempo di esposizione di 50 anni*



2. *La **configurazione di riferimento** è rappresentata da una superficie piana che delimita un semispazio di materiale rigido (ovvero caratterizzato da velocità delle onde di taglio superiore a 800 m/s)*

Date le limitazioni che la connotano (solo episodicamente esistono delle situazioni sismo-stratigrafiche effettivamente paragonabili alla configurazione di riferimento), le stime fornite dal modello di **pericolosità a scala regionale** hanno un carattere essenzialmente **convenzionale** (un po' come la *gravità di riferimento* in gravimetria) e quindi non possono essere efficacemente utilizzate né per la pianificazione territoriale, né per la progettazione senza a meno di declinarle opportunamente adattandole alla specifica situazione in funzione della scala di interesse e degli obiettivi

Se l'obiettivo è la stima delle sollecitazioni sismiche attese su **un determinato manufatto a fini di progettazione**, questa declinazione ha la forma dell'**Analisi di Risposta Sismica Locale**, descritta nella **Norme Tecniche per le Costruzioni** (NTC) e basata su procedure numeriche più o meno complesse (abachi, modelli numerici lineari equivalenti e non lineari, uni- o bi-dimensionali) applicate ad una configurazione del **volume di sottosuolo** rilevante (solitamente delle dimensioni del manufatto) caratterizzato mediante procedure **intensive** (misure geofisiche in foro, sondaggi geognostici, analisi di laboratorio, ecc.)

Se invece l'obiettivo è quello di fornire al decisore politico (il Sindaco per legge) uno strumento conoscitivo utile a fini di *pianificazione territoriale e programmazione delle azioni in emergenza*, allora si fa riferimento alla **Microzonazione Sismica** che ha questo obiettivo ed adotta metodi e un linguaggio suoi propri e diversi (per quanto potenzialmente affini) da quelli dell'Analisi di Risposta sismica locale

In questo caso la scala di indagine è quella **territoriale** (dell'ordine delle centinaia o migliaia di metri) ed è quindi basata sull'impiego di procedure di indagine **estensive** e quindi caratterizzate da ridotti livelli di precisione a fronte di bassi costi di esercizio per unità di sottosuolo esplorato) e modalità di **spazializzazione** delle informazioni raccolte localmente allo scopo di caratterizzare aree vaste

Gli studi di Microzonazione Sismica hanno come base metodologica **Linee guida** pubblicate nel 2008 dalla **Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome** che hanno raccolto in modo organico i risultati ottenuti e le esperienze maturate fino a quel momento

Queste linee guida furono frutto un lungo lavoro di elaborazione coordinato dal **Dipartimento della Protezione Civile** con la collaborazione attiva e partecipe delle Autorità Regionali, della comunità scientifica (Centri di Ricerca e Università) e delle associazioni professionali implicate (Geologi, Ingegneri ed Architetti)



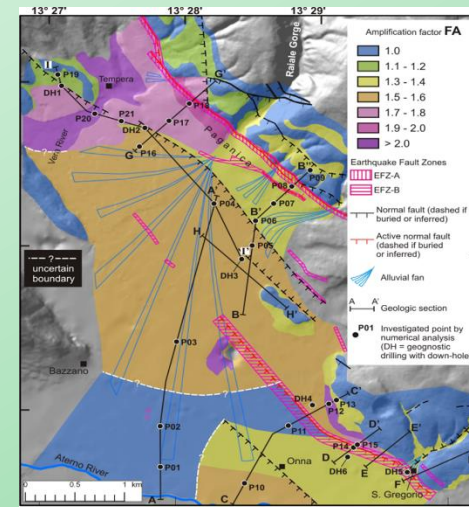
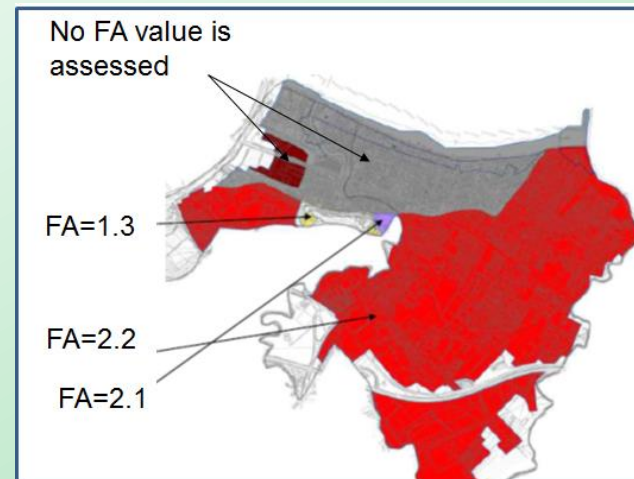
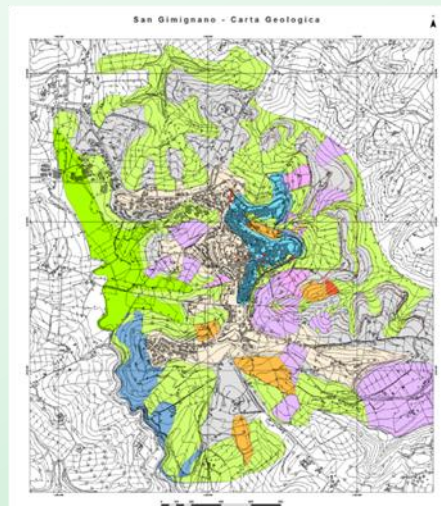
Le esperienze maturate nelle successive crisi sismiche (L'aquila 2009; Emilia-Romagna, 2012; Italia Centrale 2016-2017; Ischia, 2017) hanno mostrato l'efficacia dell'impianto metodologico complessivo, impianto che è stato progressivamente aggiornato e raffinato grazie a queste esperienze

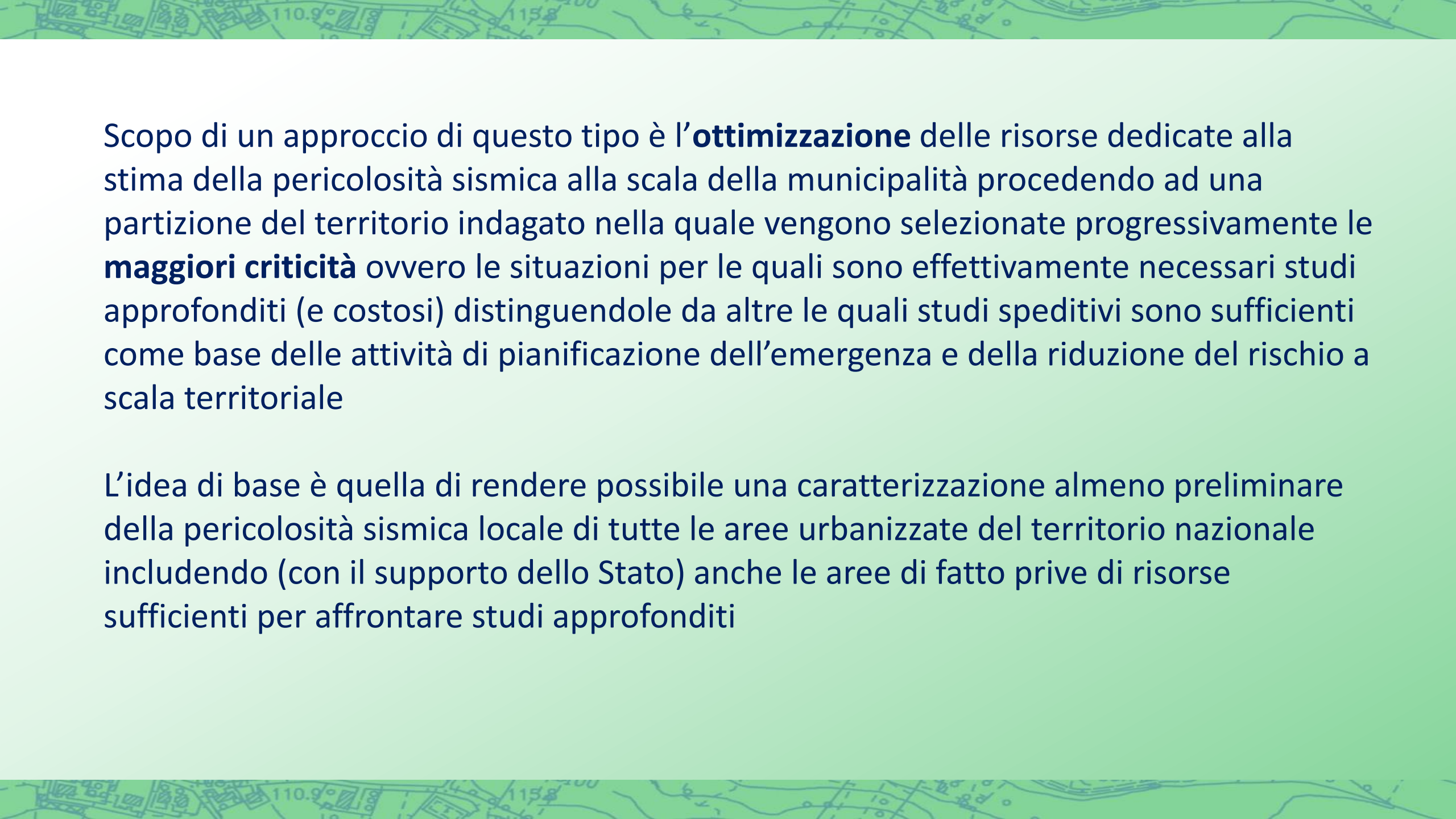
Soprattutto hanno messo in evidenza l'importanza di un approccio **organico** alle attività di microzonazione sismica anche al di fuori della post-emergenza, con **strutture di coordinamento** consolidate e una maggiore capacità di coinvolgimento delle **popolazioni locali e dei professionisti** presenti sul territorio



L'elemento chiave delle linee guida è il carattere **progressivo** delle attività necessarie alla definizione della pericolosità locale a supporto di attività di pianificazione territoriale in condizioni 'di pace' (ovvero fuori dall'emergenza)

In particolare, in funzione dei diversi contesti, obiettivi e risorse disponibili, le linee guida definiscono **tre livelli di approfondimento** caratterizzati da crescenti complessità ed impegno economico, prevedendo per ciascun livello specifici risultati caratterizzati da modalità di implementazione differenziate e regolate dalle Autorità Regionali

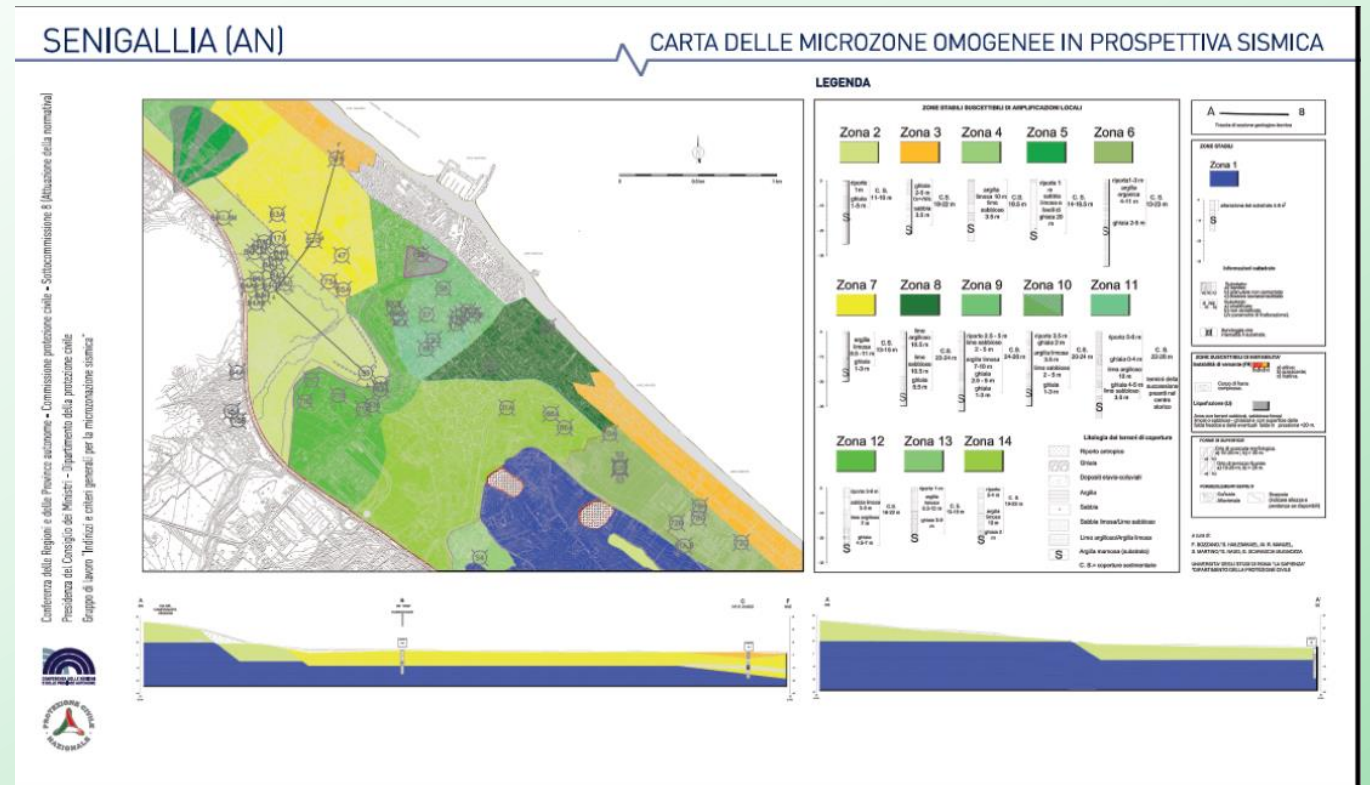




Scopo di un approccio di questo tipo è l'**ottimizzazione** delle risorse dedicate alla stima della pericolosità sismica alla scala della municipalità procedendo ad una partizione del territorio indagato nella quale vengono selezionate progressivamente le **maggiori criticità** ovvero le situazioni per le quali sono effettivamente necessari studi approfonditi (e costosi) distinguendole da altre le quali studi speditivi sono sufficienti come base delle attività di pianificazione dell'emergenza e della riduzione del rischio a scala territoriale

L'idea di base è quella di rendere possibile una caratterizzazione almeno preliminare della pericolosità sismica locale di tutte le aree urbanizzate del territorio nazionale includendo (con il supporto dello Stato) anche le aree di fatto prive di risorse sufficienti per affrontare studi approfonditi

Il **Livello I** (propedeutico) prevede un largo impiego di dati pregressi e misure geofisiche a basso costo (vibrazioni ambientali) per la costruzione di un **modello geologico tecnico** del sottosuolo (in prospettiva sismica)



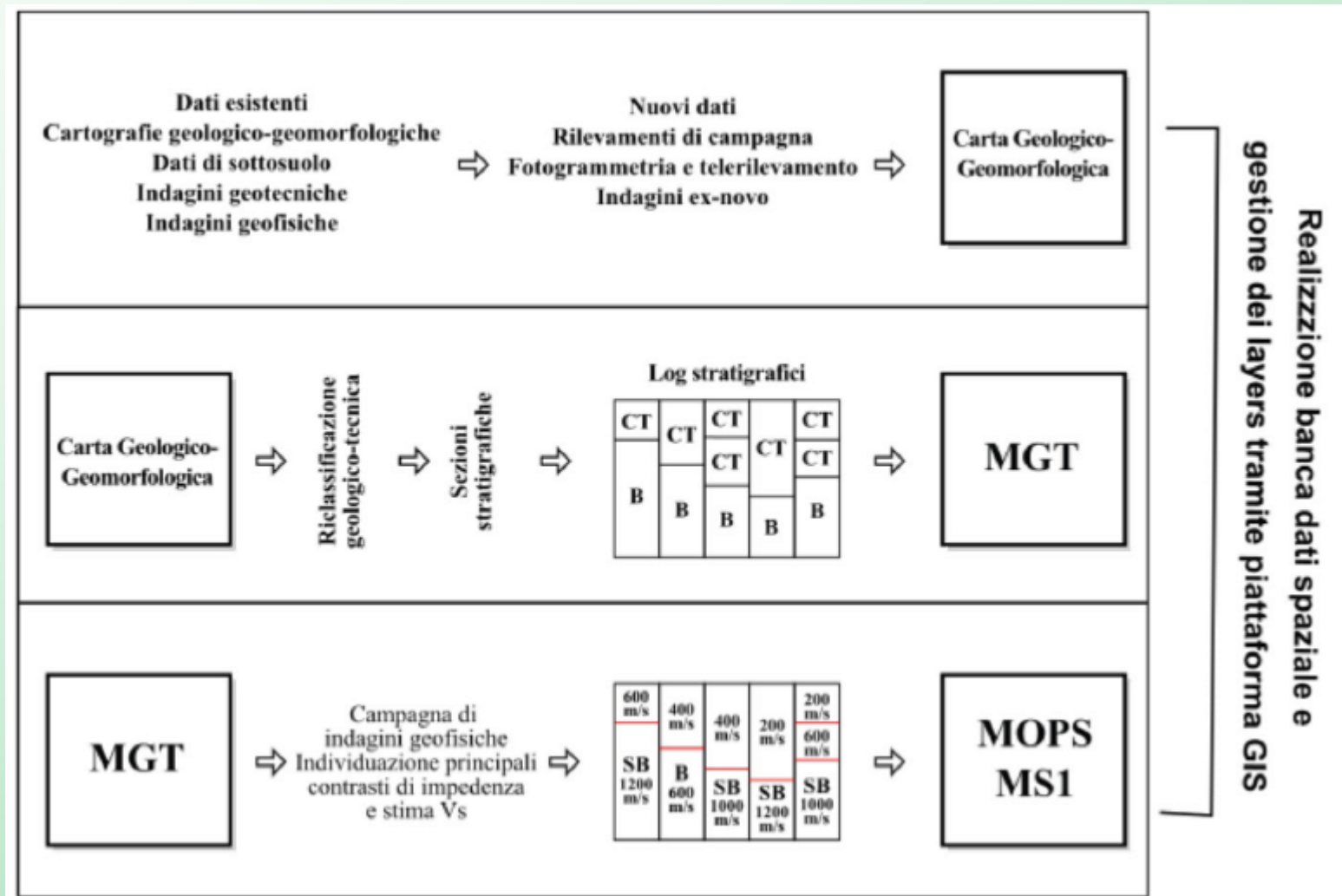
La costruzione di questo modello geologico tecnico è un elemento chiave dell'intero processo che conduce alla microzonazione sismica






Il modello infatti rappresenta **un riferimento primario** che condiziona tutte le fasi successive dello studio dato che determina il quadro d'insieme dell'area di studio ed il collegamento fra le ricostruzioni a scala regionale quanto caratterizza la specifica area di studio





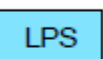
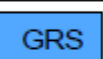
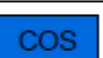
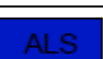








La costruzione del modello **geologico tecnico in prospettiva sismica** richiede un approccio metodologicamente distinto da quello comunemente adottato nella rappresentazione geologico stratigrafica del sottosuolo e

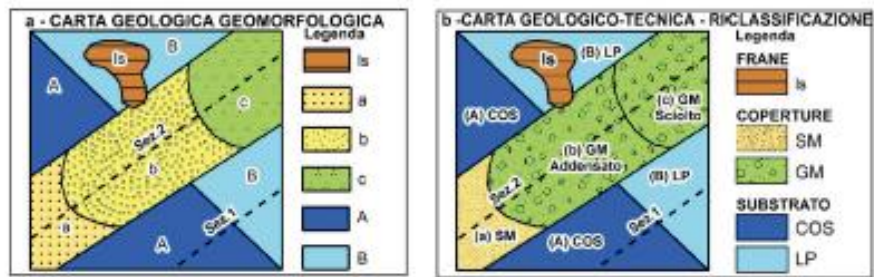
E' infatti focalizzato sulla individuazione delle geometrie dei contatti fra corpi geologici caratterizzati da marcate differenze nel *comportamento meccanico* (**contrasti di impedenza sismica**)

Questo richiede una ridefinizione delle unità geologiche in termini di **Unità Geologico Tecniche**

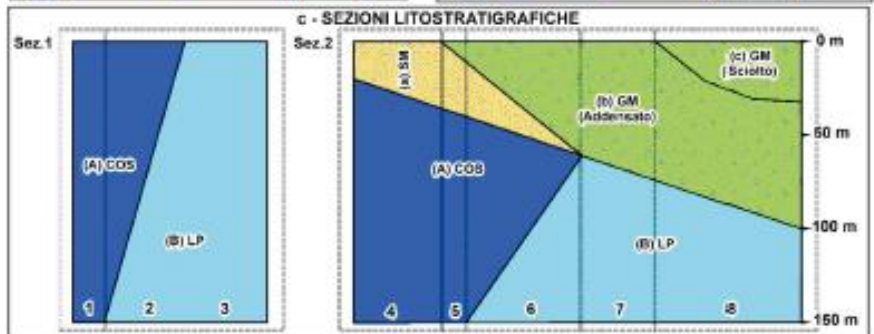


Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

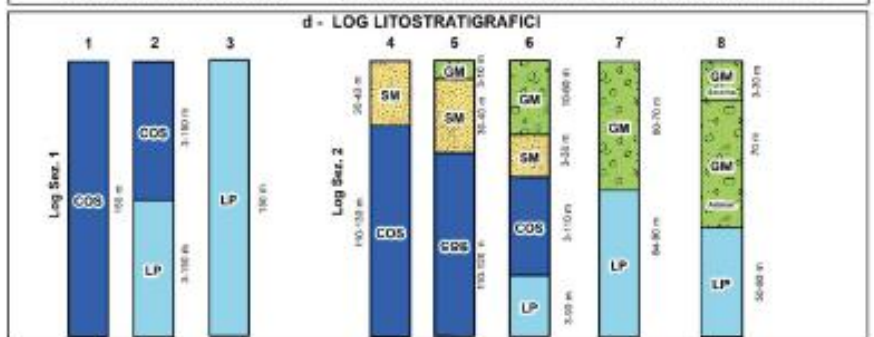
Substrato geologico		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
	SFAL	Alternanza di litotipi fratturato / alterato
	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato / alterato
	SFGRS	Granulare cementato, stratificato fratturato / alterato
	SFCOS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato



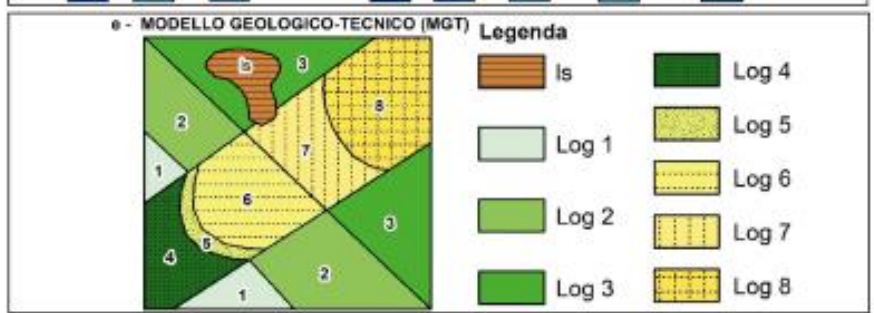
Riclassificazione delle unità stratigrafiche affioranti in termini di unità geologico-tecniche con l'obiettivo primario di distinguere le unità di copertura da quelle del substrato



Definizione dei rapporti geometrici sepolti delle unità geologico tecniche presenti nell'area di studio distinguendo coperture e substrato



Identificazione di log lito-stratigrafici rappresentativi dei diversi rapporti geometrici fra le unità di copertura e di substrato

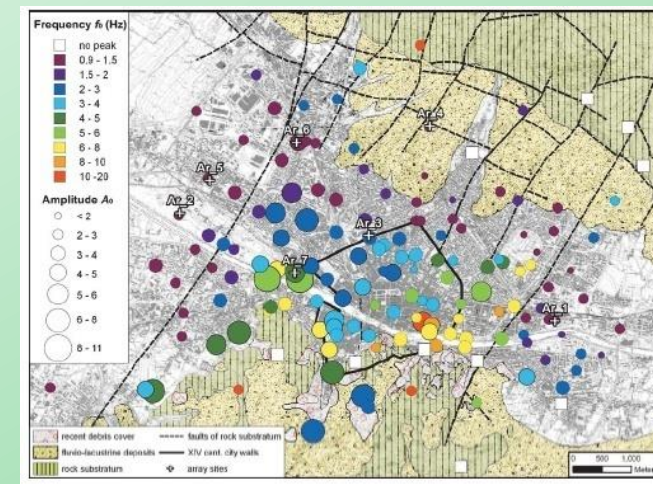
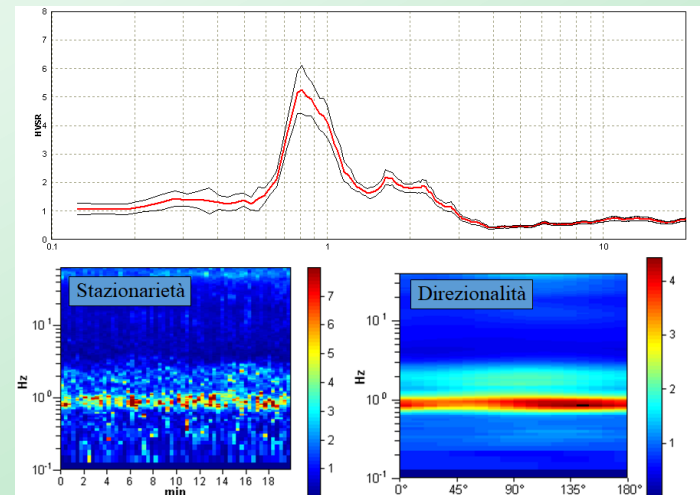


Identificazione di aree omogenee caratterizzate da log-lito-stratigrafici topologicamente affini (in termini di successione) e simili classi di spessore

Sulla base di questo modello iniziale viene pianificata una indagine geofisica speditiva generalmente basata su misure di vibrazioni ambientali su stazione singola tri-direzionale: il cosiddetto metodo HVSR (Horizontal di Vertical Spectral Ratios) o «di Nakamura»

Obiettivi di queste misure sono:

1. *Identificare aree caratterizzate da fenomeni di risonanza sismica indotti dalla presenza di marcati contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo e potenzialmente pericolosi per l'edificato*
2. *Fornire indicazioni speditive riguardo alle possibili classi di profondità di questi contrasti*



f_0 (Hz)	h (m)
< 1	> 100
1 - 2	50 - 100
2 - 3	30 - 50
3 - 5	20 - 30
5 - 8	10 - 20
8 - 20	5 - 10
> 20	< 5

Dalla combinazione delle informazioni geologico-tecniche pregresse e delle nuove misure geofisiche viene proposta una partizione del territorio in termini di **Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)**: queste rappresentano un elemento chiave della microzonazione sismica secondo gli ICMS

Le MOPS vanno interpretate come la minima unità territoriale **omogenea** in termini di effetti cosismici attesi all'occorrenza del terremoto atteso per l'area di studio in base al Modello di pericolosità sismica nazionale relativamente ad eventi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (475 anni di tempo medio di ritorno). Per omogenea si intende un'area all'interno della quale la variabilità degli effetti attesi al suo interno è significativamente minore delle differenze rispetto alle altre MOPS

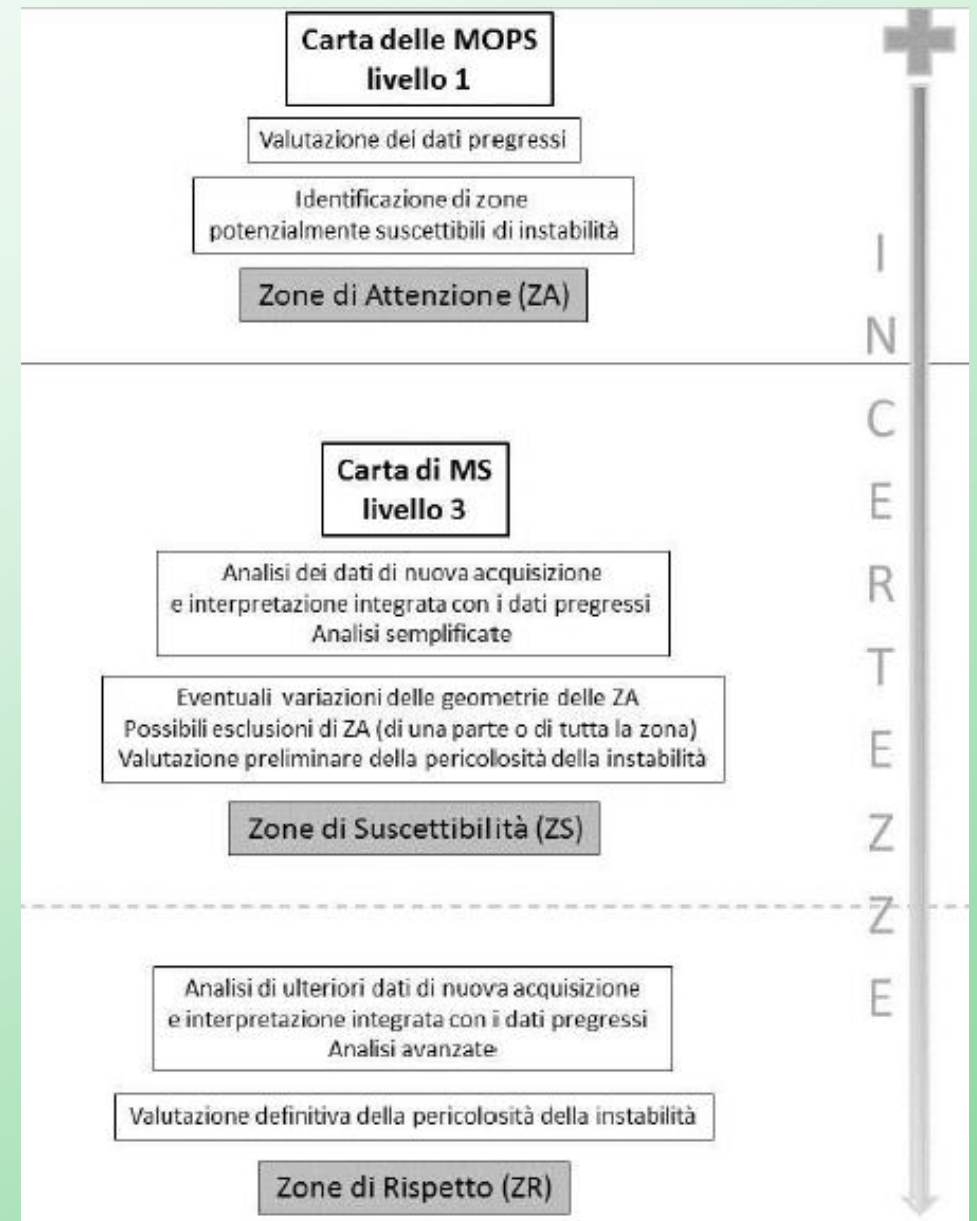
A ciascuna MOPS viene attribuita una **colonna stratigrafica rappresentativa** ed una **frequenza di risonanza** rappresentativa degli effetti di amplificazione stratigrafica limitatamente agli effetti 1D

Per le MOSP instabili, gli ICMS prevedono tre tipi di indicazioni in funzione del livello di conoscenza raggiungibile nei diversi livelli di approfondimento

Zona di Attenzione (ZA) a Livello I «quando i dati a disposizione indicano condizioni predisponenti l'instabilità ma non sono sufficienti per definire se l'instabilità possa verificarsi in caso di evento sismico»

Zona di Suscettibilità (ZS) a Livello III quando, a seguito di una specifica raccolta dati e l'applicazione di metodi semplificati (adatti ad analisi di area vasta), è possibile fornire una stima della pericolosità

Zona di Rispetto (ZR) quando i dati raccolti sono tali da garantire l'applicazione di metodi avanzati

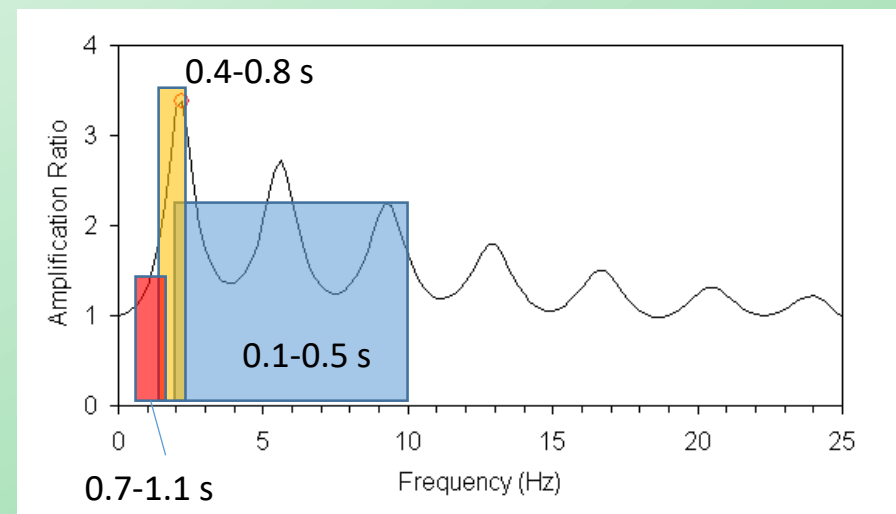
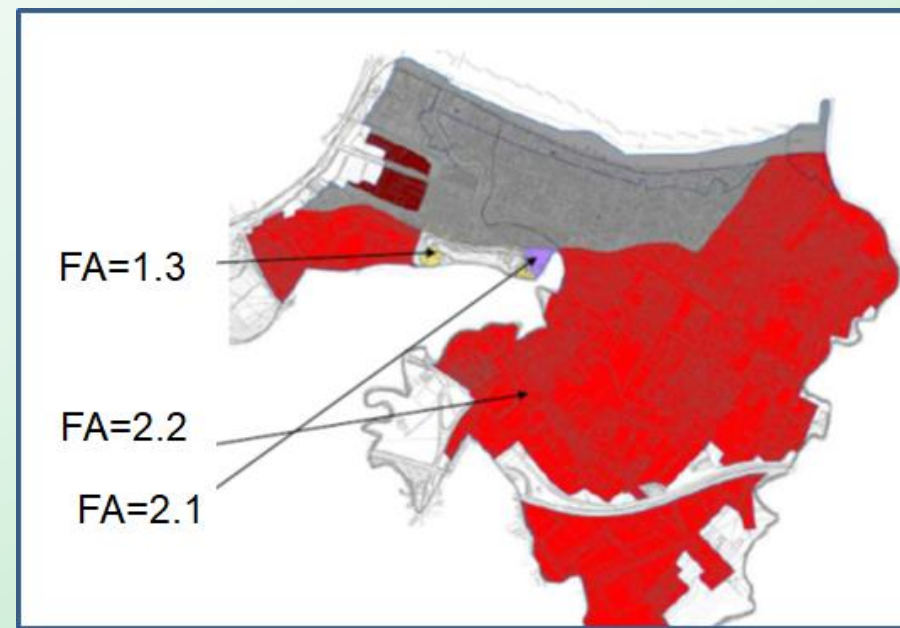


Livello II

*Dota la carta di primo livello di elementi quantitativi (**Fattori di Amplificazione** o **FA**) relativamente ai soli fenomeni di amplificazione lito-statigrafica 1D.*

*Queste stime vengono condotte a partire da misure geofisiche di superficie (HVSR, MASW, ecc.) e adottando **modelli semplificati (1D)** mediante l'uso di **abachi***

*Va notato che il fattore di amplificazione è un valore integrale che denota l'effetto complessivo della situazioni stratigrafica su un **intervallo di periodi***
*Fornisce informazioni **sull'entità relativa dei fenomeni attesi** ma **non può essere applicato per la progettazione***



Gli abachi

Un abaco (letteralmente) è una “Tavoletta per fare i conti”

Nel contesto della microzonazione sismica, gli abachi sono **tabelle** pre-confezionate utili a calcolare i **Fattori amplificazione attesi** (parametrizzati in modo sintetico in termini di FA) in funzione di un **numero limitato** di parametri **stimabili empiricamente con costi contenuti**

Esistono due tipi di abaco:

- 1. Abaco finalizzato alla determinazione dell'effetto di amplificazione stratigrafica*
- 2. Abaco finalizzato alla determinazione dell'effetto di amplificazione topografica*

In entrambi i casi la costruzione degli abachi è effettuata mediante procedure di analisi numerica in grado di esplorare gli effetti attesi tenendo conto della variabilità dei parametri in gioco (*successione sismostratigrafica, curve di smorzamento e decadimento del modulo di taglio*) nelle aree di interesse

Procedura per la costruzione degli abachi

PRIMA FASE

1. Individuazione delle tipologie lito-stratigrafiche (TLS)
2. Parametrizzazione delle unità lito-stratigrafiche (V_s , curve di degrado con relative incertezze)
3. Selezione moto di input

SECONDA FASE

1. Generazione casuale di profili V_s e curve di degrado
2. Selezione profili V_s e curve di degrado compatibili con le osservazioni
3. Costruzione delle Funzioni di Amplificazione e dei Fattori di Amplificazione (FA) per le singole tipologie lito-stratigrafiche e i gruppi di accelerogrammi

TERZA FASE

1. Caratterizzazione statistica della distribuzione dei valori di FA per le singole tipologie lito-stratigrafiche e i gruppi di accelerogrammi
2. individuazione dei parametri sperimentali caratterizzanti le diverse situazioni lito stratigrafiche

QUARTA FASE

1. Costruzione degli abachi
2. Validazione degli abachi

Gli **abachi** sono stati costruiti dalla Regione Marche sulla base di un approccio numerico finalizzato alla definizione dei valori di FA associati alle situazioni lito-stratigrafiche presenti nel territorio regionale

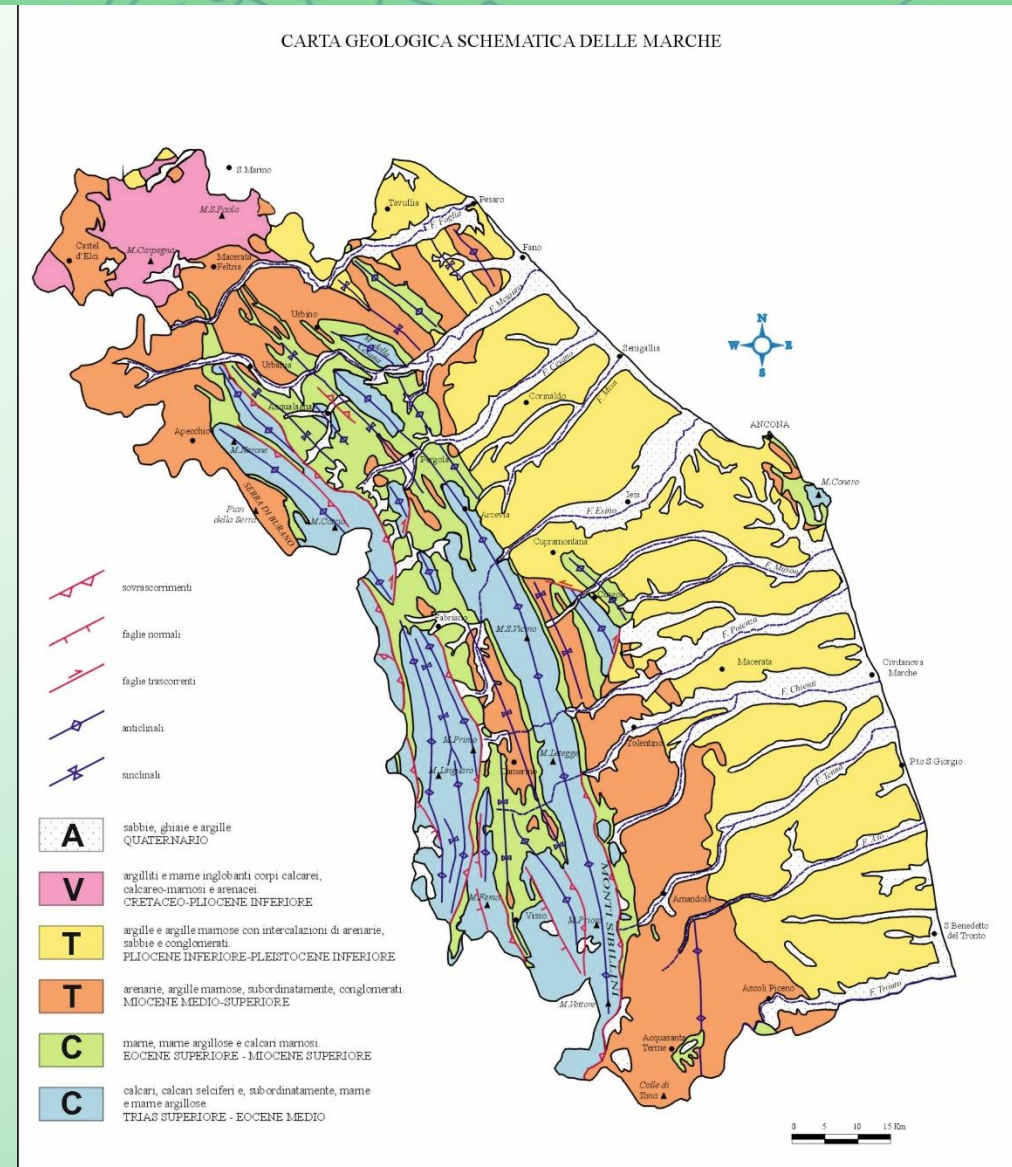
Gli abachi sono differenziati in funzione dell'ambiente tettonico e sedimentario all'interno del quale sorge il Comune. In particolare, sono state identificate quattro domini:

V- dominio della Val Marecchia

T- dominio terrigeno;

C- dominio calcareo

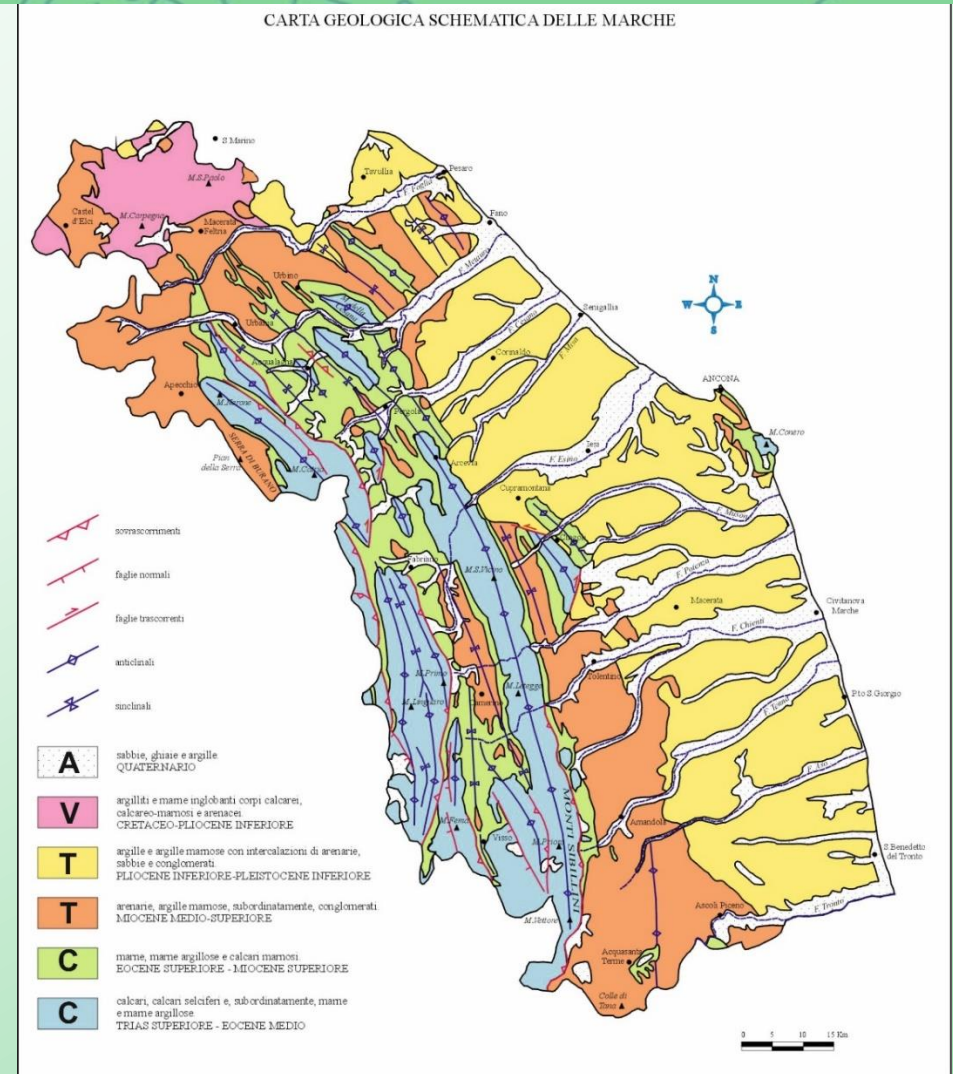
A- dominio alluvionale



In dominio della Val Marecchia non viene al momento considerato

L'attribuzione dei vari comuni ai domini così definiti è fornita dall'Autorità regionale

COMUNI	SITUAZIONE LITO-STRATIGRAFICA
	C- Dominio Calcereo; A- Dominio Alluvionale; T- Dominio Terrigeno; V- Dominio "Valmarecchia"
Provincia di Ancona	
Agugliano,	T
Ancona,	A
Arcevia,	C
Barbara (AN),	T
Belvedere Ostrense,	T
Camerano (AN),	A + T
Camerata Picena,	T
Castel Colonna,	T
Castellbellino,	A + T
Castelfidardo,	A + T
Castelleone di Suasa,	A + T
Castelplanio,	T
Cerreto d'Esi,	A
Chiaravalle (AN),	A
Corinaldo,	T
Cupramontana,	T



In alcune situazioni più complesse, lo stesso comune è stato attribuito a due domini. In questi casi, si possono eseguire le valutazioni considerando entrambe le possibilità scegliendo poi l'esito più conservativo

Per ciascun dominio sono stati quindi costruiti due classi di abachi in funzione della profondità del tetto del **substrato sismico** che corrisponde a quello delle formazioni caratterizzate da valori di velocità di propagazione delle onde S non inferiori a 800 m/s

In particolare sono state distinte tre situazioni:

1. *substrato sismico affiorante quando lo spessore delle coperture è inferiore a tre metri*
2. *substrato sismico posto a meno di 30 m dal piano campagna*
3. *substrato sismico posto a profondità maggiori di 30m.*

Nel primo caso, gli unici affetti di amplificazione attesi sono quelli dovuti alla **morfologia superficiale**. In questi casi, il fattore di amplificazione viene calcolato mediante una opportuna procedura semplificata descritta di seguito

Una volta identificata la zona di appartenenza, la presenza e lo spessore delle coperture (maggiore o minore di 30m), allora vengono univocamente definiti abachi che permettono il calcolo del valore di FA relativo a specifici intervalli di periodi di vibrazione in funzione di due parametri da determinare sperimentalmente in ciascun sito: il valore della **frequenza di risonanza** fondamentale (f_0) ed valore della **velocità media** (media dei tempi di tragitto) della onde S fino al substrato sismico V_sH se questo è meno profondo di 30m o fino a 30 m (V_s30) se questo è più profondo

Entrambi i parametri possono essere stimati mediante procedure geofisiche di superficie (sismica passiva e attiva) a basso costo. In particolare, il metodo HVSR e il metodo MASW sono largamente impiegati rispettivamente per la stime di f_0 e di V_sH/V_s30 con procedure standardizzate che possono essere agevolmente messe in pratica dai professionisti e che non richiedono complesse fasi di inversione numerica dei risultati

ZONA CALCAREA Profondità basamento sismico < 30 m e > 3 m

FA 0.1 < T < 0.5 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs (m/s)	<200	0.9	1.3	1.7	2.6	2.5	2.7				1.4
	300	0.8	1.3	1.7	2.1	2.4	2.6	2.5	2.3	2.1	2.1
	500		0.8	1.3	1.5	1.6	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5
	700				1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
	≥800								1.2	1.2	1.2

FA 0.4 < T < 0.8 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs (m/s)	<200	1.5	2.1	2.4	1.9	1.8	1.6				2.1
	300	1.5	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.8	1.6	1.5	1.9
	500		1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3
	700				1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
	≥800								1.1	1.0	1.0

FA 0.7 < T < 1.1 s

		f0 (Hz)									75° perc.
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
Vs (m/s)	<200	2.1	2.4	1.7	1.5	1.4	1.3				2.3
	300	1.9	2.1	1.6	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5
	500		1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	700				1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	≥800								1.0	1.0	1.0

Le stime vengono effettuate per classi di frequenza e spessore

Classi	
frequenza (Hz)	f0 < 1
	1.5 1 ≤ f0 < 2
	2.5 2 ≤ f0 < 3
	3.5 3 ≤ f0 < 4
	4.5 4 ≤ f0 < 5
	5.5 5 ≤ f0 < 6
	6.5 6 ≤ f0 < 7
	7.5 7 ≤ f0 < 8
≥ 8	
velocità (m/s)	Vs < 200
	300 200 ≤ Vs < 400
	500 400 ≤ Vs < 600
	700 600 ≤ Vs < 800
	Vs ≥ 800

Alcune considerazioni generali sugli abachi delle Marche

I due parametri di accesso agli abachi ($V_{s_{30}}/V_{sH}$ e f_0) sono stati scelti perché relativamente facili da determinare per un professionista e comunque rappresentativi della situazione locale: entrambi vanno comunque determinati e **solo quando non si evidenziano fenomeni di risonanza** (p.es. in presenza di coperture dove nessun massimo significativo è presente nella curva H/V) si può usare il solo valore di V_{s30} o V_{sH}

I fattori di amplificazione forniti hanno carattere conservativo: infatti corrispondono al 75° percentile della popolazione dei valori ottenuti dalla simulazione numerica

Non tutte le combinazioni dei due parametri di ingresso ($V_{s_{30}}/V_{sH}$ e f_0) sono presenti negli abachi (ovvero non corrispondono a situazioni effettivamente riscontrate): nei casi in cui dovessero verificarsi sperimentalmente, il professionista è invitato a compiere studi specifici di risposta sismica locale per attribuire il corretto valore di FA

Valori utilizzabili

Situazioni rare e quindi FA poco affidabili

Situazione non considerata nella modellazione

Valori utilizzabili quando non è possibile determinare un valore di f_0 (curva sperimentale piatta)

FA $0.1 < T < 0.5$ s

		f ₀ (Hz)									75° DACC
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	
V _{set} (m/s)	<200	0.9	1.3	1.7	2.6	2.5	2.7				1.4
	300	0.8	1.3	1.7	2.1	2.4	2.6	2.5	2.3	2.1	2.1
	500		0.8	1.3	1.5	1.6	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5
	700				1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
	≥800								1.2	1.2	1.2

L'abaco non è utilizzabile laddove la specifica combinazione di parametri non è prevista

In questi casi, i valori di FA vanno stimati mediante il calcolo della **risposta sismica locale**

Per la determinazione del valore di FA relativo ad un punto di misura in presenza di coperture al di sopra del substrato sismico con spessori maggiori di 3m è quindi necessario:

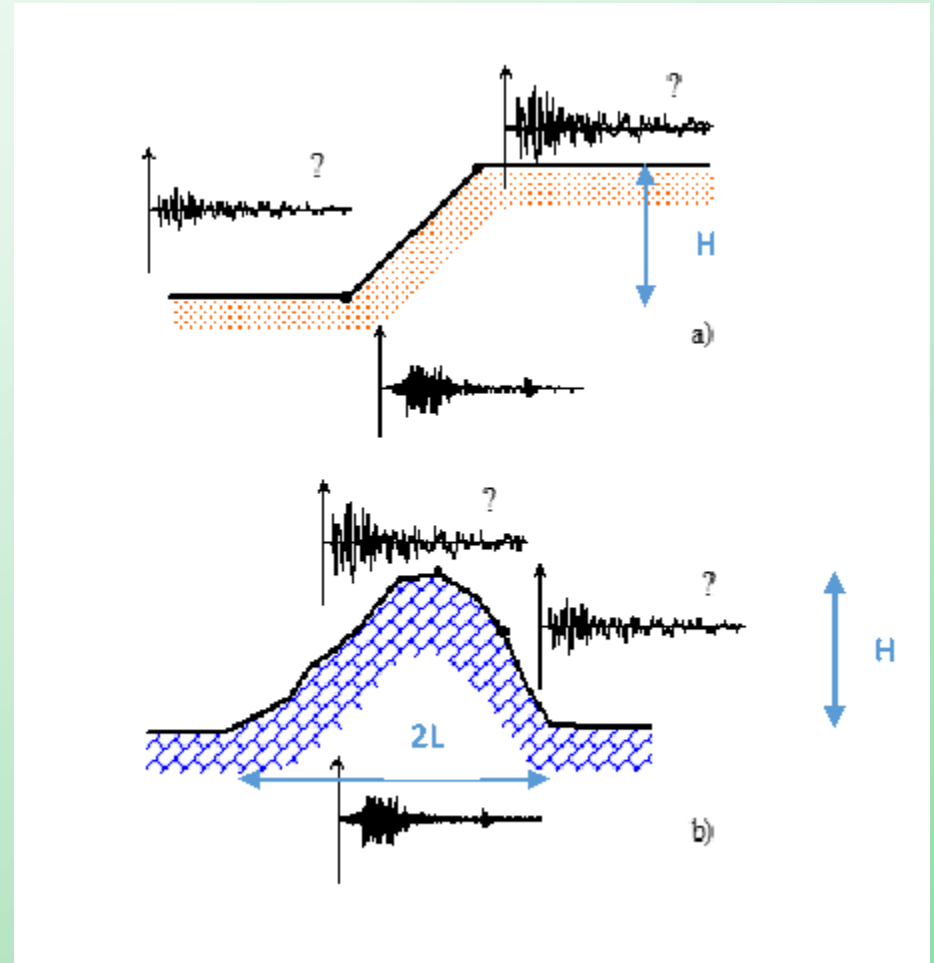
1. *Definire la profondità del **substrato sismico** (che non necessariamente corrisponde al substrato geologico), stabilendo se questo si trova a profondità maggiori o minori di 30m dal piano campagna*
2. *Definire il valore della **frequenza di risonanza** f_0*
3. *Definire la velocità media delle onde S fino al basamento sismico (se lo spessore delle coperture è inferiore a 30m) o fino a 30m se questo è superiore (V_{sH} o V_{s30})*

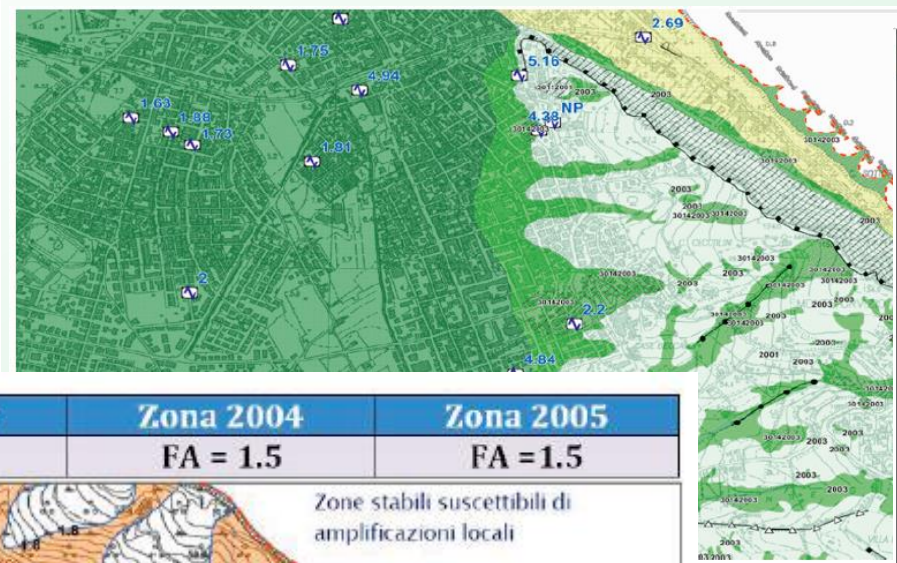
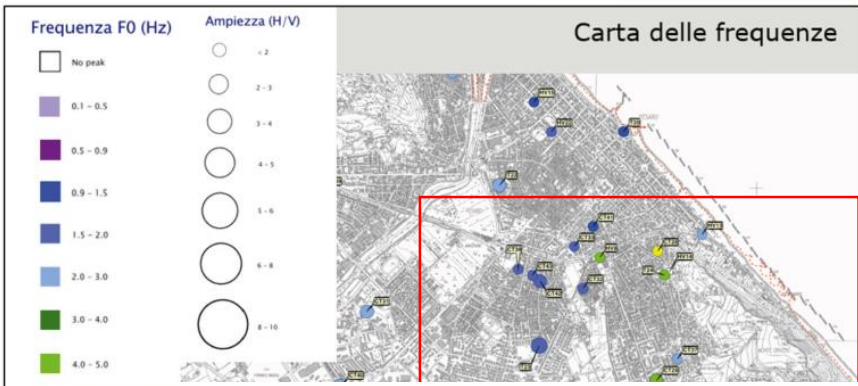
Per quanto riguarda la stima di f_0 mediante curve dei rapporti spettrali delle vibrazioni ambientali (curve HVSR) vale quanto segue.

- 1. Si considerano solo i valori di f_0 corrispondenti a massimi relativi all'intervallo 0.5-20 Hz: se all'interno di questo intervallo non sono presenti massimi significativi, la curva HVSR può essere considerata piatta.*
- 2. Se esiste un solo massimo significativo all'interno dell'intervallo 0.5-20 Hz, il valore di f_0 è quello corrispondente a questo massimo.*
- 3. Se esiste più di un massimo significativo all'interno dell'intervallo 0.5-20Hz si possono utilizzare i diversi valori di frequenza corrispondenti a questi massimi e valutare i corrispondenti valori di FA: si sceglierà come valore rappresentativo di FA quello maggiore fra quelli determinati in questo modo.*

Nelle situazioni morfologicamente complesse (siano esse suscettibili di amplificazione stratigrafica o no) è possibile effettuare una prima stima del fattore di amplificazione legato ad effetti legati alla topografia. Viene proposta allo scopo una procedura semplificata

I valori di FA stimati mediante questa procedura servono solo per segnalare la possibile presenza di effetti morfologici e la conseguente possibile inapplicabilità degli abachi (per esempio quando il valore di FA per effetto morfologico supera quello previsto dall'abaco). Questo tipo di situazione va segnalato nella relazione con l'indicazione della necessità di ulteriori livelli di approfondimento da rimandare a studi successivi.





Zona 2001	Zona 2002	Zona 2003	Zona 2004	Zona 2005
FA = 1.8	FA = 1.4	FA = 2.3	FA = 1.5	FA = 1.5

Substrati geologici

<p>Zona 2001</p> <p>2001</p>	<p>Zona 2002</p> <p>2002</p>
<p>Terreni di copertura, sovrastanti il substrato 2001 o 2002</p>	
<p>Zona 2003</p> <p>2003</p>	<p>Zona 2004</p> <p>2004</p>
<p>Zona 2005</p> <p>2005</p>	

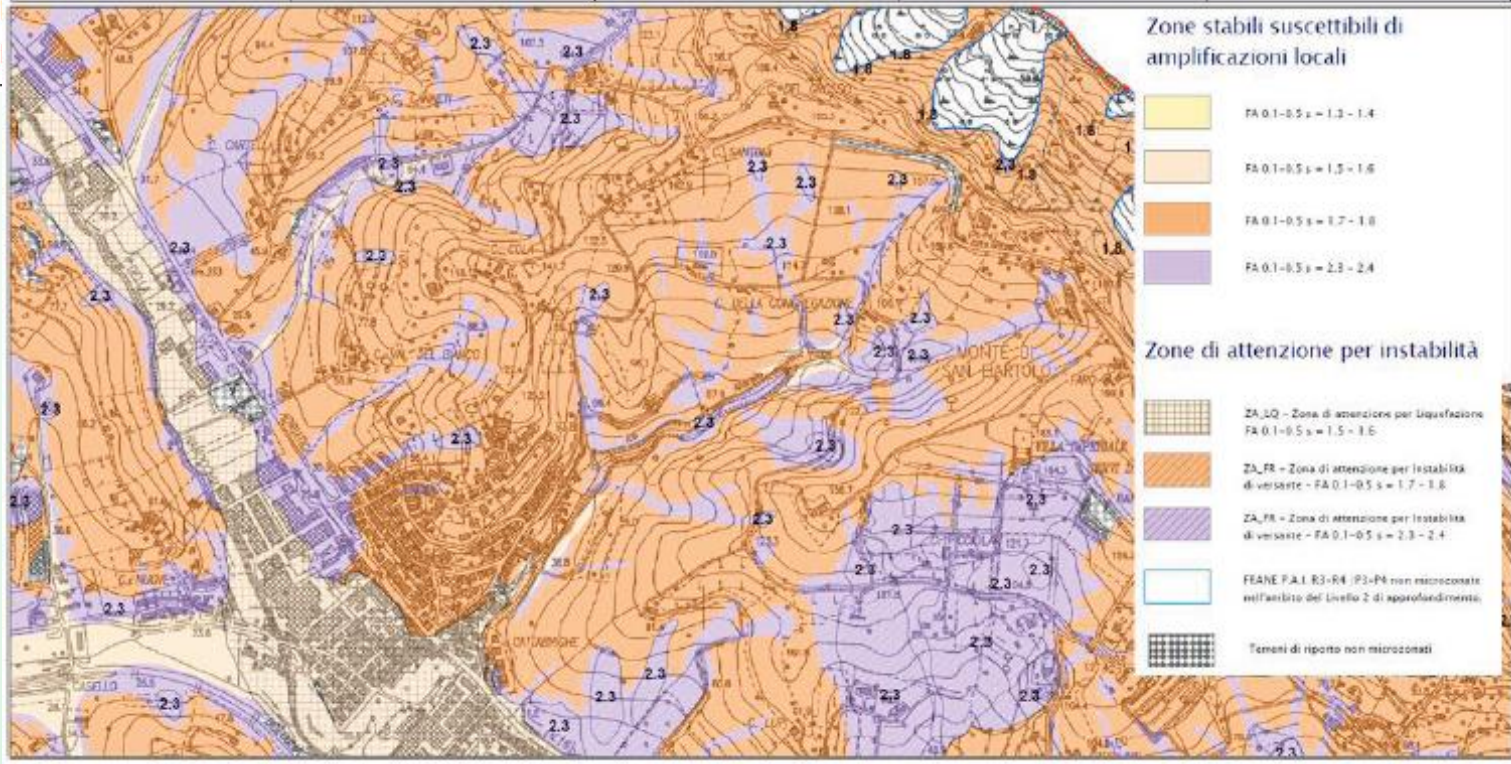
Zona 1 - Substrato geologico caratterizzato da alternanza di litotipi, stratificato, nello specifico:
Formazione a Colombacci, Membro delle Arenarie del Borello, Formazione di San Donato, Gruppo Gessoso-Solfifera, Formazione dello Schier, Formazione di Tripoli.

Zona 2 - Substrato geologico coesivo sovraconsolidato, stratificato, nello specifico: Formazione delle Argille Azzurre.

Zona 3 - Caratterizzata da limi argillosi di origine eluvio-colluviale, con spessori di pochi metri.

Zona 4 - Caratterizzata da terreni composti da limi e argille e/o sabbie limose argillose con spessori variabili da 6 a 15 m circa, sovrastanti terreni ghiaiosi con spessori variabili da 15 a 30 m circa.

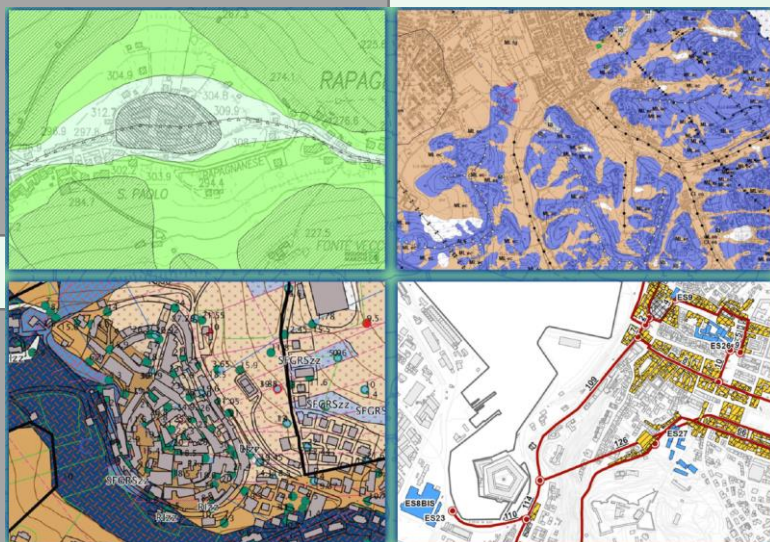
Zona 5 - Caratterizzata da sabbie pulite o sabbie ghiaiose sovrastanti strati di ghiaie, con spessori variabili da 10 a 30 m circa.



La carta dei fattori di amplificazione permette una valutazione quantitativa dei livelli di **pericolosità sismica relativa** fra le diverse parti del territorio

A proposito della Microzonazione di Livello II, vanno sottolineate alcuni aspetti importanti

1. Sebbene sia estesa a tutte le MOPS, le stime fornite sono realistiche solo per situazioni effettivamente approssimabili ad una configurazione unidimensionale ovvero caratterizzata da eterogeneità solo verticali nel profilo di velocità delle onde S. Nelle altre situazioni, i valori forniti possono rappresentare solo una prima stima preliminare dei fenomeni attesi e le relative MOPS vanno segnalate per studi più approfonditi (Livello III)
2. Laddove presente, il fattore di amplificazione morfologico va considerato solo per una prima valutazione da confrontare con il fattore stratigrafico. Laddove il primo superasse il secondo, la MOPS andrebbe segnalata per studi più approfonditi (Livello III)
3. Nelle zone instabili, la stima del valore di FA è solo propedeutica a studi di Livello III finalizzati alla valutazione della effettiva suscettibilità relative al fenomeno co-sismico identificato al primo livello di approfondimento



GRAZIE PER L'ATTENZIONE