

Corso di costruzioni in zona sismica

Modulo di determinazione della pericolosità sismica

A.A. 2020/2021

Docenti *F. Sabetta, N. Fiorini*

Obiettivi formativi

Illustrare le caratteristiche del moto sismico a partire dalla genesi del terremoto e dalla propagazione delle onde sismiche, fino alle registrazioni locali, alle diverse rappresentazioni dell'azione sismica e al calcolo della pericolosità sismica, sia attraverso l'esposizione dei principali argomenti della materia, sia sollecitando attività di esercitazione da parte degli studenti.

Crediti Formativi Universitari (CFU)

3.3

Durata in ore

26

Materiale Didattico

Dispense fornite dal docente, esercizi, software, bibliografia, indirizzi WEB.

Testi di consultazione consigliati

1. Faccioli E., Paolucci R. (2005) Elementi di Sismologia applicata all'Ingegneria. *Pitagora Editrice, Bologna*.
2. Kramer, S.L. (1996) - Geotechnical Earthquake Engineering. *Prentice-Hall*.
3. Reiter, S.L. (1990) - Earthquake Hazard Analysis: Issues and Insights. *Columbia University Press*.
4. Shearer P.M. (1999) - Introduction to seismology. *Cambridge University Press*.
5. Romeo, R.W. (2007) La risposta sismica locale per la progettazione strutturale. *International Centre for Mechanical Sciences - CISM e-book*.

PROGRAMMA DEL MODULO DI DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

A.A. 2020/2021 – F. Sabetta, N. Fiorini

25/09/2020 – 18/12/2020

	Giorno	Orario	Argomento	N° ore
1	venerdì 25 sett 2020	10-12	Presentazione del modulo. Struttura del globo terrestre. Deriva dei continenti. Equazione del moto. Onde sismiche	2
2	venerdì 2 ottobre	10-12	Propagazione delle onde sismiche. Geometria delle faglie e meccanismi focali Magnitudo e intensità.	2
3	venerdì 9 ottobre	10-12	Sismometri e sismogrammi. Localizzazione epicentrale	2
4	venerdì 16 ottobre	10-12	Scale macrosismiche. Terremoti in Italia e nel mondo	2
5	venerdì 23 ottobre	10-12	Accelerometria. Processamento dati. Trasformata di Fourier. Modello di Brune. Reti e banche dati	2
6	venerdì 30 ottobre	10-12	Caratterizzazione ingegneristica del moto del terreno. Effetti di sito	2
7	venerdì 6 novembre	10-12	Microzonazione. Attenuazione e GMPE's	2
8	venerdì 13 novembre	10-12	Pericolosità sismica deterministica e probabilistica. Approccio di Cornell..	2
9	venerdì 20 novembre	10-12	Dati di input. Calcolo della pericolosità. Spettri a pericolosità uniforme. Disaggregazione. Valutazione delle incertezze nel calcolo della pericolosità	2
10	venerdì 27 novembre	10-12	ESERCITAZIONI sul calcolo della pericolosità per la tesina di esonero. software CRISIS, Qgis	2
11	venerdì 4 dicembre	10-12	ESERCITAZIONI sul calcolo della pericolosità per la tesina di esonero. software CRISIS, Qgis,	2
12	venerdì 11 dicembre	10-12	Mappe di pericolosità. Classificazione e normativa sismica.	2
13	venerdì 18 dicembre	10-12	ESERCITAZIONI su estrazione e processamento degli accelerogrammi. software Seismosignal e In-Spector	2

TOTALE ORE 26

L'esonero per il modulo di Determinazione della pericolosità sismica consisterà nella presentazione di una tesina (gruppi di 2-3 studenti) con il calcolo della pericolosità sismica di un comune italiano e in un esame orale. (gennaio febbraio)

PER CHIARIMENTI E INFORMAZIONI

fabio.sabetta@uniroma3.it

noemifiorini7@gmail.com

PROGRAMMA DETTAGLIATO

1. Presentazione del corso. Struttura del globo terrestre. Deriva dei continenti. Tettonica a placche. Equazione del moto e delle onde. Onde di volume e di superficie

<i>Presentazione-del corso</i>	3¶
<i>Introduzione</i>	5¶
<i>Struttura-del-globo-terrestre</i>	6¶
<i>Deriva-dei-continenti</i>	8¶
<i>Tettonica-a-placche</i>	9¶
<i>Evidenze-della-tettonica-a-placche</i>	12¶
<i>Tettonica-dell'area-Euro-mediterranea</i>	15¶
<i>Origine-dei-terremoti</i>	16¶
<i>Equation-of-motion-and-Hooke's-law</i>	17¶
<i>Wave-equation. Body-Waves-(P-and-S)</i>	19¶
<i>One-dimensional-wave-solutions</i>	20¶
<i>Surface-Waves</i>	24¶
<i>Raleigh waves</i>	24¶
<i>Love waves</i>	25¶

2. Propagazione delle onde sismiche. Geometria delle faglie e meccanismi focali

<i>Dispersion-and-Energy</i>	3¶
<i>Phase-and-Group-velocity</i>	3¶
<i>Energy-of-waves</i>	3¶
<i>Geometrical-spreading-and-anelastic-attenuation</i>	4¶
<i>Ray-theory</i>	5¶
<i>Reflection-and-refraction-of-seismic-waves</i>	6¶
<i>Snell's-law</i>	6¶
<i>Seismic-waves-inside-the-earth</i>	8¶
<i>Faults</i>	9¶
<i>Fault-ruptures</i>	12¶
<i>Fault-geometry</i>	13¶
<i>Classification-of-fault-ruptures</i>	14¶
<i>Seismic-Source</i>	16¶
<i>Double-couple-model</i>	17¶
<i>Radiation-pattern</i>	18¶
<i>Seismic-moment</i>	18¶
<i>Centroid-Moment-Tensor</i>	19¶
<i>Fault-plane-solution-(focal-mechanism)</i>	19¶
<i>Beach-Balls</i>	21¶

3. Sismometri e sismogrammi. Localizzazione epicentrale.

SEISMOLOGY	3
<i>Early instruments</i>	3
LINEAR OSCILLATORS	4
<i>SDOF damped forced vibrations</i>	4
<i>Displacement and acceleration response ratios</i>	5
SEISMOGRAPHS	6
<i>Old seismographs</i>	6
<i>Optical and electromagnetic seismographs</i>	7
<i>Digital seismographs</i>	8
SEISMOLOGICAL NETWORKS	9
<i>World-Wide Standard Seismograph Network- WWSSN</i>	9
<i>Global Seismographic Network (GSN)</i>	10
<i>ORFEUS and EMSC</i>	10
<i>Real time seismicity on WEB</i>	11
<i>Rete sismometrica italiana</i>	11
<i>Mappe epicentri</i>	12
SEISMOGRAM INTERPRETATION	13
TRAVEL TIMES	16
LOCATING EARTHQUAKES	18
<i>Graphical method of earthquake location</i>	19
<i>Rigorous determination of origin parameters</i>	19

4. Magnitudo e intensità. Scale macrosismiche Terremoti in Italia e nel mondo.

MAGNITUDE SCALES→	3¶
<i>Measuring the size of an earthquake</i>→	3¶
<i>Richter (Local) magnitude-ML</i>	3¶
<i>Body and surface waves magnitude</i>→	4¶
<i>Moment magnitude</i>→	5¶
<i>Relationship between moment magnitude and various magnitude scales</i>	6¶
¶	
MAGNITUDE AND ENERGY	6¶
<i>Magnitude and fault rupture length</i>	9¶
¶	
MACROSEISMIC INTENSITY→	10¶
¶	
INTENSITY SCALES→	11¶
<i>European Macroseismic Scale-EMS-(Grunthal, 1998)</i>	13¶
<i>Shortcomings in the use of intensity in the Engineering practice</i>	19¶
<i>Magnitude-Intensity correlations</i>→	21¶
¶	
WORLD SEISMICITY→	21¶
<i>Some of the most damaging events of the last century</i>	22¶
<i>Largest devastating earthquakes and tsunamis in the last 10 years</i>	25¶
¶	
EARTHQUAKES LOSSES AND ECONOMY	29¶
¶	
ITALIAN SEISMICITY	31¶
¶	
RECENTI TERREMOTI ITALIANI	36¶

5. Accelerometria. Processamento dati. Trasformata di Fourier. Modello di Brune. Reti e banche dati

STRONG-MOTION INSTRUMENTS	3
<i>Characteristics of seismographs and accelerographs</i>	3
<i>Recording ranges of seismographs and accelerographs</i>	4
<i>Analogue accelerographs</i>	4
<i>Digital accelerographs</i>	5
DATA PROCESSING	6
<i>Strong motion data processing (analog instruments)</i>	6
FOURIER TRANSFORMS	7
<i>Sampling theorem, aliasing and Nyquist Frequency</i>	9
<i>Discrete Fourier Transform (DFT) and Fast Fourier Transform (FFT)</i>	10
THEORETICAL SPECTRUM- BRUNE MODEL	11
<i>Theoretical acceleration spectrum (omega-squared Brune source model)</i>	11
DIGITIZATION AND PROCESSING	13
<i>Accelerogram digitization</i>	13
<i>Data processing</i>	14
<i>Band pass filtering</i>	15
<i>Instrument response correction</i>	17
ANALOG AND DIGITAL INSTRUMENTS	18
STRONG-MOTION DATABASES ON THE WEB	20
<i>Europe Mediterranean and Middle East data</i>	21
ITALIAN STRONG MOTION NETWORK	22
I	
TALIAN STRONG MOTION DATA BASE	23

6. Caratterizzazione ingegneristica del moto del terreno. Effetti di sito

DAMAGE POTENTIAL: AMPLITUDE, FREQUENCY CONTENT, DURATION.....	3
<i>Main factors affecting strong ground motion.....</i>	3
<i>Effects of magnitude.....</i>	4
<i>Damage potential.....</i>	4
<i>Variability of ground motion.....</i>	5
PEAK VALUES.....	5
<i>Correlation PGA-Intensity.....</i>	6
ARIAS INTENSITY AND ROOT MEAN SQUARE ACCELERATION.....	6
FOURIER SPECTRA	7
RESPONSE SPECTRA	8
DESIGN SPECTRA	10
<i>Fundamental period of different structures.....</i>	10
HOUSNER INTENSITY.....	11
DURATION.....	11
<i>Bracketed and Uniform Duration</i>	11
<i>Significant Duration and Husid ratio</i>	12
<i>Comparison of different definitions of duration.....</i>	13
<i>Effect of Duration on damage potential</i>	13
EFFECTIVE PEAK ACCELERATION (EPA)	14
EFFECTS OF LOCAL SITE CONDITIONS ON GROUND MOTION	15
<i>EXAMPLES: Mexico City, 1985 earthquake</i>	16
<i>EXAMPLES: vertical accelerometric array of Nairmasu (Japan).....</i>	17
EVALUATION OF SITE EFFECTS	18
<i>1D, 2D, 3D Models</i>	18
<i>Properties of surface materials that affect ground motion.....</i>	19
<i>Frequency domain features of the resonance phenomenon.....</i>	20
<i>Estimation of f_0 from H/V measurements of the ambient noise (Nakamura method)</i>	22
<i>Dynamic properties of soils</i>	23
<i>Geotechnical and Geophysical investigations of soil properties</i>	24
<i>Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW).....</i>	24
<i>Site response analysis.....</i>	25
<i>Spectral amplification</i>	26
<i>Site effects and soil categorization: Vs30, EC8 European building code</i>	26

7. Microzonazione, Attenuazione e GMPEs

SEISMIC-MICROZONATION	39
<i>Coseismic-effects</i>	39
<i>Liquefaction</i>	49
¶	
SEISMIC-MICROZONATION: GOAL AND PURPOSE	59
<i>Guidelines and Criteria for Seismic Micro-Zoning</i>	79
<i>2010-2017 SM studies in Italy</i>	99
¶	
GMPEs: ATTENUATION RELATIONS	109
INDEPENDENT VARIABLES SELECTION AND ADJUSTMENT	109
1. <i>Magnitude</i>	119
2. <i>Distance</i>	119
3. <i>Style of faulting</i>	129
4. <i>Local Site Conditions</i>	139
¶	
VARIABLES SELECTION	149
¶	
MODEL SELECTION	149
<i>Magnitude dependence</i>	149
<i>Distance dependence</i>	159
<i>Style of faulting and site dependence</i>	159
<i>Variance and uncertainty</i>	169
<i>SP96 Sabetta & Pugliese (1996) model</i>	169
<i>New Models</i>	179
<i>Modification of the spectral shape according to earthquake magnitude</i>	179
<i>Examples</i>	189
¶	
SELECTION AND USE OF ATTENUATION RELATIONS	219
<i>Recent s.m. databases used in GMPEs</i>	219
¶	
COMPARISON OF RECENT ATTENUATION RELATIONS	229
¶	
ALEATORY UNCERTAINTY: STANDARD DEVIATION	259

8. Pericolosità sismica deterministica e probabilistica. Approccio di Cornell. Dati di input.

Seismic Hazard and Seismic Risk.....	3
Deterministic Seismic Hazard Assessment (DSHA)	4
Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSHA).....	6
Seismic source zones	7
Seismogenic source model of Europe.....	8
Seismogenic source model of Italy.....	9
Faults and zones	10
Earthquake catalogues	12
Instrumental.....	12
Historical.....	13
Italian catalogues: NT4.1	14
Italian catalogues: CPTI04.....	14
Italian catalogues: CPTI11.....	15
Magnitude-Intensity correlation.....	15
De-clustering, stationarity and completeness.....	16
Recurrence relationship	17
Lower and upper bound magnitudes.....	19
Attenuation relationships	20
Standard deviation.....	20
Time between events and Poisson process.....	21
Return period.....	22

9. Calcolo della pericolosità. Spettri a pericolosità uniforme. Disaggregazione. Valutazione delle incertezze nel calcolo della pericolosità.

PSHA computation	3
CRISIS program.....	6
Seismic hazard curves	6
Uniform Hazard Spectra (UHS)	7
Deterministic and probabilistic spectra	8
Time dependent Models	9
Slip-predictable models.....	10
Processo di Poisson e modelli "time dependent"	10
De-aggregation of seismic hazard.....	11
ϵ n. of log standard deviations above the median value predicted by the GMPE	14
Aleatory and Epistemic Uncertainty.....	15
Treatment of uncertainties.....	16
Logic trees	18
Summary of uncertainties.....	19
PSHA versus DSHA.....	19

10. Mappe di pericolosità. Classificazione e normativa sismica.

PSHA worldwide maps	3
U.S. Hazard Map	3
European Mediterranean seismic hazard map (ESC-SESAME 2003)	4
EU-FP7 project "Seismic Hazard Harmonization in Europe - SHARE 2012"	4
Evolution of PSHA maps in Italy	5
Hazard Maps of Italy (2004)	8
Seismic zoning	9
Cronistoria delle recenti proposte di riclassificazione sismica	10
Mappa di riferimento in PGA per la classificazione	11
CLASSIFICAZIONE 2004 con recepimento delle Regioni	11
CLASSIFICAZIONE sismica al 2012	12
Seismic Hazard and Seismic Design Codes	13
Eurocode EC8	14
Cronistoria delle proposte di normativa in Italia	15
D.M. 14/09/2005	16
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni	16
Categorie di suolo di fondazione	18
Amplificazione stratigrafica e topografica	19
Stati limite	19
Vita nominale e coefficiente d'uso	20
Periodi di ritorno	20
Accelerogrammi	21
Sito WEB e software	21
Displacement-based seismic design	22
Importance factor	22
Performance-based seismic design (PBSD)	23