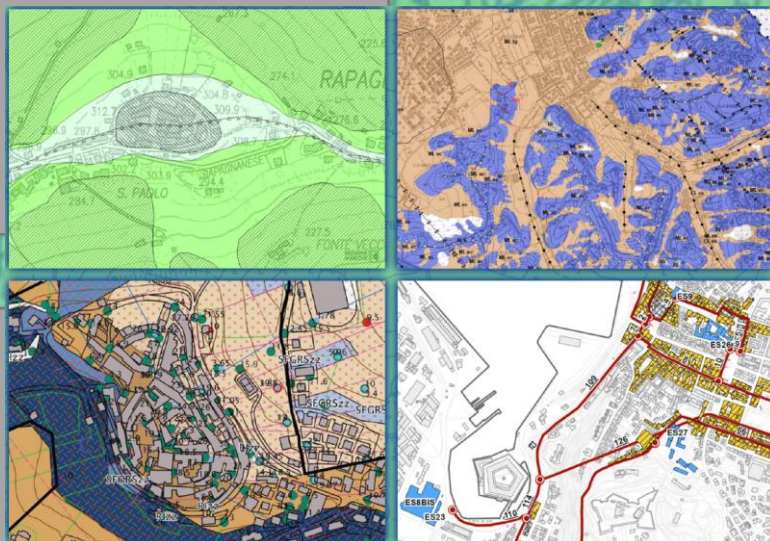




# LA MICROZONAZIONE SISMICA DELLE MARCHE

10 Anni di attività  
un'esperienza condivisa



*Giovedì 1 dicembre 2022*  
*Auditorium Mole Vanvitelliana ANCONA*

**PRIME ESPERIENZE DI MICROZONAZIONE  
E CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE MARCHE**

**MASSIMILIANO STUCCHI**, un tempo a CNR e INGV  
*Ora associato alla Sezione di Bologna, Istituto Nazionale di Geofisica  
e Vulcanologia*

**Questo intervento riguarda iniziative che si sono svolte dal 1972 ai primi anni del 2000.  
Qualche riferimento cronologico:**

- |                  |  |
|------------------|--|
| <b>1972</b>      | <b>Terremoti di Ancona: a seguire installazione rete sismometrica di Ancona</b>  |
| <b>1978</b>      | <b>Avvio microzonazione Ancona e studi storici nelle Marche</b>                  |
| <b>1979</b>      | <b>Terremoto di Norcia, avvio rete sismometrica marchigiana (Macerata)</b>       |
| <b>1980-1984</b> | <b>Terremoto Irpinia-Basilicata e riclassificazione sismica, Marche comprese</b> |
| <b>1982-1986</b> | <b>Indagini sismiche preliminari e Direttiva Regione Marche</b>                  |
| <b>1988</b>      | <b>Variante generale al PRG di Ancona</b>  |
| <b>1997</b>      | <b>Terremoti di Colfiorito; a seguire microzonazioni in 6 Comuni</b>             |
| <b>2003</b>      | <b>OPCM 3274 e riclassificazione sismica delle Marche</b>                        |
| <b>2004-2008</b> | <b>Modello di pericolosità sismica MPS04, OPCM, NTC08</b>                        |

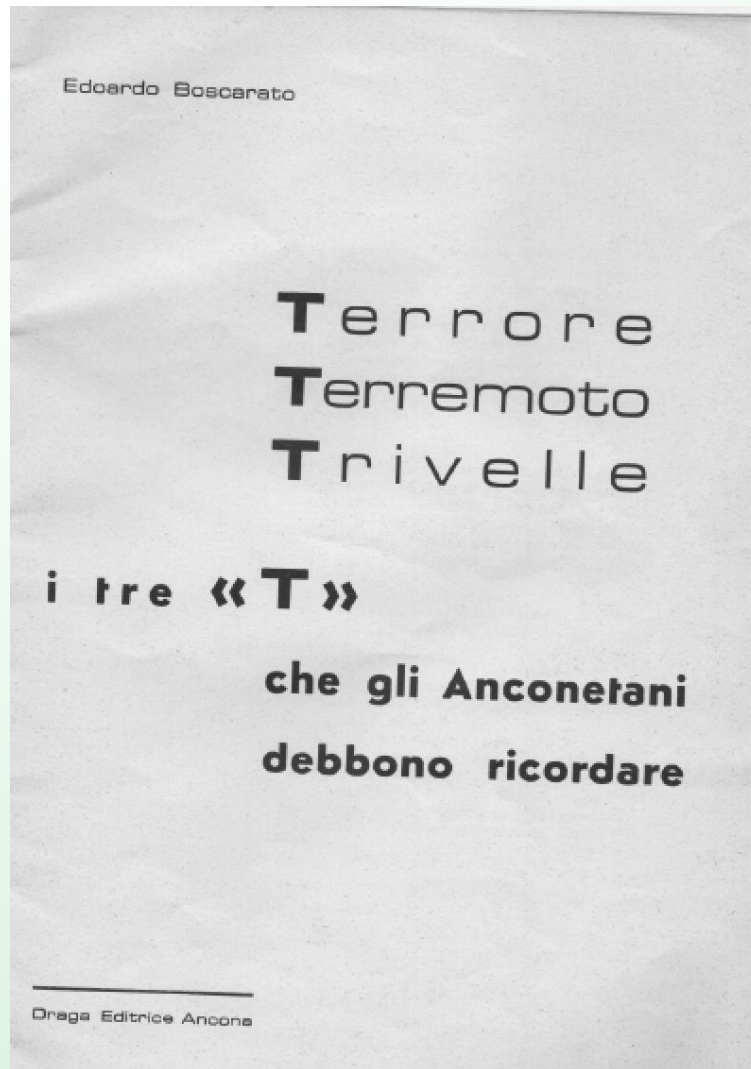
## 1972. Epicentri della sequenza



Da Console et al. 1973

Da ITACA, ovvero catalogo PFG

## 1972, 10-11 luglio. Conferenza internazionale sulla sequenza sismica dell'Anconetano



### The Ancona, Italy Earthquake Swarm, 1972

Carl Kisslinger

Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences\*  
University of Colorado  
Boulder, Colorado 80302

#### ABSTRACT

The earthquake sequence that began in January, 1972 at Ancona, Italy is a typical swarm, with maximum magnitudes of 4.4 – 4.9. Peaks of activity occurred on February 4 - 6 and June 14 - 18. The widespread superficial damage to buildings and the long duration of the activity caused severe anxiety among the population, with serious consequences for the community, beyond the direct effects of the earthquakes.

The third conclusion called for detailed seismic zoning studies in the region, the installation of more complete instrumentation for micro-earthquake studies, and a systematic program of building inspections to determine the degree of damage. The final conclusion was concerned with long-term research needs and the importance of the data from the Ancona earthquakes for fundamental scientific studies.

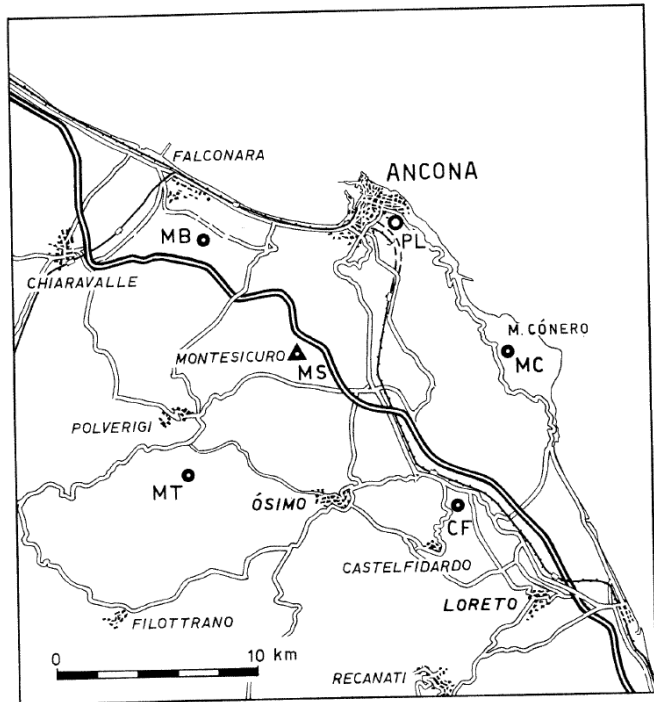


Fig. 3 - Map of Ancona area showing the sites of the stations.

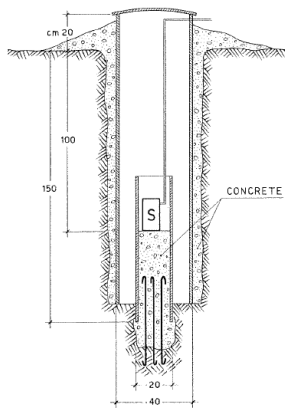


Fig. 4 - The lodging of a seismic outstation.

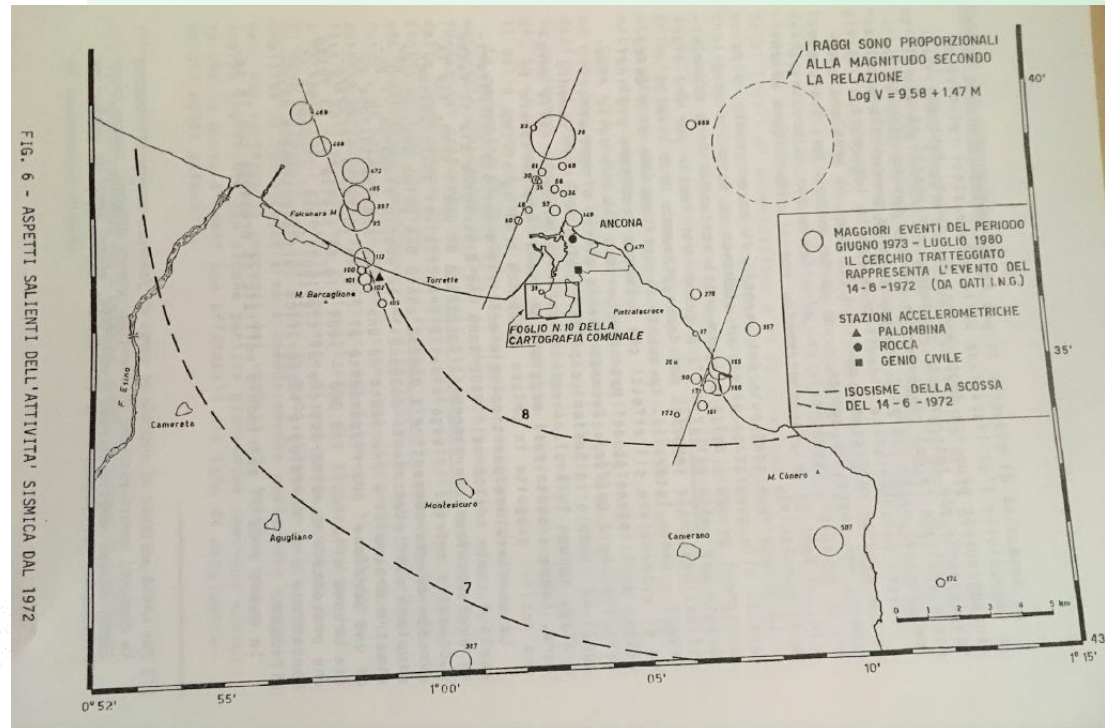


FIG. 6 - ASPETTI SALIENTI DELL'ATTIVITA' SISMICA DAL 1972

**La rete sismometrica (antisismica !)  
del CNR 1973-1979**

## **1976-1980 La microzonazione di Ancona**

**Dato che la sismicità era diventata scarsa, il CNR (Milano) propose al Comune di Ancona qualcosa di più utile. Venne stipulata una convenzione con le seguenti caratteristiche**

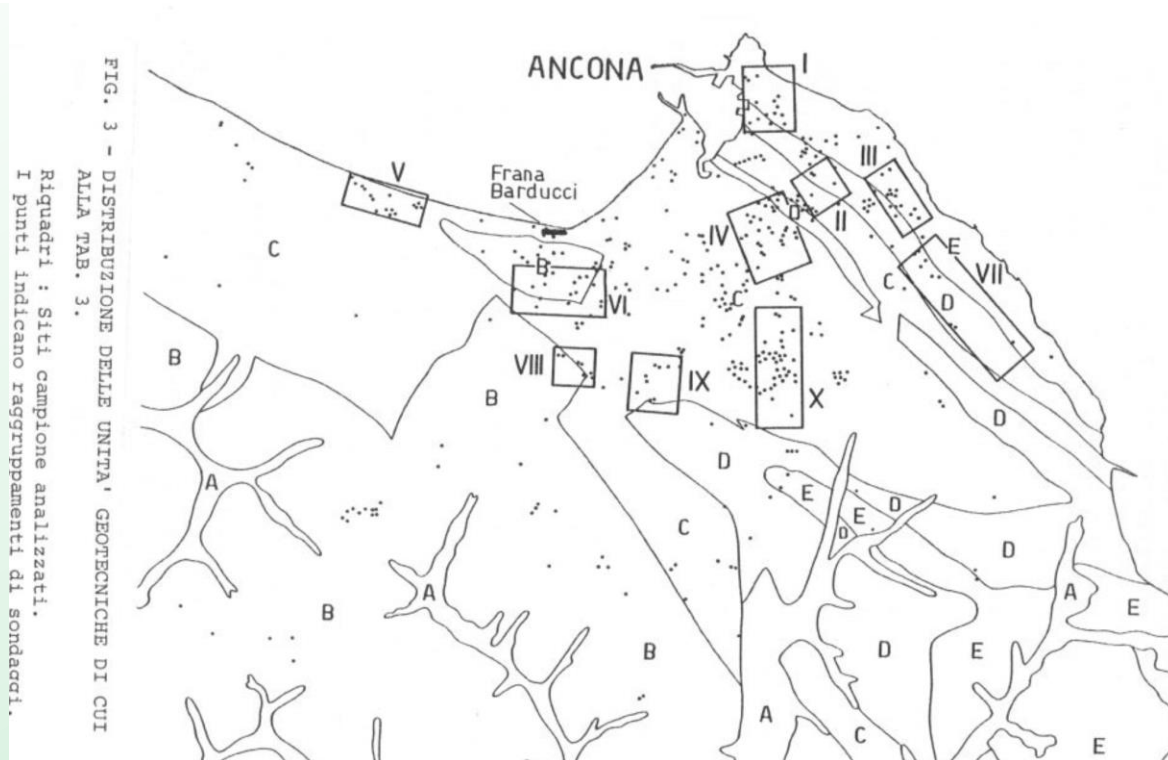
Caratteristica della Convenzione era il basso onere a carico degli Enti Locali, reso possibile da due fattori:

- la scelta di puntare molto sul recupero di risultati di indagini già eseguite, anche se generalmente con altri fini;
- la destinazione a questa ricerca di una quota dei fondi del Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG), nel frattempo avviatosi presso il C.N.R., assegnati all'Unità Operativa 2.4.l. presso l'IGL.

**I risultati furono presentati a Ancona nel maggio 1980 e pubblicati nel 1981**

## Risultati principali: geologia

- I) raccolta delle informazioni geologiche disponibili dell'area indagata, a partire dalle relazioni geologiche effettuate a fini di progetti edilizi (circa un migliaio);
- II) messa a punto e qualificazione di un data base del sottosuolo finalizzato alla caratterizzazione geotecnica e geofisica dei terreni;
- III) analisi geologica e geotecnica, che ha escluso differenze di risposta sismica operativamente significative dei vari litotipi e la presenza di zone potenzialmente liquefacibili alla luce dei parametri presi in esame;



Anche indagini geofisiche elettriche  
(con piccoli inconvenienti...)  
per la determinazione del bedrock

**Risultati principali, 2.** Analisi del danneggiamento verificatosi in occasione dei terremoti del 1972, con particolare riferimento a una specifica area urbana e a circa 370 edifici dell'area periurbana. Questa analisi non ha evidenziato zone a particolare concentrazione di danno

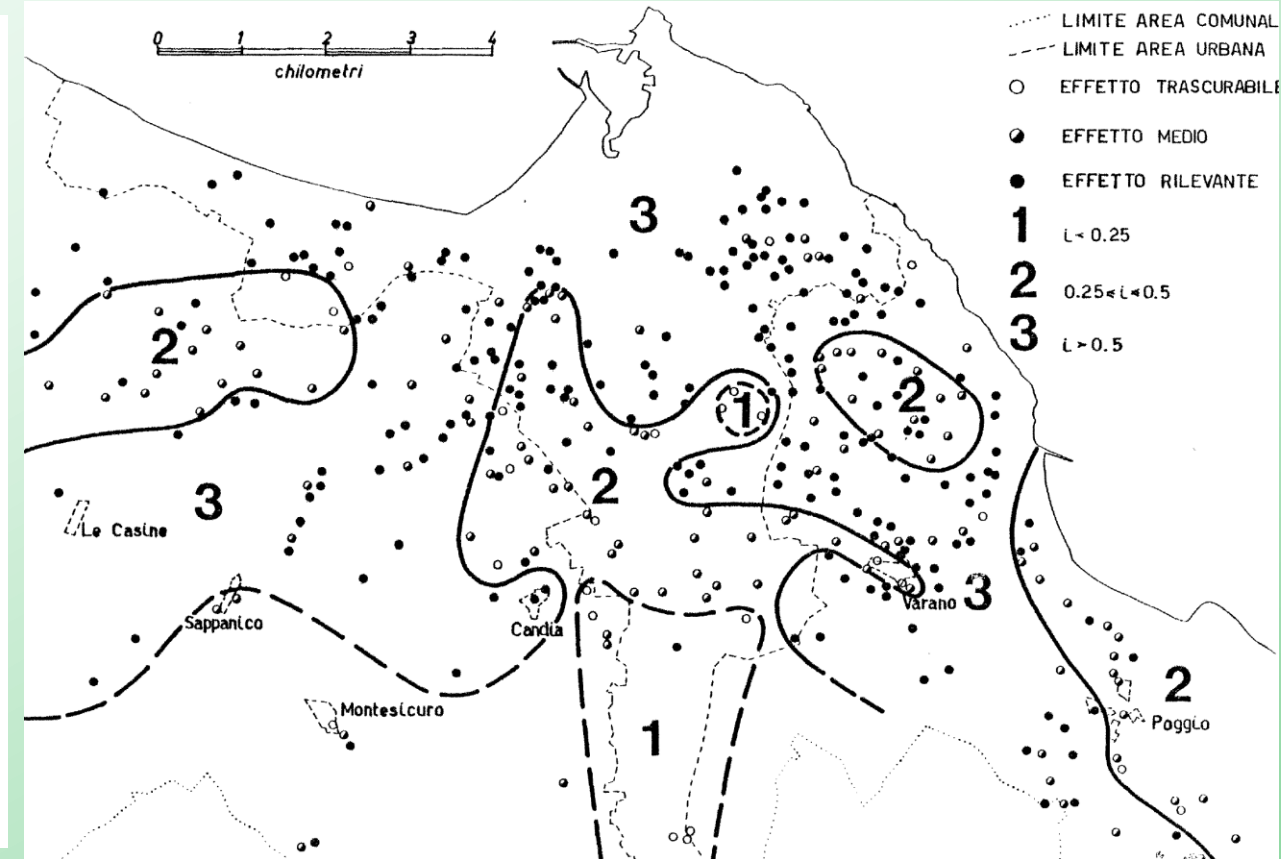
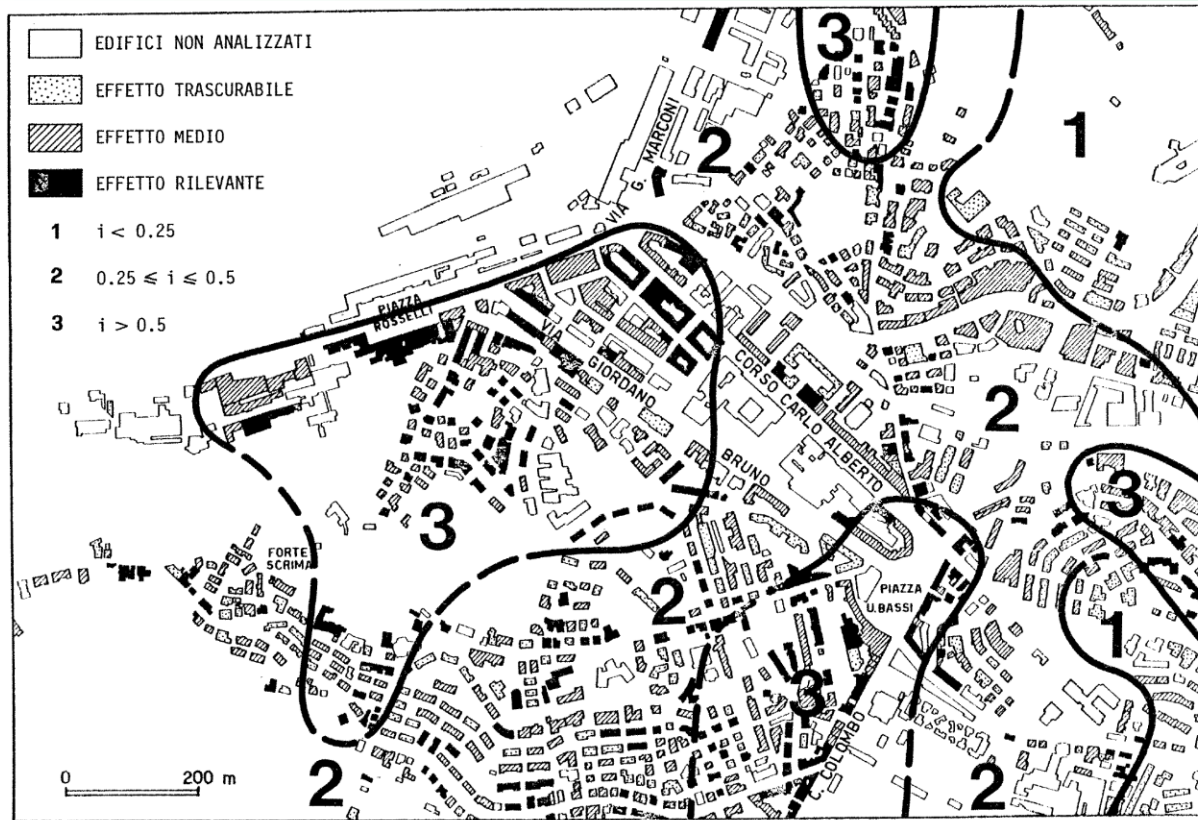


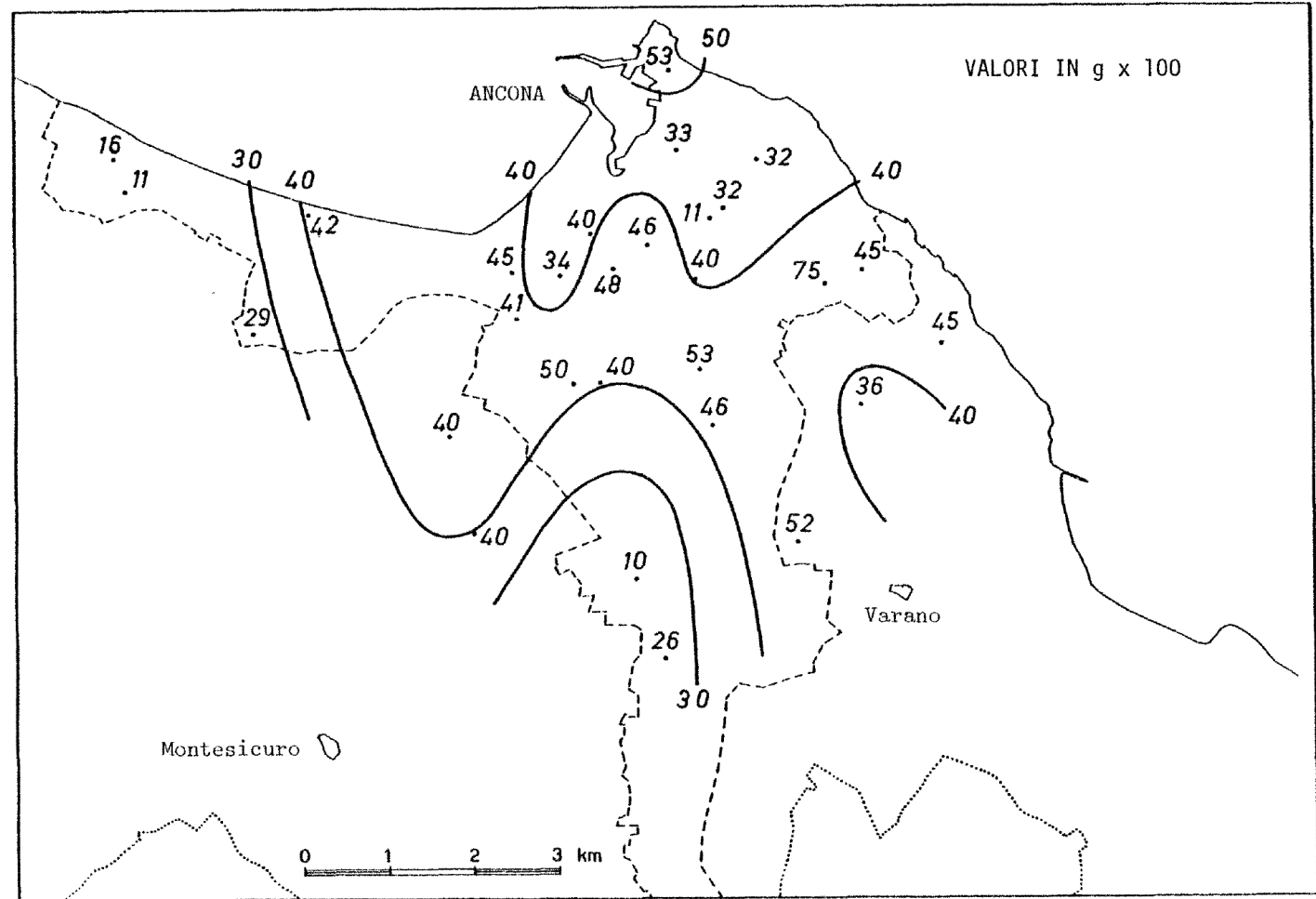
FIG. 8 - FOGLIO 10 - DISTRIBUZIONE DEGLI EFFETTI



## Risultati principali, 3

- elaborazione della registrazione accelerometriche del terremoto del 14 giugno 1972, caratterizzata da alti valori ad alte frequenze;
- Valutazione dell'amplificazione sismica con programmi di calcolo basati su modelli di tipo viscoelastico 1D e 2D a elementi finiti;
- Stima del terremoto di riferimento, impiegato come input per la valutazione dell'amplificazione sismica, in base a considerazioni sismotettoniche e alle registrazioni accelerometriche del sisma del 1972.

FIG. 14 - TERREMOTO DELLE 20.56' DEL 14-6-72 : ACCELERAZIONI MASSIME



**Proposta di modifica agli spettri previsti dalla normativa sismica di allora, per renderli più coerenti con gli scuotimenti attesi.**

La legge 64/74 che il relativo DM 03/03/1975 non prevedevano modifiche della forma dello spettro di progetto.

Lo spettro di progetto delle norme era basato su registrazioni accelerometriche di un terremoto californiano, poco realistico per la sismicità italiana e in particolare per quella anconetana.

L'adozione dello spettro proposto avrebbe comportato, sulla base di precedenti indagini (Grandori e Petrini, 1977), l'adozione di criteri di protezione antisismica con costi aggiuntivi di circa 7-9 % per edifici fino a circa 4 piani ( $T_0 < 0.4$  sec), identici ai costi richiesti per la I categoria, e del 4-6 % per edifici più alti.

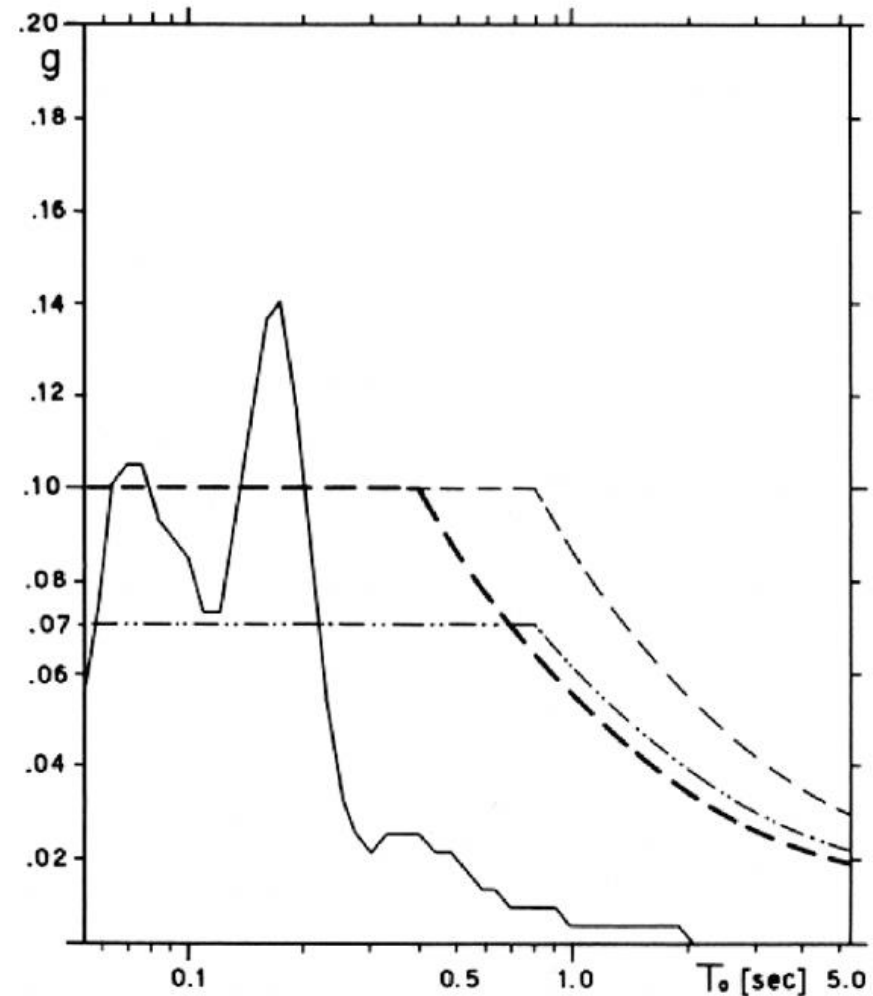


Figura 3.1: Spettro di risposta della componente N-S della registrazione di Ancona-Rocca, con smorzamento del 5% (linea a tratto continuo), spettri di prima e seconda categoria e spettro proposto (linea tratteggiata in grassetto). Ai fini del confronto dei risultati le

**Novembre 1979**

**La prima stazione sismica non anconetana della RSM (Rete sismometrica Marchigiana);  
Monte Piselli, Ascoli Piceno**



## Terremoto di Irpinia e Basilicata, 1980. Riclassificazione sismica e 'microzonazioni urgenti'

Come ricordato nel volume in presentazione, il PFG organizzò una serie (40) di 'microzonazioni urgenti' per favorire la ricostruzione.

Mi piace ricordare qui un punto che reputo essenziale (e credo poco approfondito in generale) e cioè la valutazione dell'uso fatto (o meno) delle indagini di microzonazione.

Nell'occasione provammo a farlo per alcune località, fra cui Caposele.

E. SCIRE(\*) - L. SIRO(\*\*) - M. STUCCHI(\*\*\*) - M. GAIAZZI(\*\*\*\*)

GEO-SEISMIC INVESTIGATIONS  
AND URBAN PLANNING AFTER  
THE IRPINIA-BASILICATA 1980 EARTHQUAKE: PART 1,  
THE CASE OF CAPOSELE AND CONZA DELLA CAMPANIA

SUR LES RECHERCHES GEO-SISMIQUE  
ET LA PLANIFICATION URBANISTE  
APRES LE TREMBLEMENT DE TERRE EN 1980  
EN IRPINIA ET BASILICATA: PREMIERE PARTIE,  
LE CAS DE CAPOSELE ET CONZA DELLA CAMPANIA

### 4. CONCLUDING REMARKS

Besides quoted « a posteriori philosophy » of national seismic code about on-site ascertainments and besides some vagueness of subsequent rules, it is a pity to admit that – as already noticed [17, 21] – the adherence, itself, to un-

suitable technical recommendations by the National Geological Survey of Italy [20] could have caused the inhabited centre of Caposele to be moved from its site. Intervention by research institutions avoided such a conclusion. This fact seems to be significative of a very complex situation not only in Italy which is thought to be made by different components; some of them are exposed here, not in order of importance:

- a) scientific uncertainties;
- b) legal vagueness;
- c) absence of standards;
- d) non specialized training of consultants in the seismic hazard matter;
- e) monodisciplinary composition of consulting staff;
- f) a tendency of urban planners and of municipal administrators to underestimate (or overestimate) geoseismic hazard, and, sometimes, even to use it for forcing planning decisions.

**1982-1987 Protocollo di intesa fra GNDT e Regione Marche, gestito da una commissione mista multidisciplinare.**

Nelle Marche si pensò di effettuare lo stesso tipo di indagini del PFG (indagini sismiche preliminari) in località NON colpite da terremoto. Ne vennero scelte 5: **S. Vittoria in Matenano, Castel S. Angelo s/N, Cerreto d'Esì, Serra S. Quirico e Esanatoglia.**

L'obiettivo principale era di verificare la fattibilità e i costi di tali indagini, per poi renderle obbligatorie (o quasi) a livello di PRG e varianti generali tramite una legge regionale. Il risultato fu poi una **'direttiva'**, non particolarmente cogente.

F. DRAMIS (\*) - G. MONACHESI (\*\*) - C. PACE (\*\*\*)  
F. PERGALANI (\*\*\*\*) - M. STUCCHI (\*\*\*\*)

SEISMIC-SAFE URBAN PLANNING:  
ANALYSIS OF AN APPROACH AND SOME RESULTS  
OF THE INVESTIGATIONS CARRIED  
OUT ON SOME URBAN AREAS  
IN THE MARCHE REGION, CENTRAL ITALY

### Esanatoglia; mappa della vulnerabilità

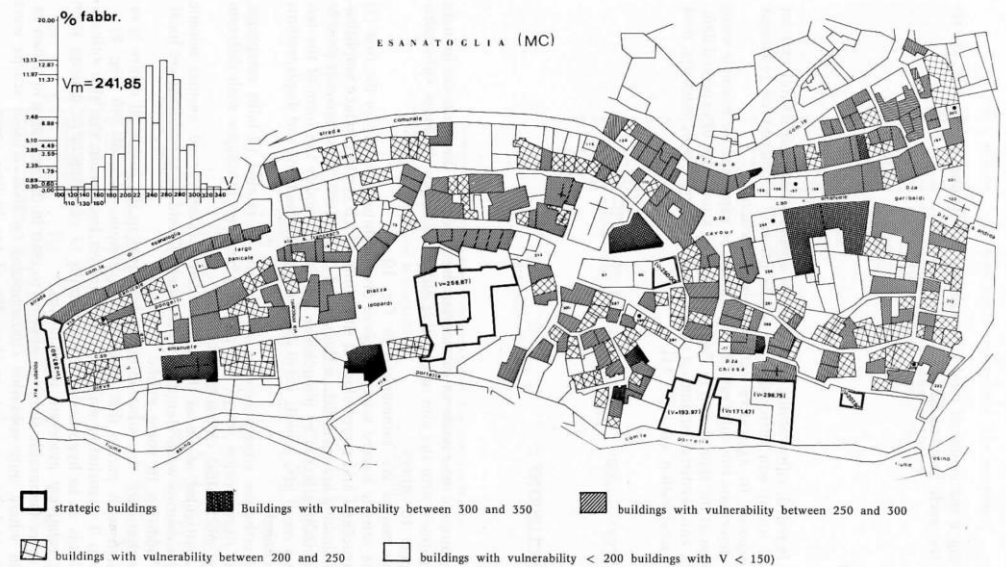


Fig. 8 - Vulnerability map.

# Carta geologica

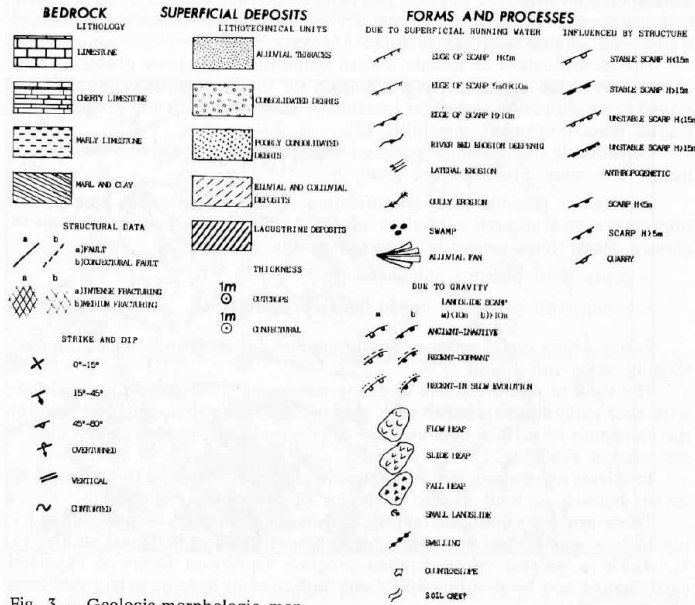
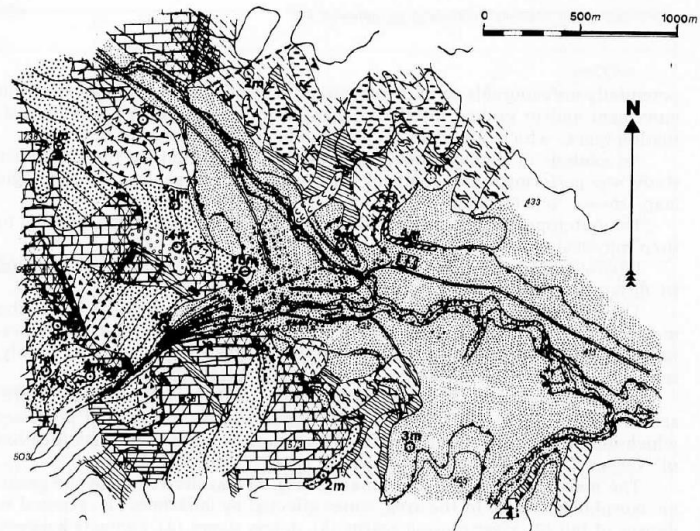


Fig. 3 - Geologic-morphologic map.

vulnerability indicators.

# Mappa di sintesi

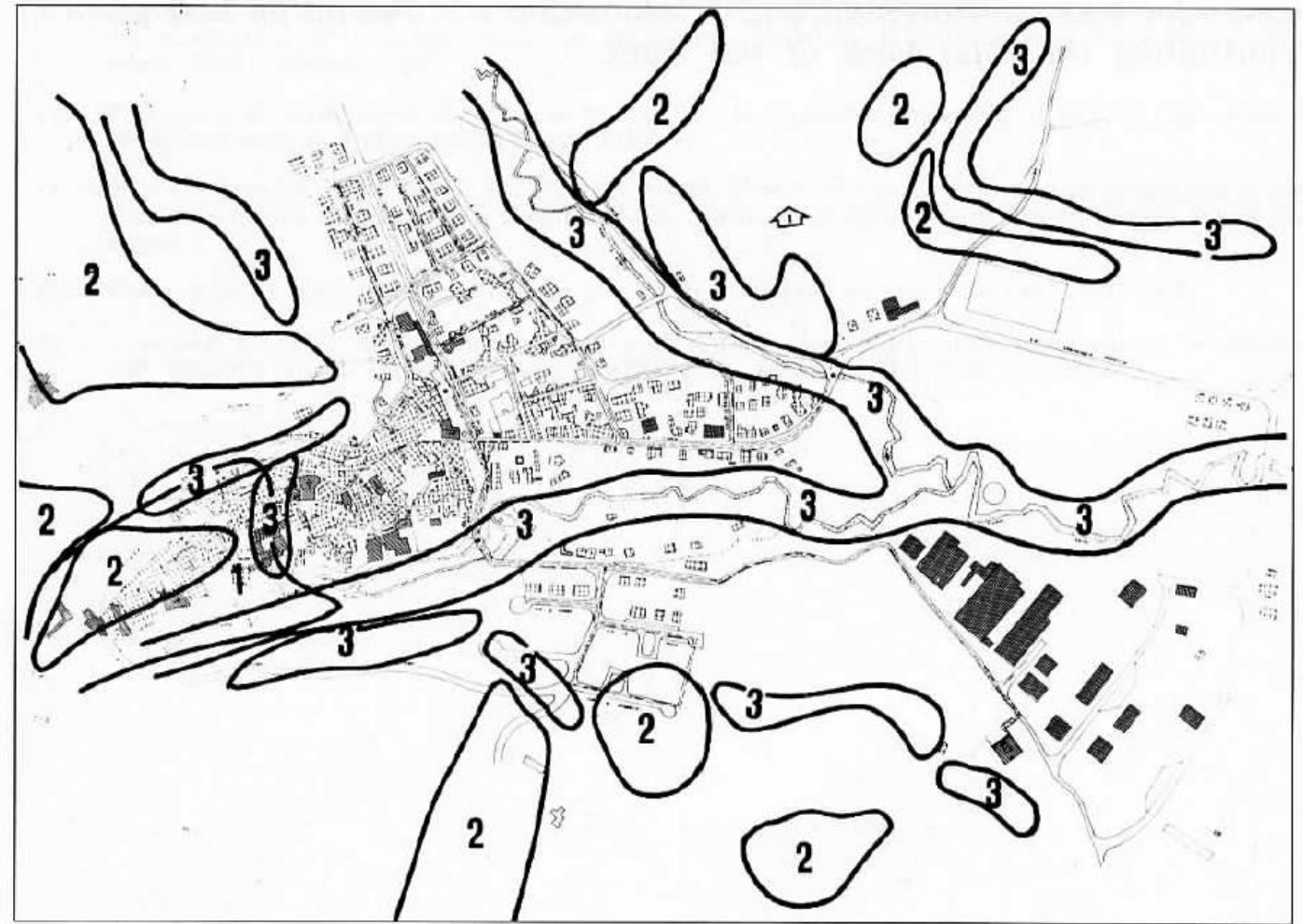
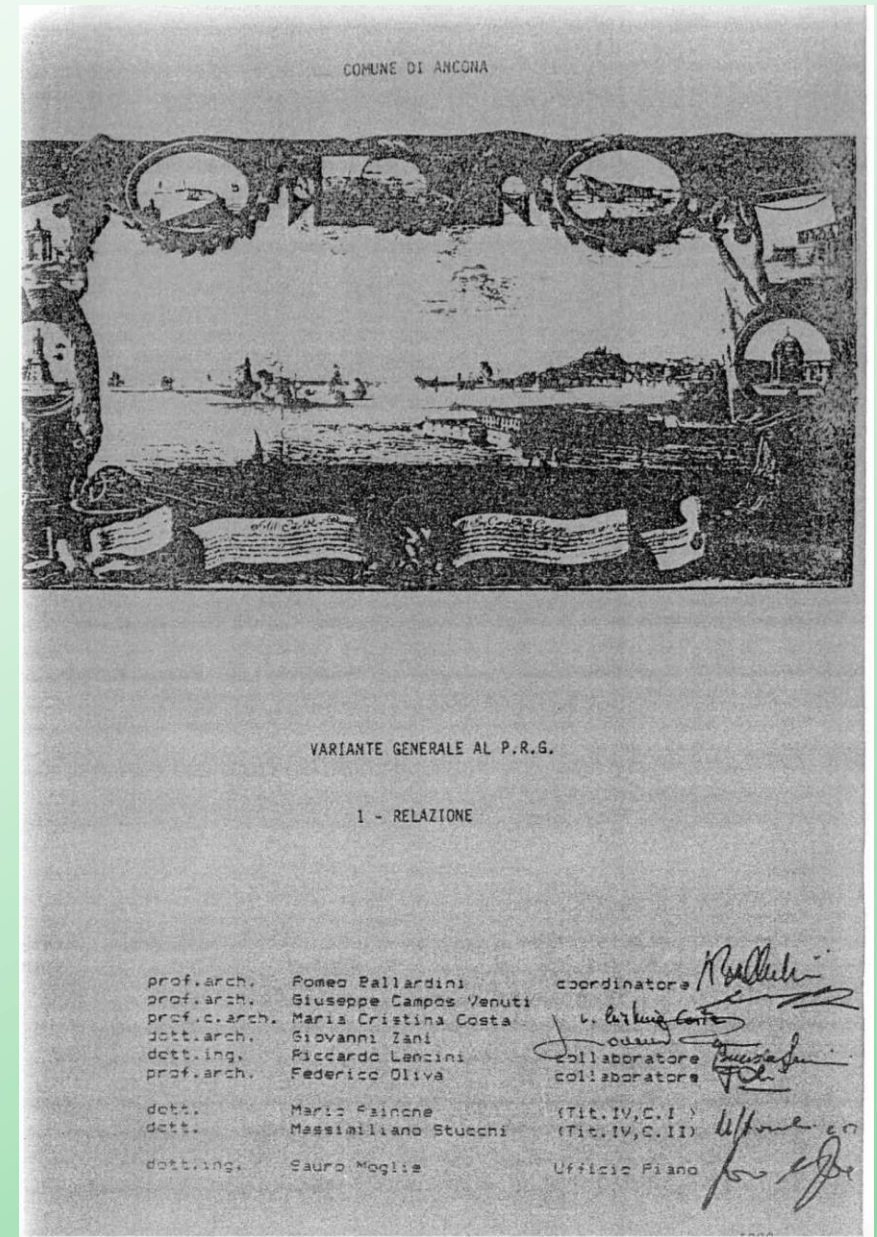
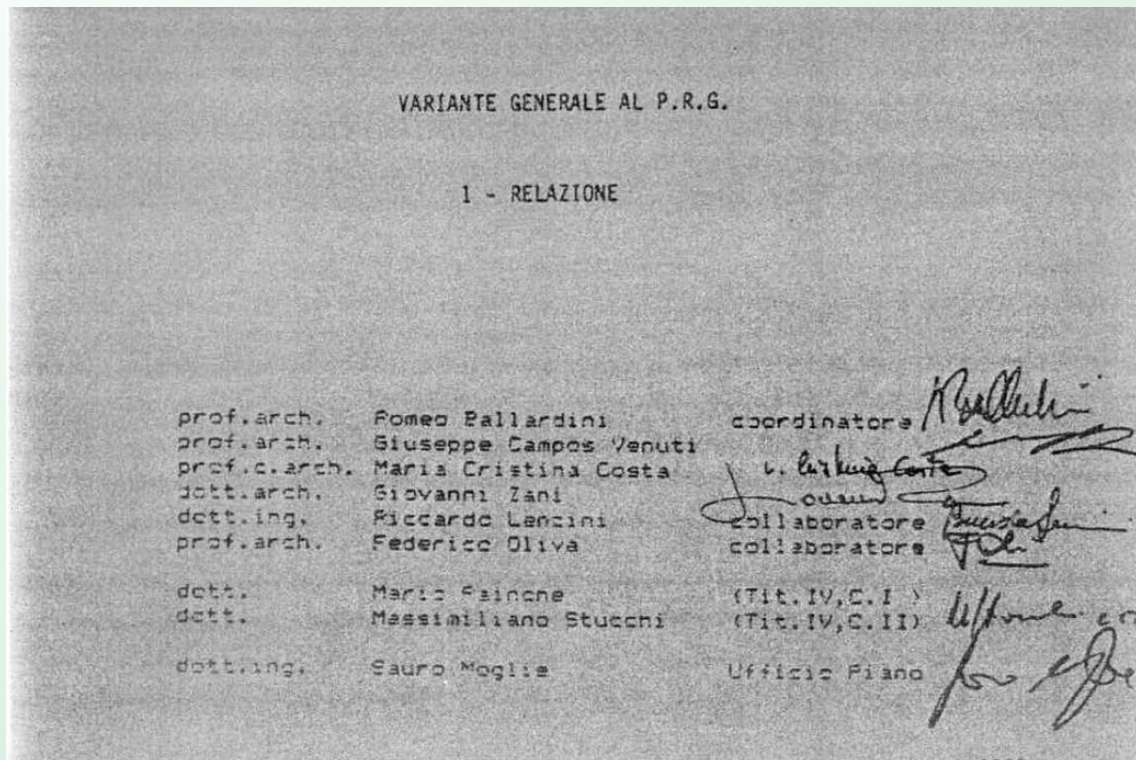


Fig. 10 - Map of synthesis.

## 1986 – 1988, Variante Generale al PRG di Ancona

Una indagine simile alle precedenti, purtroppo priva di analisi di vulnerabilità, venne eseguita per la Variante Generale al PRG di Ancona.

Anche se – onestamente – non ebbe grandi ricadute applicative, venne firmata anche da un geologo e da un sismologo



## 1997, terremoti di Colfiorito

A seguito dei terremoti che nel 1997 colpirono l'Umbria e le Marche, il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT) e il Servizio Sismico Nazionale, su invito del Sottosegretario alla Protezione Civile, individuarono, fra gli altri, Fabriano come sito su cui effettuare studi di microzonazione sismica di dettaglio.

L'obiettivo di suddividere il territorio in aree a comportamento sismico omogeneo a cui assegnare, per la determinazione delle azioni sismiche, un fattore amplificativo, che in quel caso fu deciso di assimilare al coefficiente di fondazione in ottemperanza alla vigente normativa, e di individuare le aree in cui fossero presenti terreni instabili.

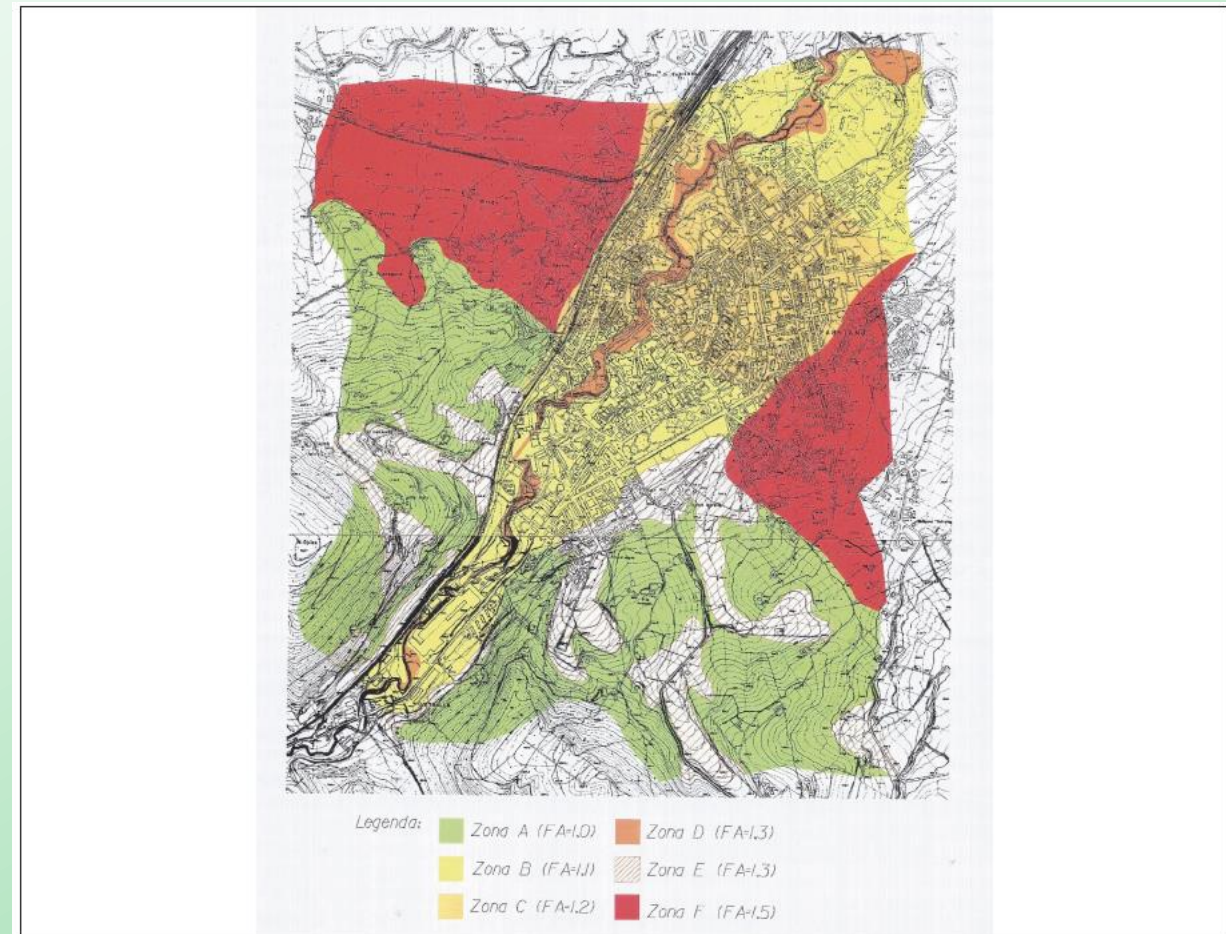


Figura 3.3: Mappa di microzonazione di Fabriano



Come naturale prosecuzione degli studi effettuati sul sito di Fabriano e nell'ambito dello stesso progetto, anche se oramai a una certa distanza dagli eventi sismici del 1997, la Regione Marche ha individuato altri 4 località (**Cagli, Serra de' Conti, Treia e Offida**) su cui eseguire la microzonazione sismica di dettaglio, seguendo la stessa metodologia adottata per Fabriano.

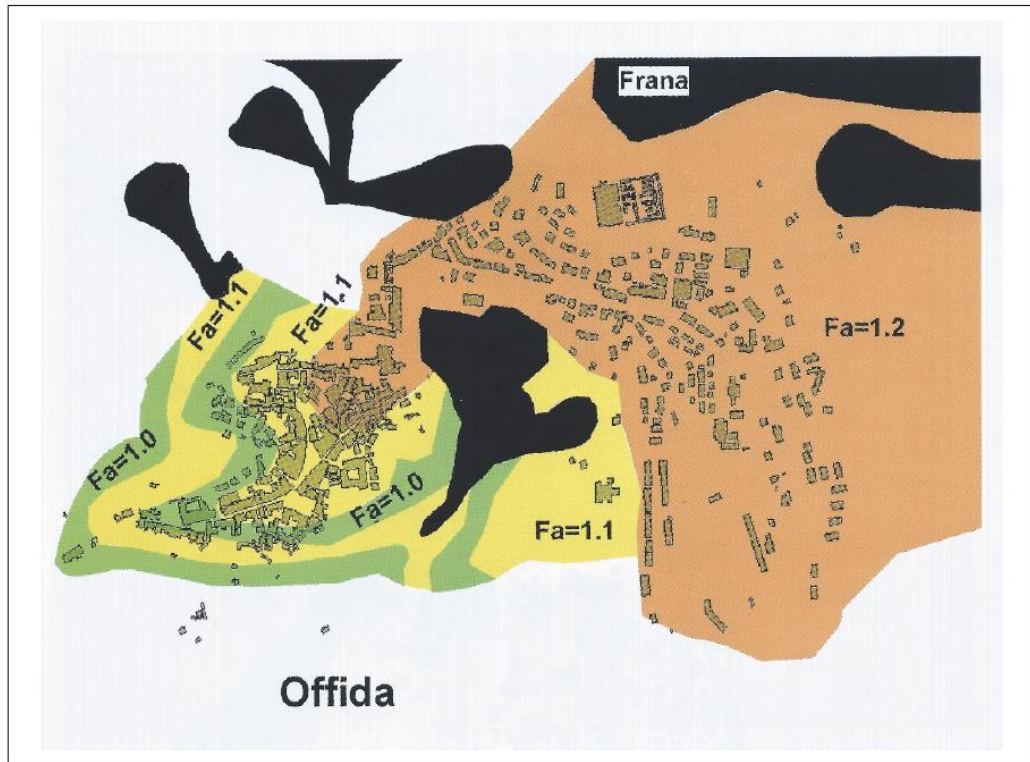


Figura 3.6: Mappa di microzonazione di Offida

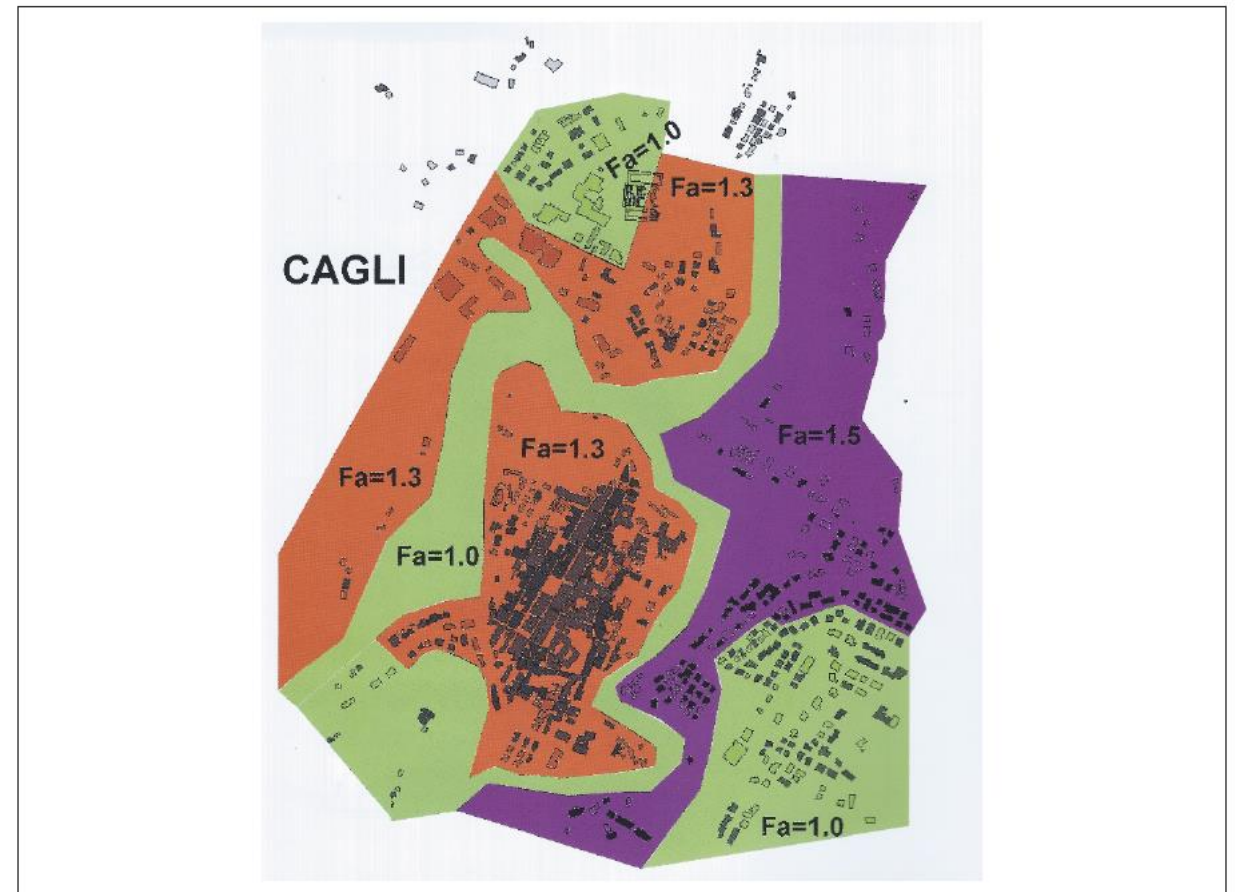


Figura 3.4: Mappa di microzonazione di Cagli

## Più tardi (2003), Senigallia

Questa microzonazione si distingue dagli studi precedenti per scopi e per le metodologie adottate.

Scopo principale era la definizione di scenari di intensità macrosismica per un'area quale la fascia costiera marchigiana, caratterizzata da una elevata densità abitativa, produttiva e infrastrutturale.

A differenza degli studi precedenti, viene fatto riferimento alla normativa appena entrata in vigore (OPCM 3274/2003) che, recependo quanto previsto dall'Eurocodice EC8, introduce criteri quantitativi per la classificazione dei terreni ai fini sismici e per la definizione delle azioni sismiche.

***E qui termina la parte «storica» delle microzonazioni nelle Marche: a partire dai terremoti del 2016 si apre la stagione degli studi «moderni»***

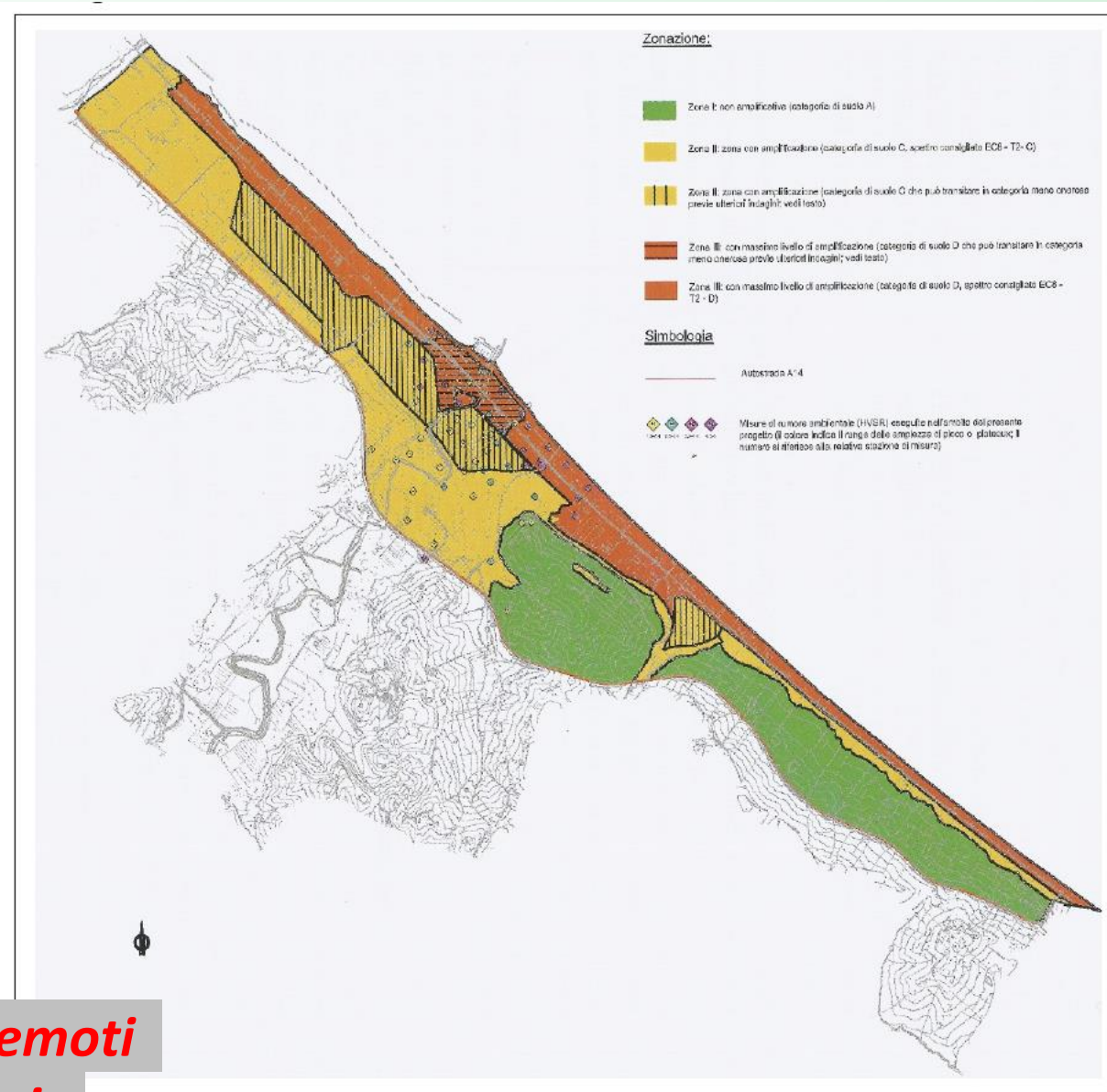
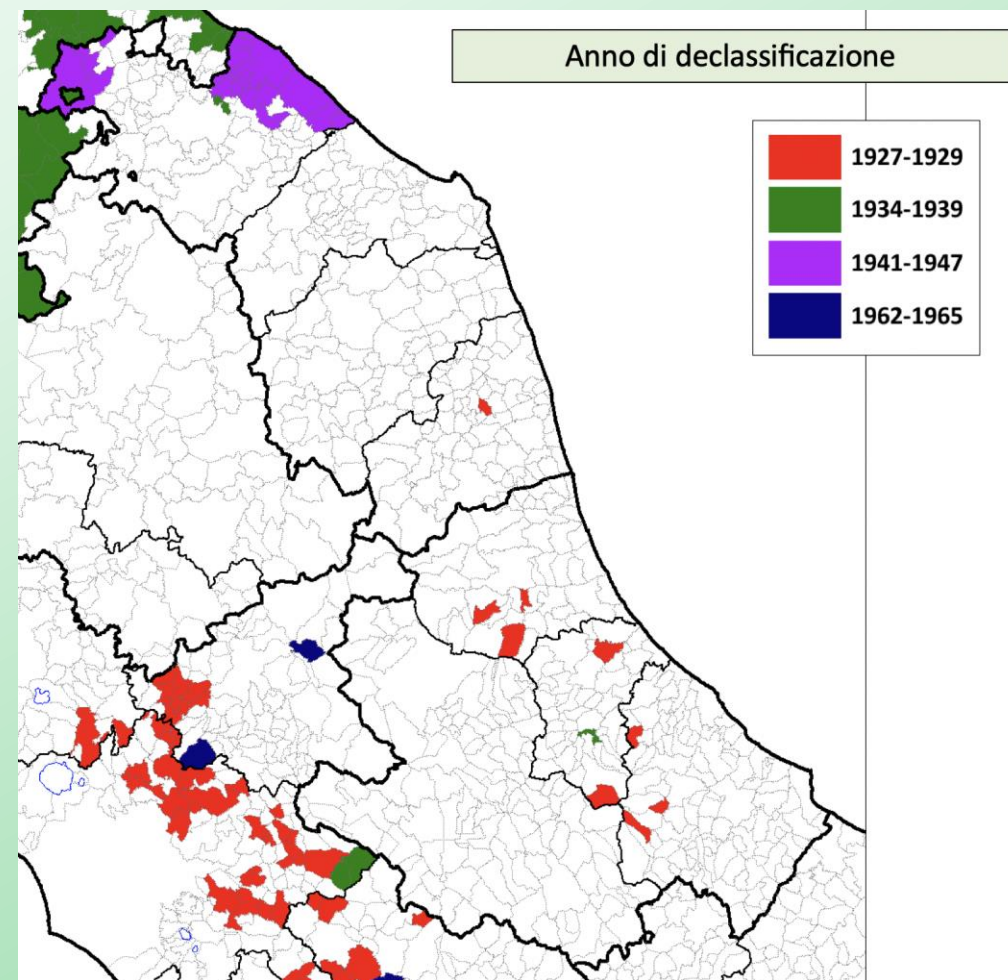
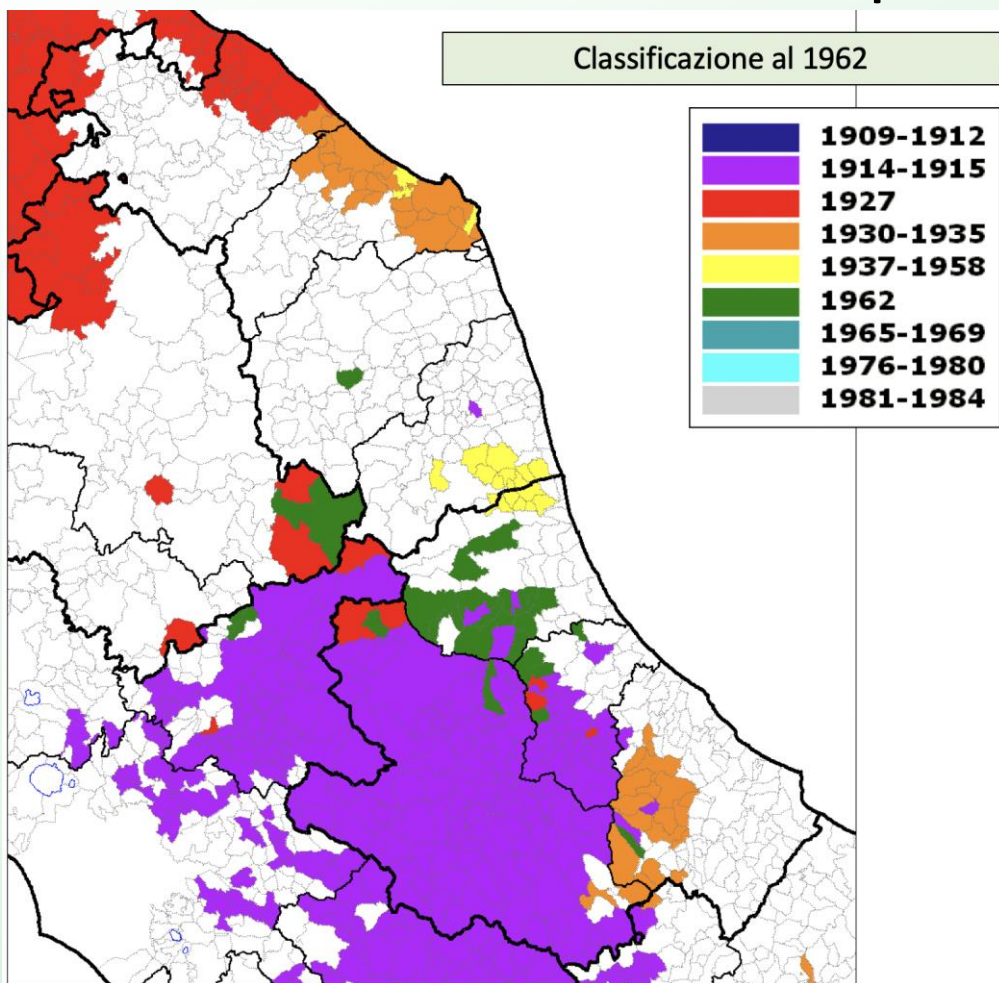


Fig. 3.8: Mappa di microzonazione di Senigallia

## Parte seconda - La classificazione sismica delle Marche fino all'avvento delle NTC08

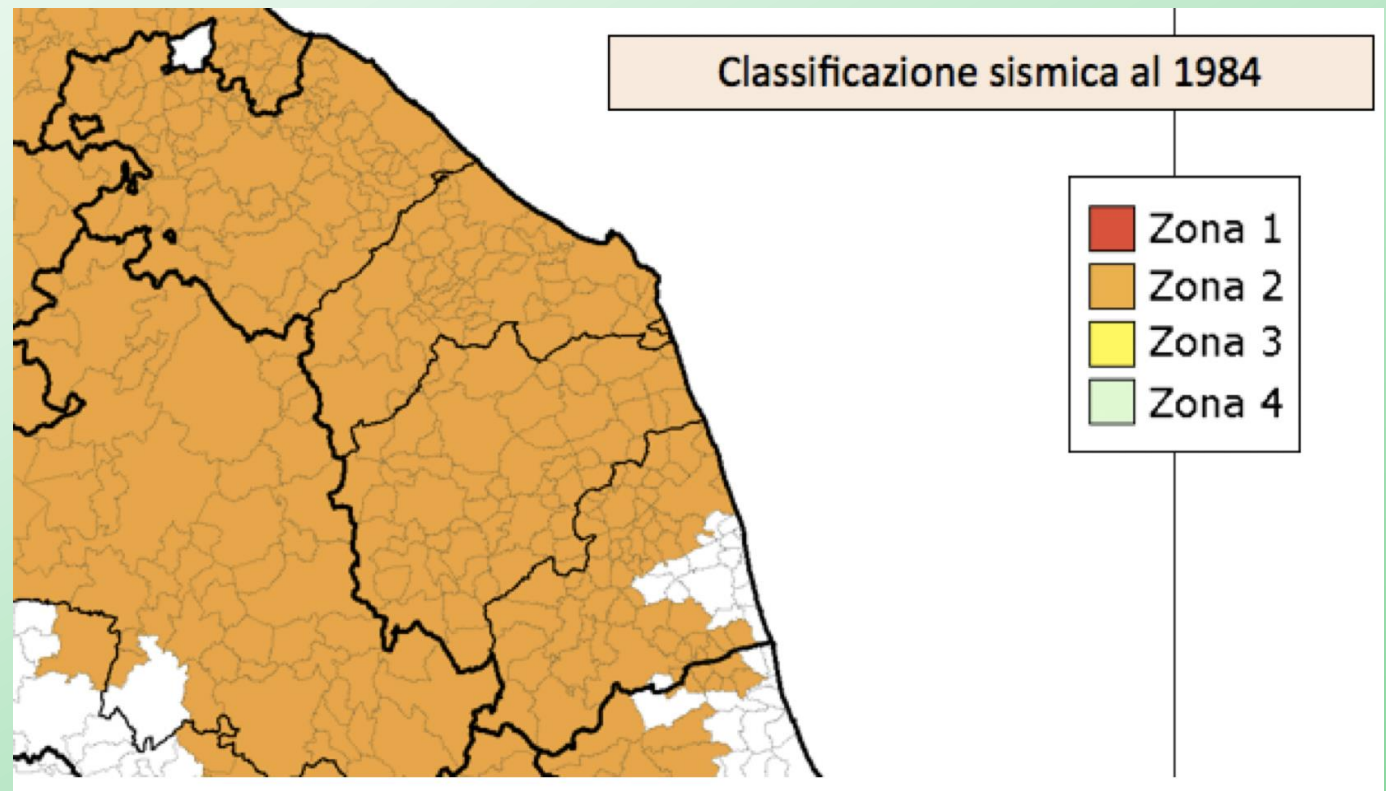
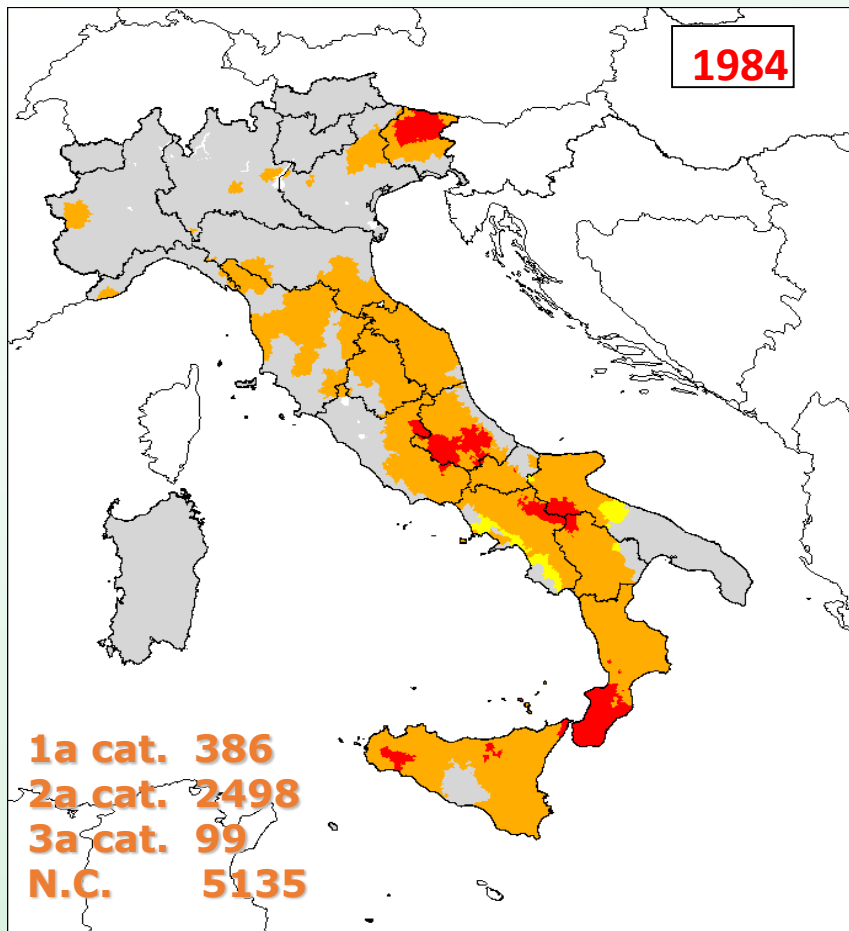
Nella figura è rappresentata la classificazione al 1962, rimasta invariata fino al 1980.

Non va dimenticato che vi furono anche dei periodi di 'declassificazione', che interessarono anche le Marche



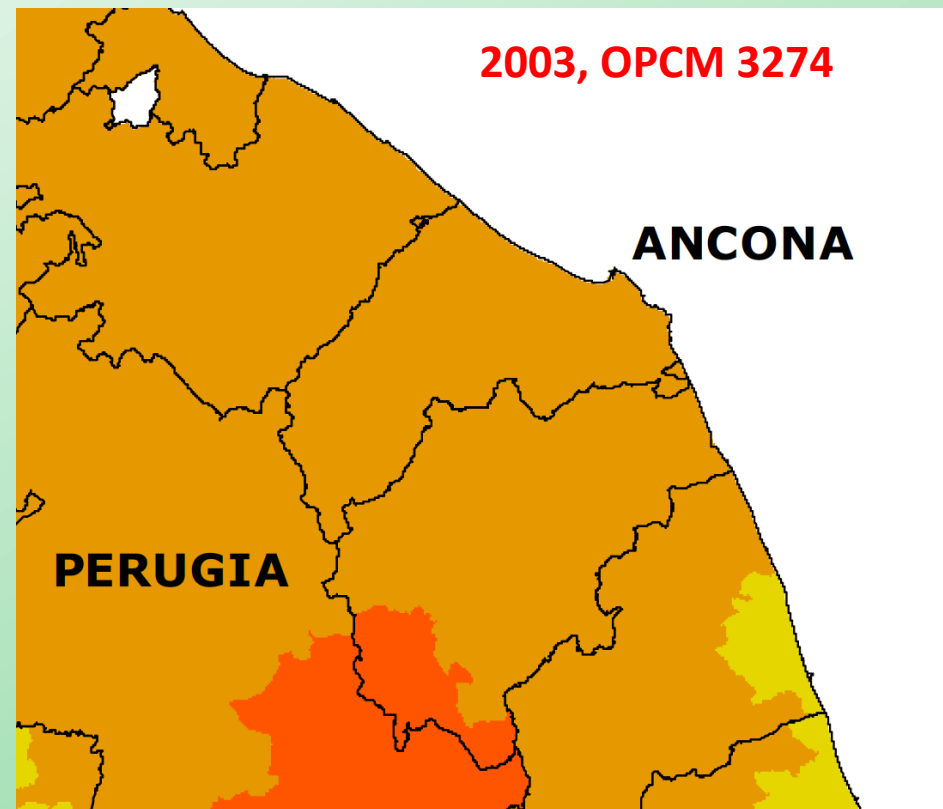
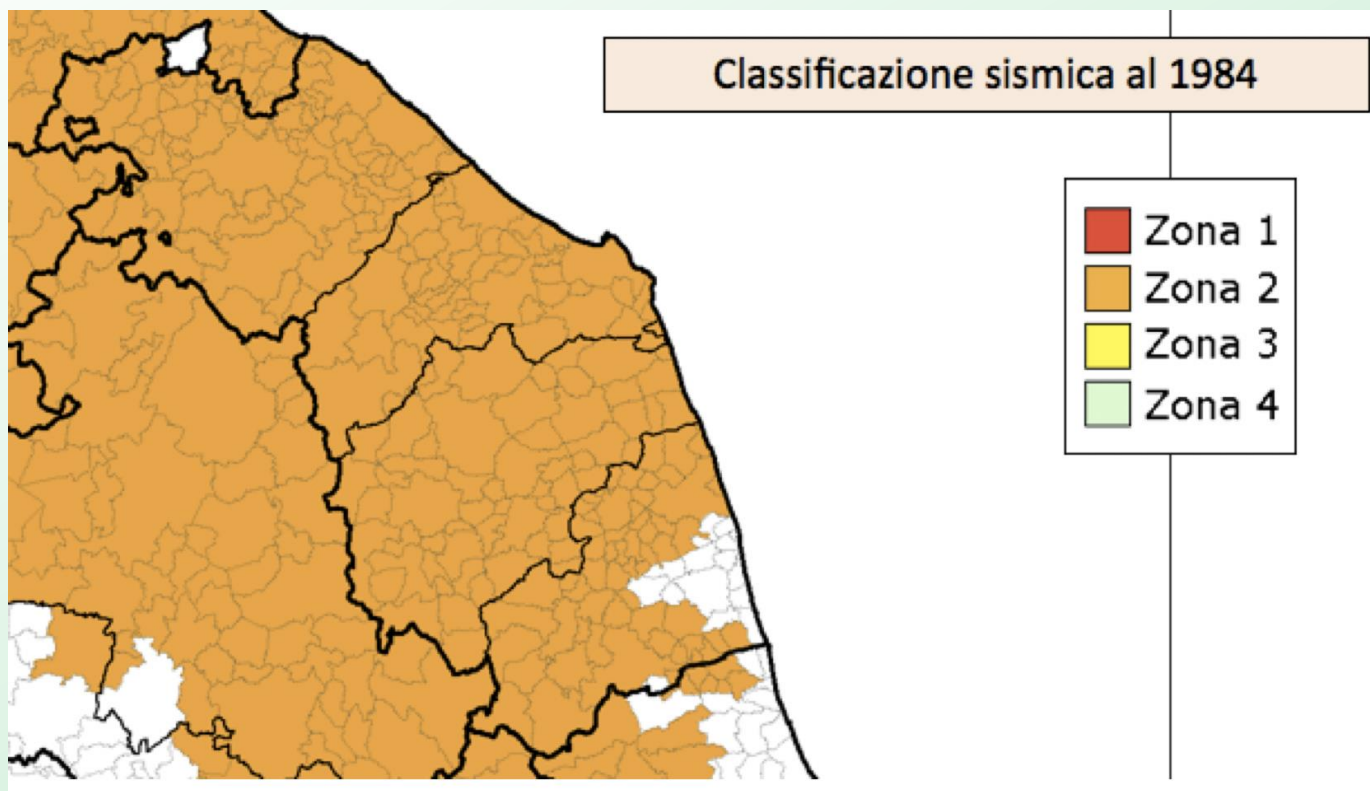
Nel 1980 , pochi giorni dopo il terremoto dell'Irpinia e Basilicata, il PFG-CNR rilascia la Proposta di riclassificazione sismica nazionale. Il Ministero dei LL.PP è 'costretto' ad accettarla.

Viene negoziata una terza categoria ma solo per le zone colpite (!). Si avvia il confronto con le Regioni e i decreti vengono approvati nel 1984 (!). Per quanto riguarda le Marche il cambiamento è importante !



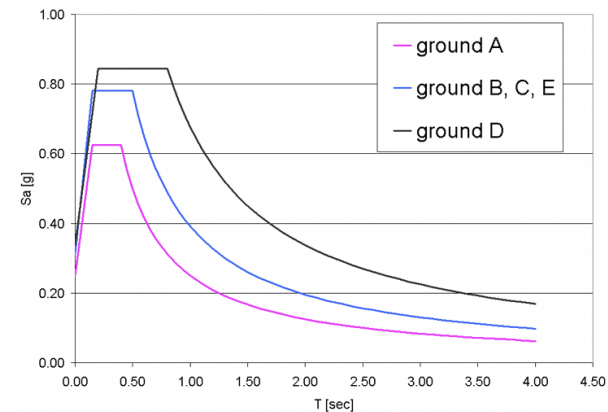
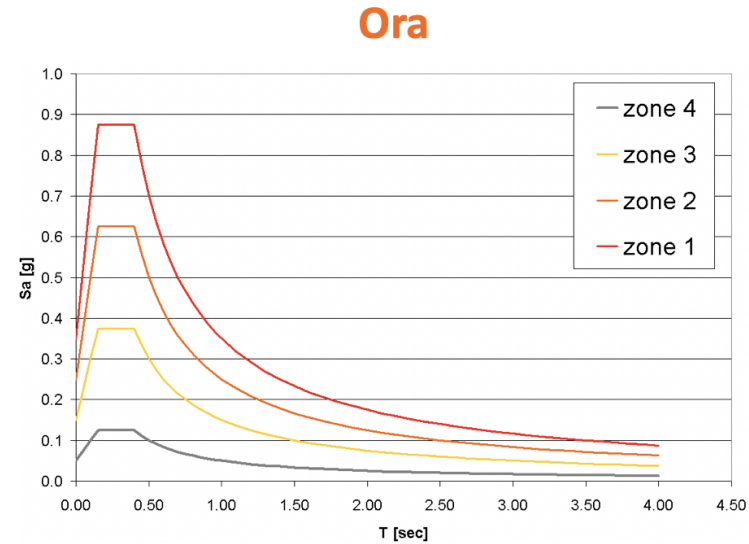
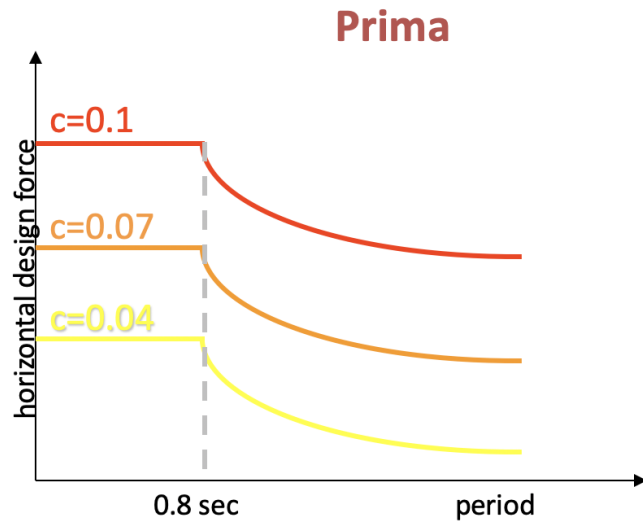
## 2003, OPCM 3274

La situazione resta ferma fino al 2003 quando viene pubblicata l'OPCM 3274/2003 che introduce novità importanti sulla normativa tecnica, sui criteri di associazione dei Comuni alle categorie sismiche e sugli spettri di riferimento da usare nelle zone stesse. Viene introdotta una quarta categoria e tutto il territorio nazionale viene associato a uno della quattro zone. Come riferimento provvisorio viene adottata una mappa di classificazione redatta nel 1998 e rimasta nei cassetti. Per quanto riguarda le Marche vengono introdotti lievi cambiamenti, che la Regione adotta senza modifiche con Delibera 1046 del 29 luglio 2003.



**Gli spettri di progetto fissati dalla OPCM 3274/2003 (prima cioè di MPS04), ben diversi dai precedenti, rimasero in vigore dal 2003 al 2009, sia pure con diverse deroghe**

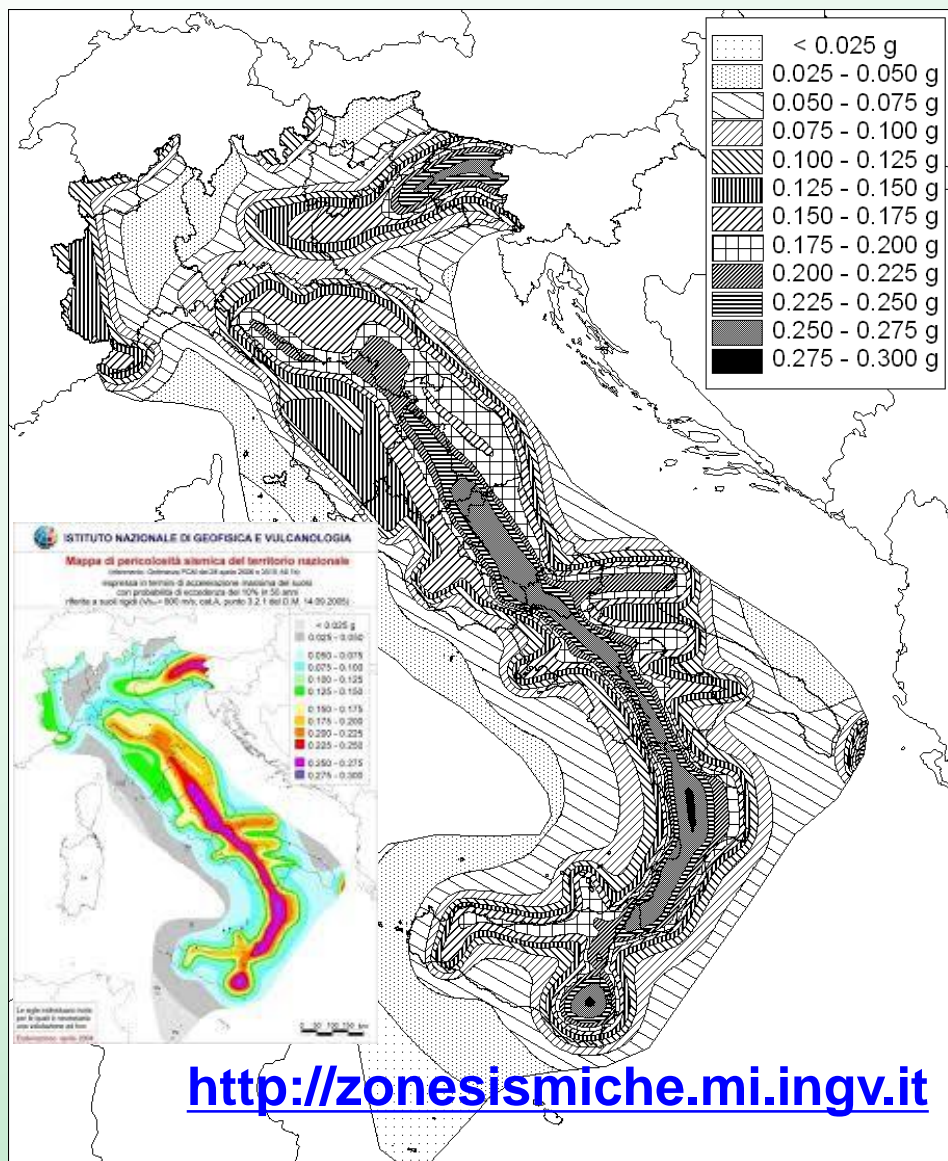
**L' Ordinanza PCM 3274 (Maggio 2003): azioni sismiche**



## 2004, mappa MPS04

La pubblicazione della mappa **MPS04**, poi adottata come riferimento ufficiale dall'OPCM 3519/2006, non suggerisce modifiche per la classificazione sismica delle Marche, che non viene più modificata.

E, per inciso, questo avviene per molte altre Regioni



<http://zonesismiche.mi.ingv.it>

**SERIE GENERALE**

Spedit. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b  
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

Anno 147° — Numero 108

**GAZZETTA UFFICIALE**  
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

---

**PARTE PRIMA**      Roma - Giovedì, 11 maggio 2006      SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA  
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

La Gazzetta Ufficiale, oltre alla Serie generale, pubblica quattro Serie speciali, ciascuna contraddistinta con autonoma numerazione:

- 1° Serie speciale: Corte costituzionale (pubblicata il mercoledì)
- 2° Serie speciale: Comunità europee (pubblicata il lunedì e il giovedì)
- 3° Serie speciale: Regioni (pubblicata il sabato)
- 4° Serie speciale: Concorsi ed esami (pubblicata il martedì e il venerdì)

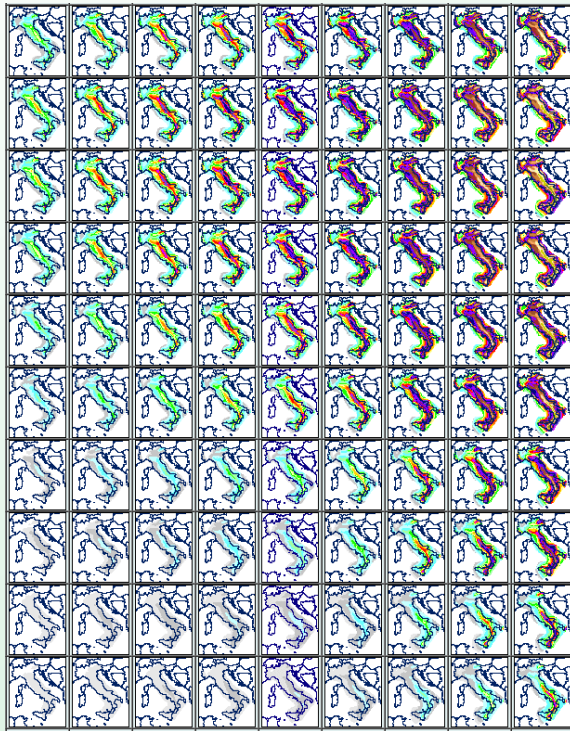
---

**SOMMARIO**

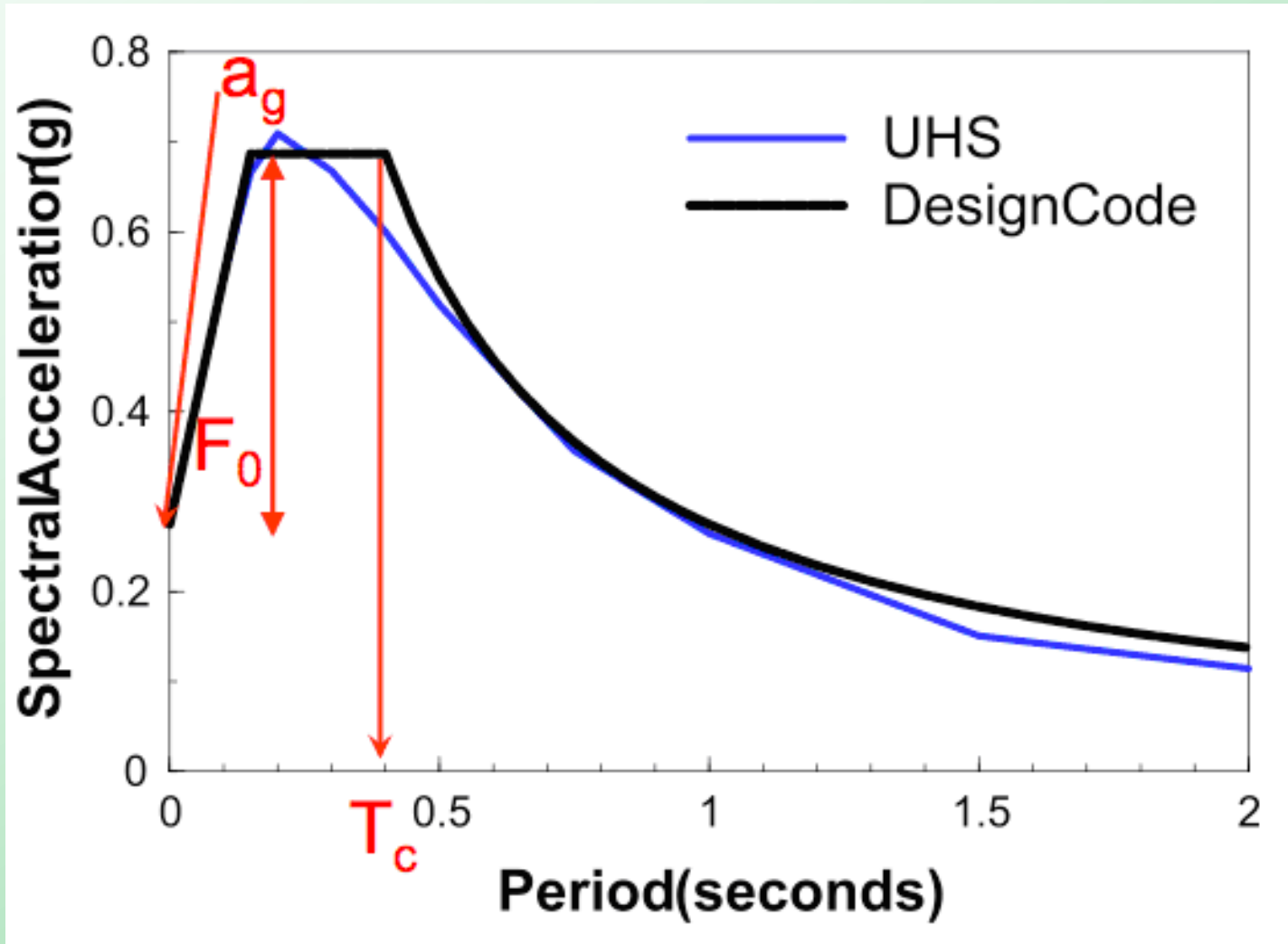
<p>LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI</p> <p>DECRETO LEGISLATIVO 12 aprile 2006, n. 168. Norme di attuazione dello Statuto speciale della regione Trentino-Alto Adige in materia di controlli igienico-sanitari sulle merci all'importazione ed assistenza sanitaria negli istituti penitenziari ..... Pag. 4</p> <p style="text-align: center;">Ministero delle infrastrutture e dei trasporti</p> <p>DECRETO 27 marzo 2006, n. 169. Concessione di esenzioni relative a requisiti di sicurezza previsti dall'allegato I del decreto legislativo n. 45 del 2000 per le navi da passeggeri in viaggi nazionali (esenzione dall'obbligo della sistemazione dell'EPiRB satellitare addizionale, del ricevitore del servizio internazionale NAVTEX e del ricetrasmittitore VHF aeronautico) ..... Pag. 6</p> <p style="text-align: center;">DECRETI PRESIDENZIALI</p> <p>DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Concessione dell'attestazione di pubblica benemeranza del Dipartimento della protezione civile per i «grandi eventi» ..... Pag. 9</p> <p>DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Individuazione degli eventi calamitosi di rilevante gravità, in Italia e all'estero, per i quali viene concessa l'attestazione di pubblica benemeranza del Dipartimento della protezione civile. ..... Pag. 9</p>	<p>DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Dichiarazione dello stato di emergenza nel territorio del comune di Ischia, in relazione all'evento franoso verificatosi il 30 aprile 2006 nella frazione Pilastrì ..... Pag. 11</p> <p>ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 28 aprile 2006. Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. (Ordinanza n. 3519) ..... Pag. 11</p> <p>ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Disposizioni urgenti di protezione civile. (Ordinanza n. 3520) ..... Pag. 15</p> <p>ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Primi interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni diretti conseguenti all'evento franoso verificatosi nella frazione Pilastrì del comune di Ischia. (Ordinanza n. 3521) ..... Pag. 19</p> <p>ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 2 maggio 2006. Revoca delle risorse finanziarie assegnate ai comuni danneggiati dal sisma del 29 aprile 1984, ai sensi delle ordinanze di protezione civile n. 230 del 5 giugno 1984 e n. 318 dell'8 agosto 1984, con parziale riassegnazione delle medesime ai comuni danneggiati dagli eventi sismici del 7 ed 11 maggio 1984, di cui all'ordinanza di protezione civile n. 905 del 17 febbraio 1987. (Ordinanza n. 3522) ..... Pag. 23</p>
---	---

## 2004-2007 modello MPS04

INGV completa il **modello di pericolosità MPS04**, chiamato ancora «**mappa**» in modo improprio.

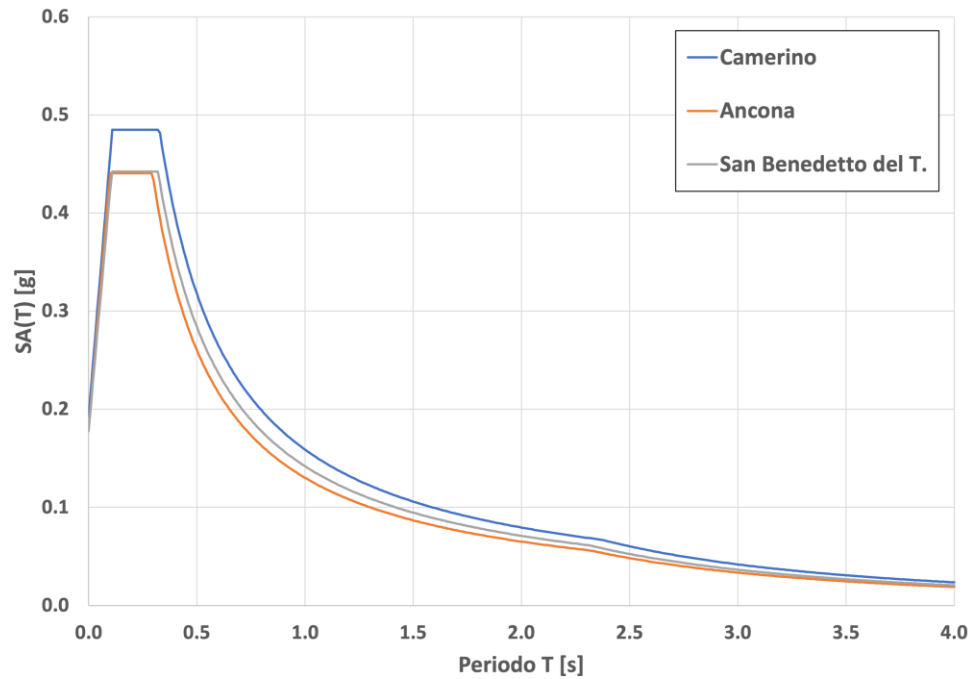


Una commissione predispone una nuova normativa tecnica, **NTC08**, i cui spettri di progetto sono basati integralmente su quelli di MPS04 (tuttavia senza considerare l'incertezza fornita).



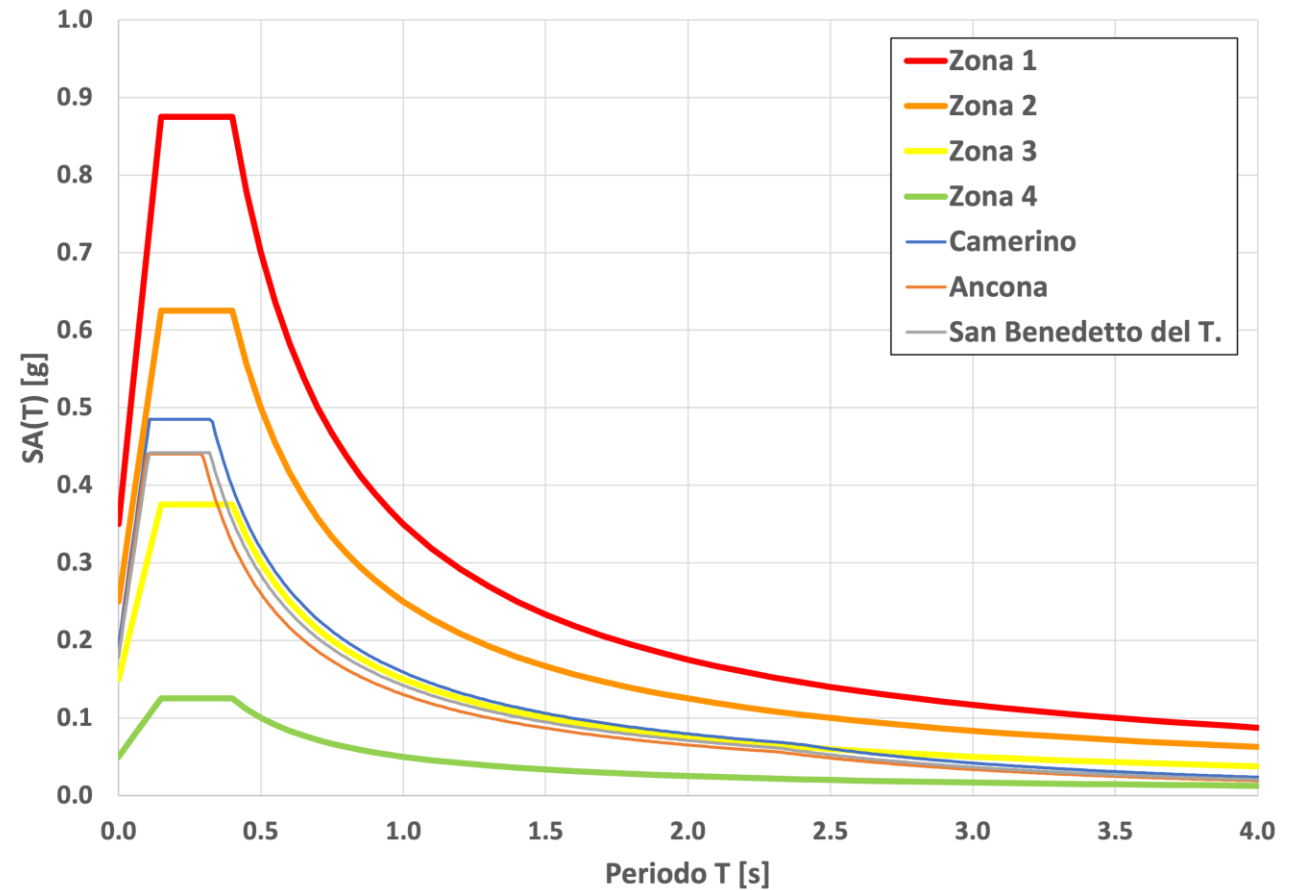


## Spettri di progetto NTC08 in 3 località



**Con le NTC08 (e quindi dal 2009) finisce di fatto il sistema della classificazione sismica, ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto**

## Confronto fra spettri OPCM 3274/2003 e spettri di progetto NTC08 nelle 3 località



## C'è bisogno di una nuova classificazione sismica?

No, in quanto le azioni sismiche di progetto sono definite dalle NTC, che adottano gli spettri MPS04. Le NTC18 hanno adottato gli stessi spettri. Le future NTC, chissà.....

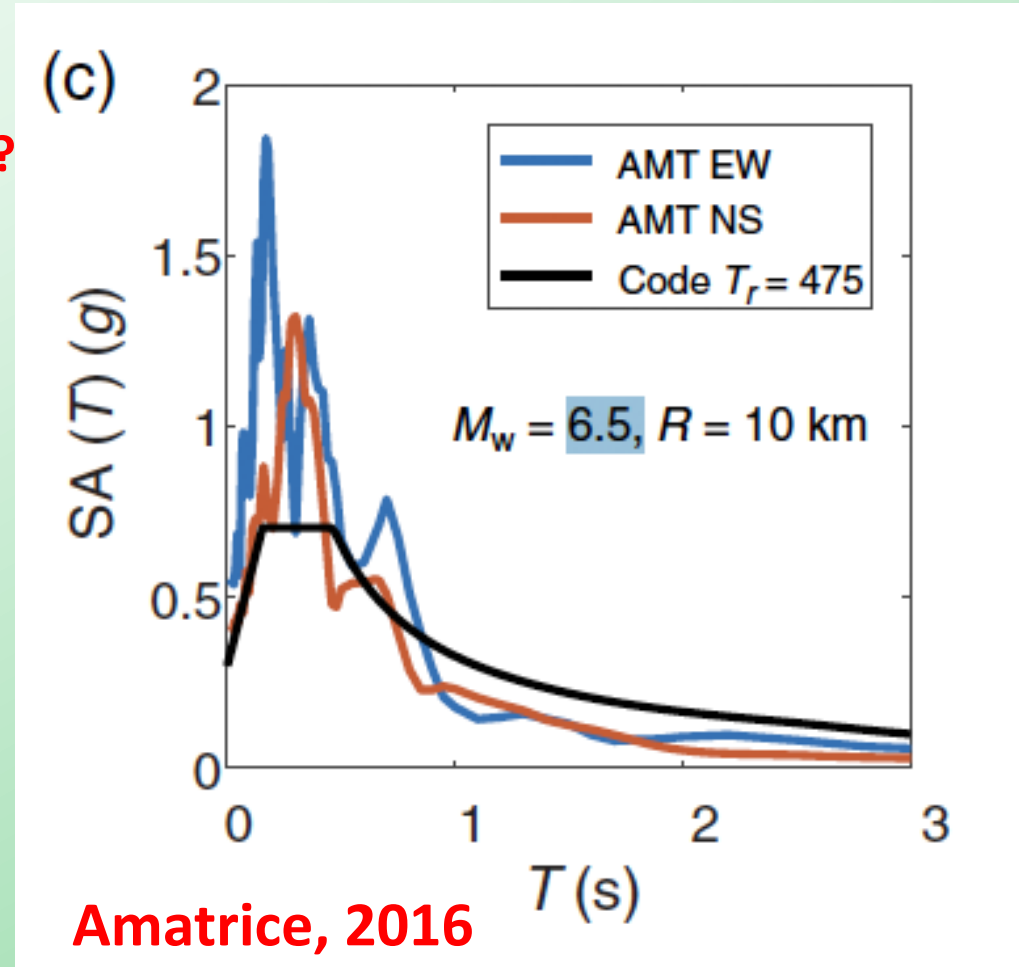
## Ma questi spettri sono affidabili?

## Come mai sono stati superati in occasione dei terremoti recenti?

Il modello MPS04 è stato spesso criticato, con riferimento ai «superamenti» delle azioni di progetto da parte di alcuni scuotimenti registrati.

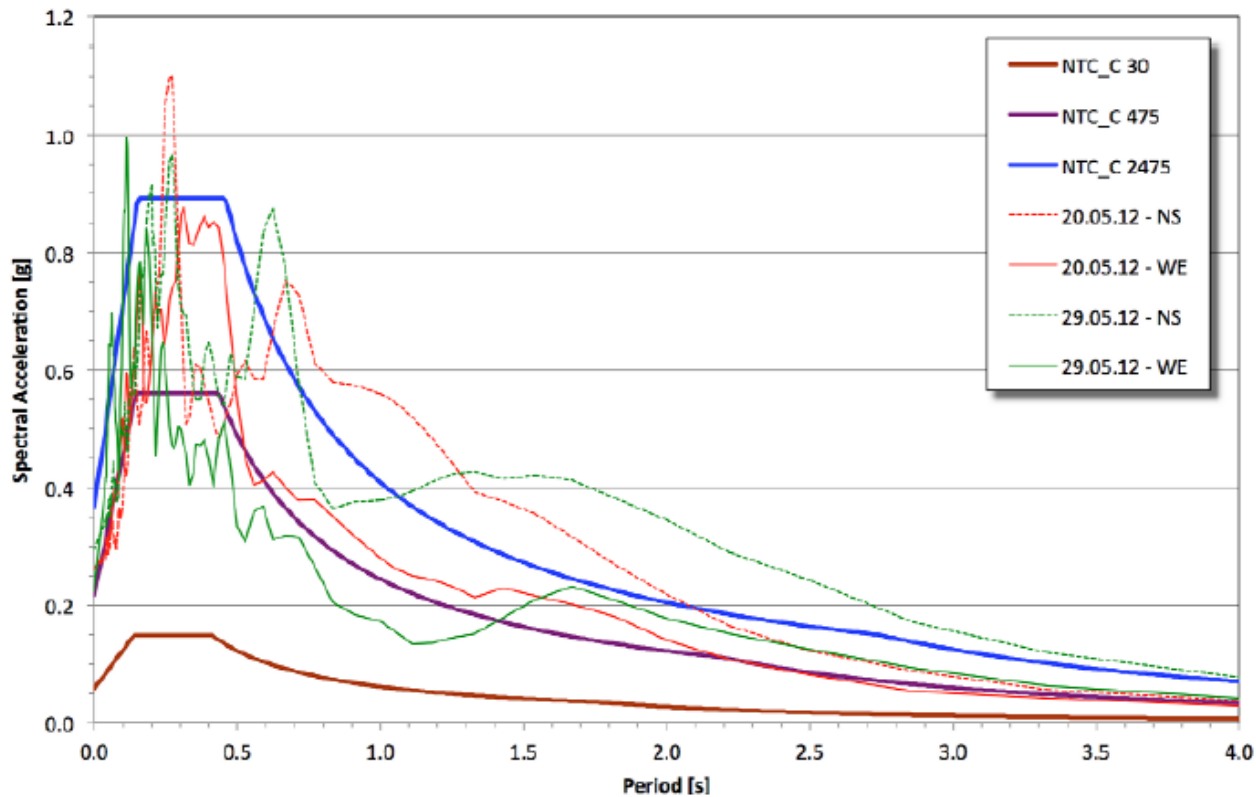
## Queste critiche sono improprie

Infatti, le critiche si riferiscono solo ai valori del 10% di probabilità di superamento in 50 anni ( $T=475$  anni).



Se si considera ad esempio il 2% ( $T=2475$  anni)  
le cose cambiano

## Ad esempio Mirandola, 2012



Per inciso, il confronto fra lo spettro di una sola  
registrazione e quello UHS fornito da INGV e  
adottato dalle NTC è improprio.

*(Anche noi l'avevamo fatto per il terremoto del 1972..)*

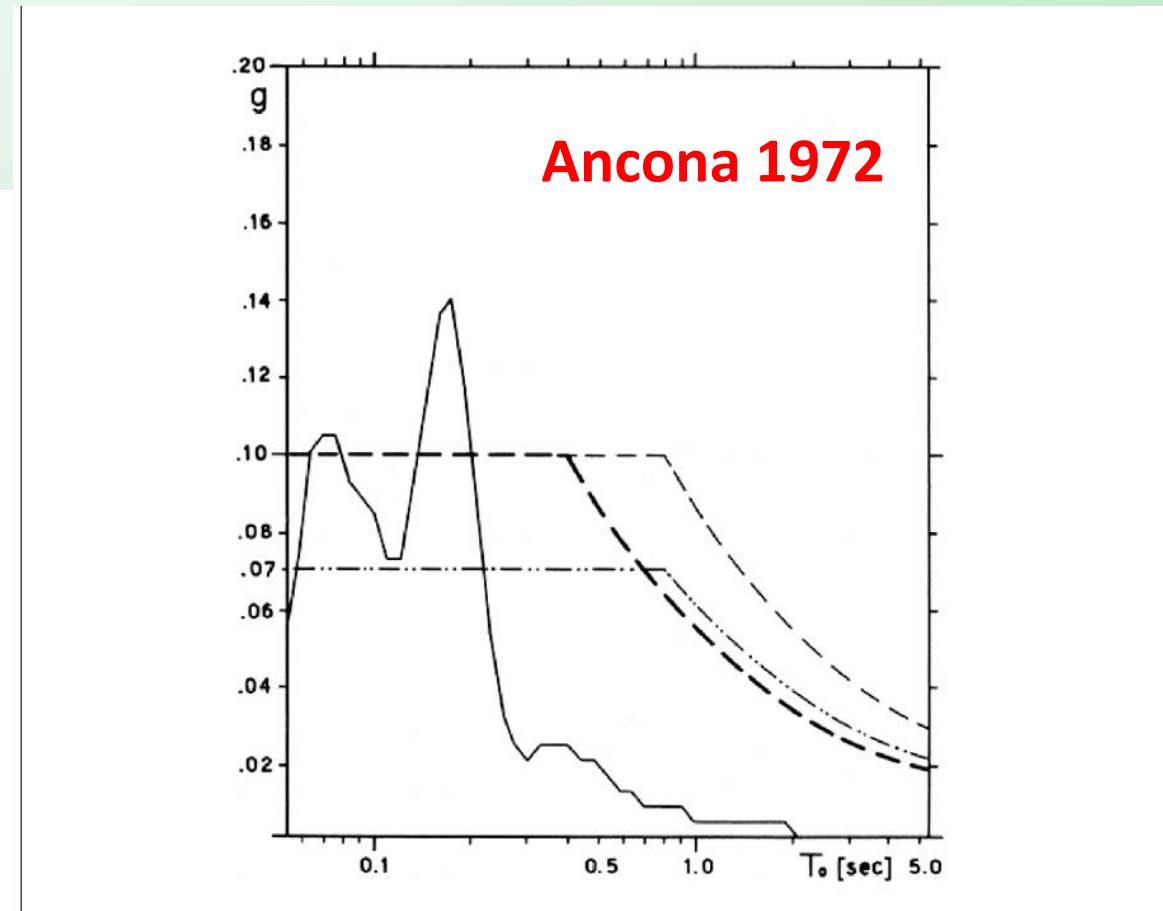


Figura 3.1: Spettro di risposta della componente N-S della registrazione di Ancona-Rocca, con smorzamento del 5% (linea a tratto continuo), spettri di prima e seconda categoria e spettro proposto (linea tratteggiata in grassetto). Ai fini del confronto dei risultati le

**Con riferimento a quanto detto occorre ricordare che:**

- le NTC prevedono 4 azioni di riferimento, caratterizzati da 4 probabilità di superamento in 50 anni.

Il modello MPS04 fornisce queste 4 azioni e un numero notevole di altre.

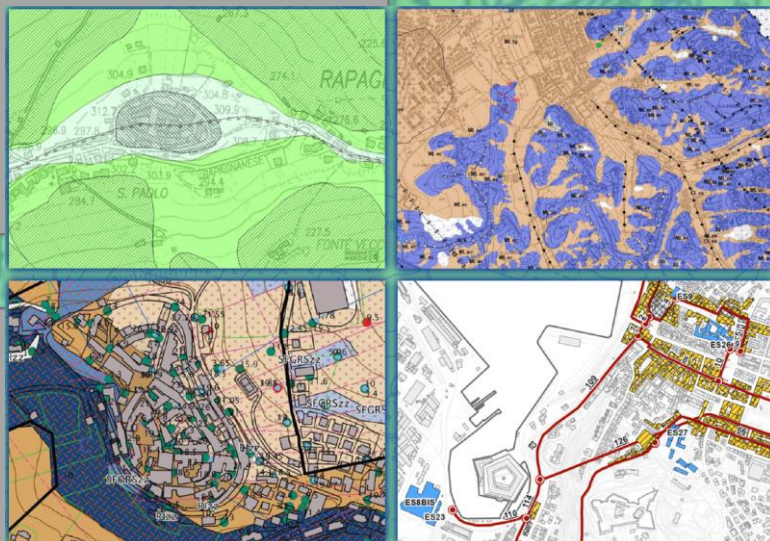
- le NTC (e le norme di tutto il mondo) prevedono dunque la possibilità che le azioni di progetto vengano superate. Se questo accade, non significa che i modelli di pericolosità siano **"sbagliati"**.

**Eventualmente i valori di probabilità di superamento fissati dalle norme potranno essere ridotti nelle prossime norme (?)**

- le azioni previste dalle norme rappresentano un **"minimo"**; nessuno vieta di progettare secondo azioni più severe



E comunque le azioni previste dalle norme rappresentano una sorta di approccio **"semplificato"** :  
le norme stesse prevedono anche il **calcolo della RSL**,  
che di solito fornisce azioni di progetto più conservative !!



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**