

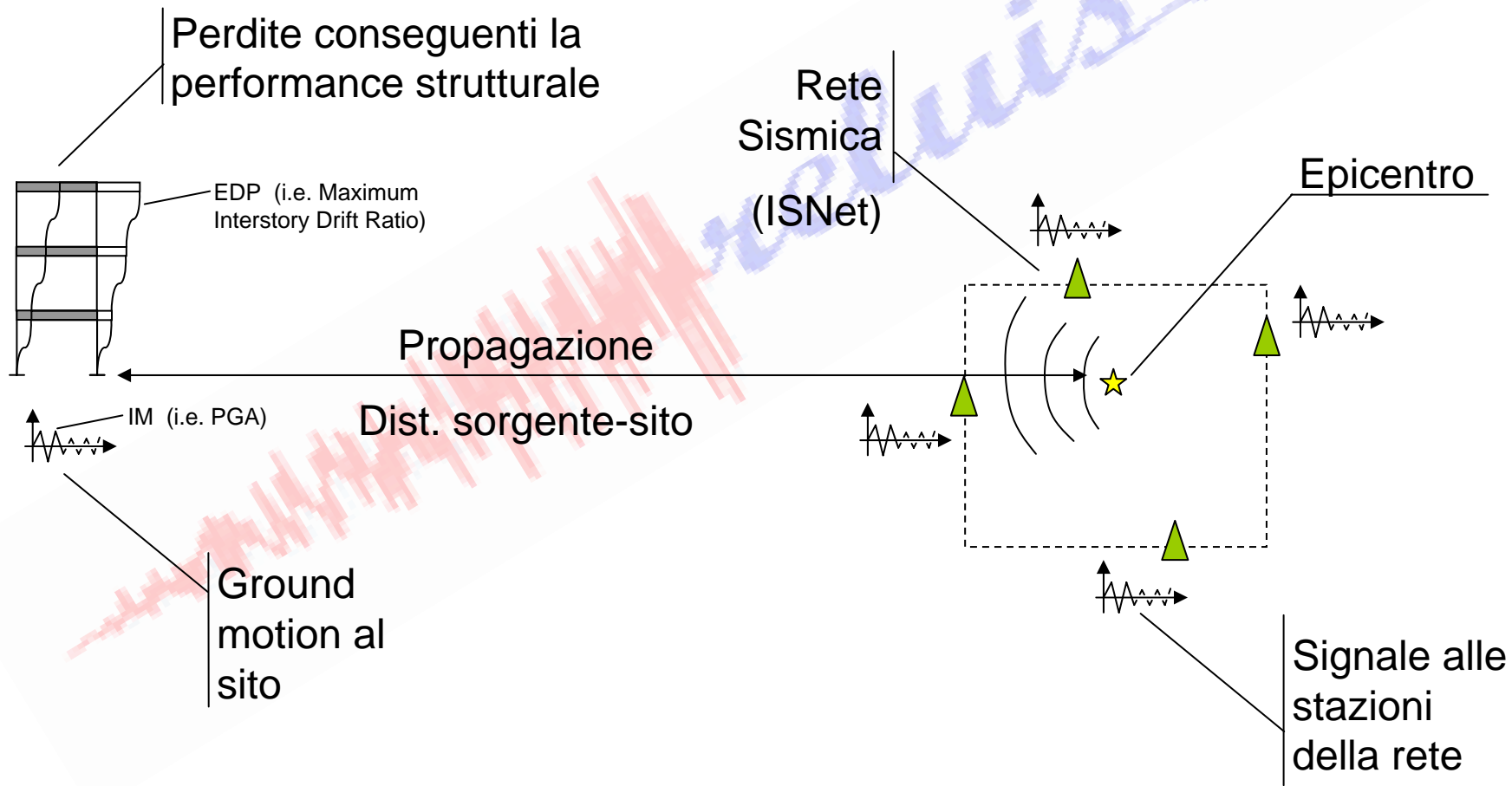
Progetto ReLUIS – DPC LINEA 9



***Procedure di Progettazione per Applicazioni di Ingegneria
Sismica dell'Early Warning***

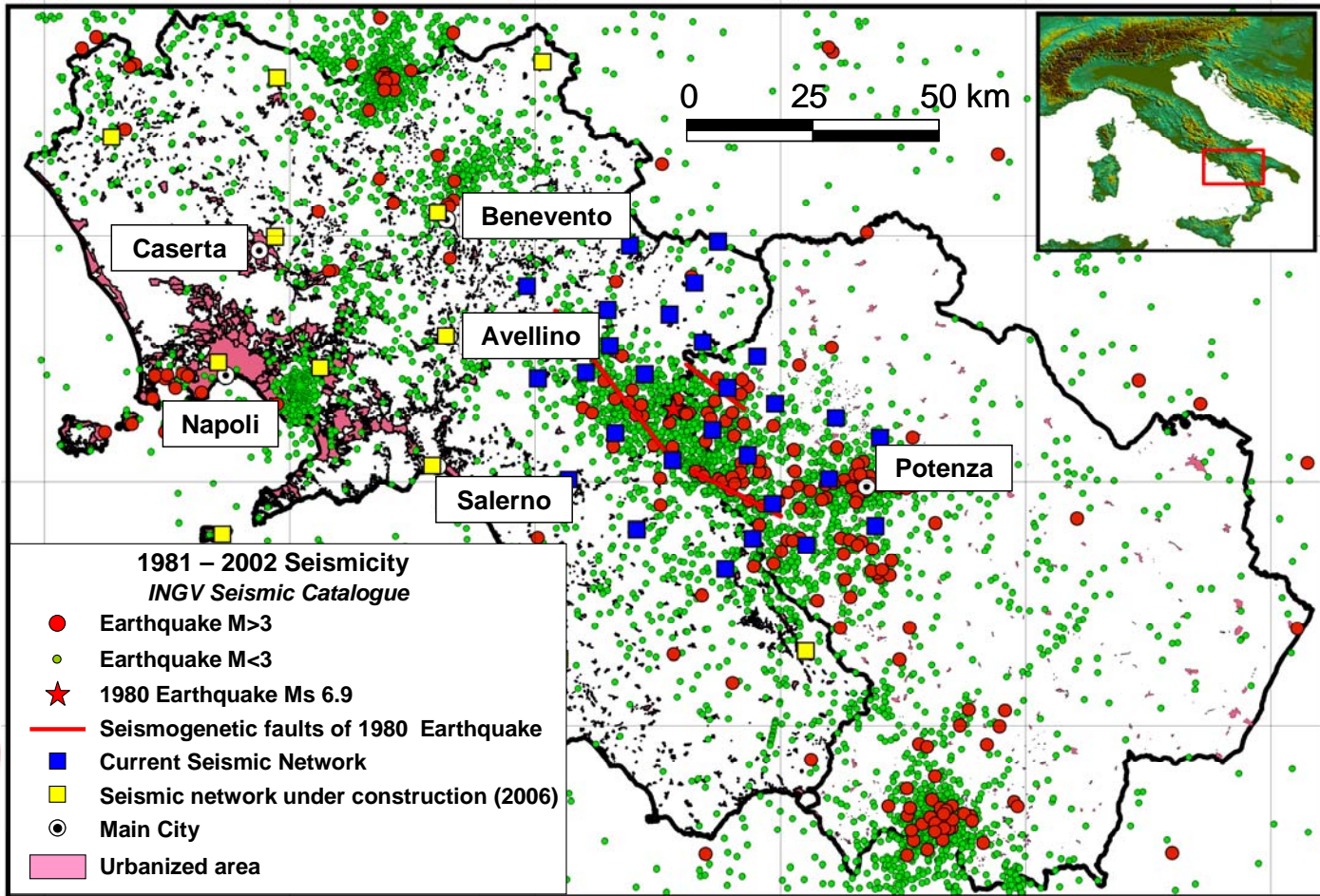
***Iunio Iervolino e Gaetano Manfredi
UR1 UNINA (DAPS)***

Warning per Strutture Specifiche Attraverso una Rete Sismica Regionale: EWS IBRIDO



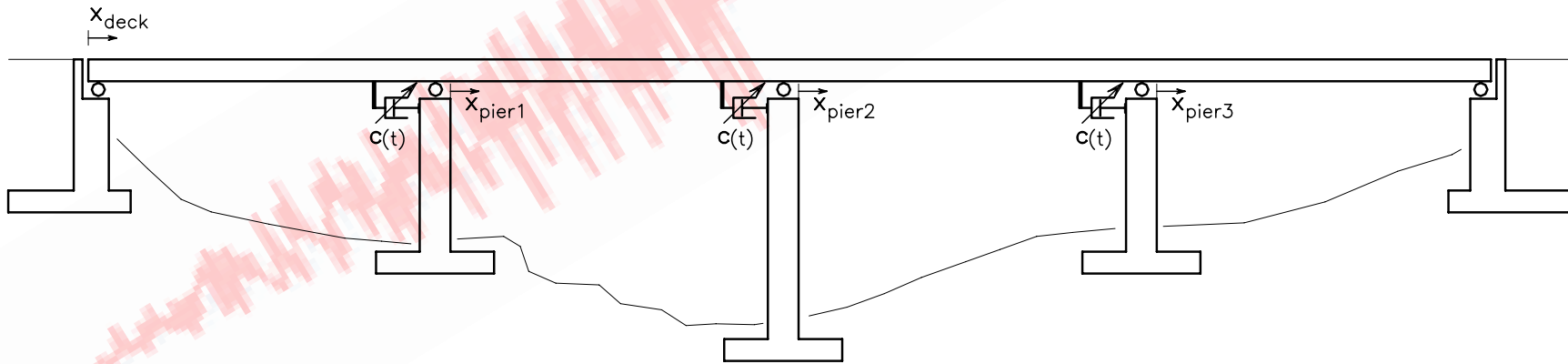
Interazioni – UR 7 e UR 9 (Componente Sismologica)

Linea 9: Procedure di Progettazione per Applicazioni di Ingegneria Sismica dell'Early Warning



Interazioni – UR 5 (Uniparth)

Struttura equipaggiata con un sistema di controllo semi-attivo, es. dissipatori configurabili in tempo-reale.



Analisi Probabilistica di Pericolosità in Tempo-Reale

Relazione (Legge) di Attenuazione

PDF della distanza condizionata alla sequenza di stazioni triggerate

$$f_v(PGA) = \int_M \int_R f[PGA | m, r] f_{M|\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_v}(m | \bar{\tau}_v) f_{R|v_1, v_2, \dots, v_v}(r | \bar{v}) dr dm$$

Distribuzione della PGA al sito condizionata alle misure degli strumenti sismici (stazioni)

PDF della magnitudo condizionata alle misure degli strumenti sismici (stazioni)

INCERTEZZA TRASCURABILE!

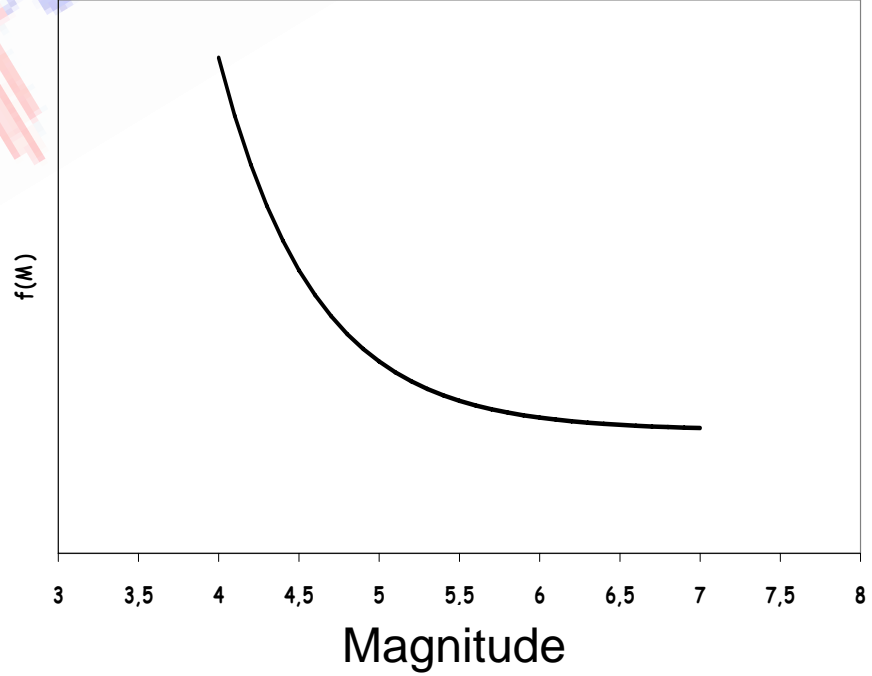
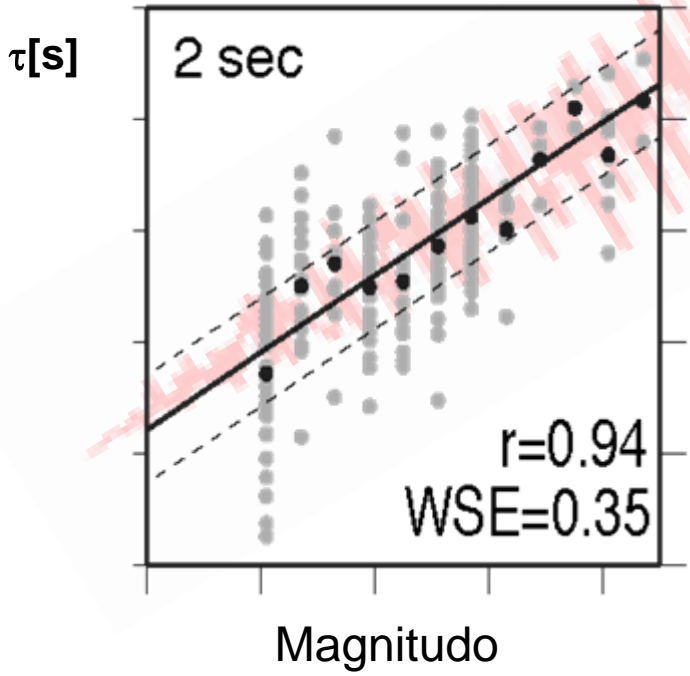


Distribuzione Evolutiva della Magnitudo: Risolto in Forma Analitica

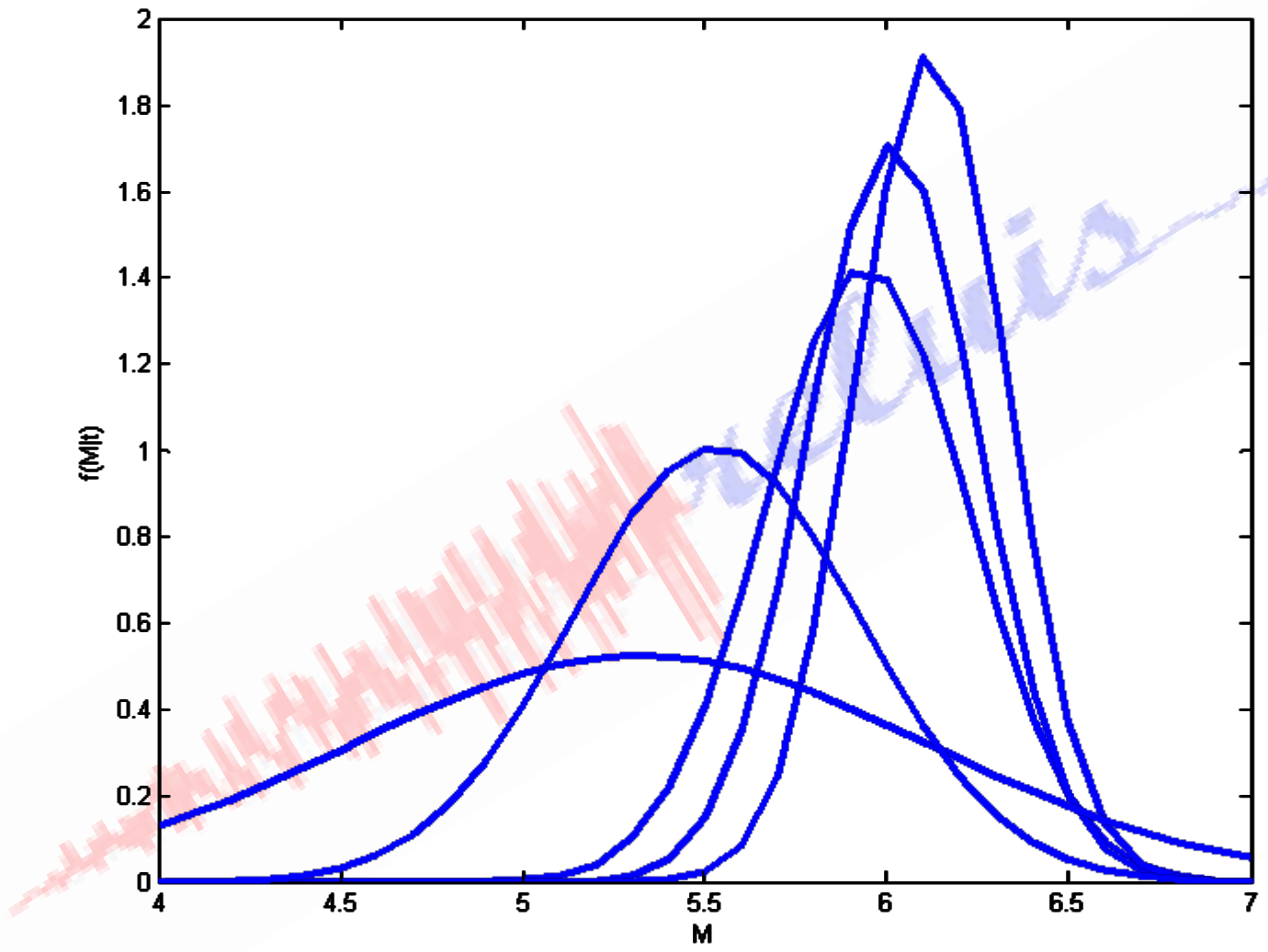
$$f(m | \underline{\tau}) = \frac{e^{\left(2\mu_{\log(\tau)} \cdot \left(\sum_{i=1}^v \ln(\tau_i)\right) - v\mu_{\log(\tau)}^2\right) / 2\sigma^2} e^{-\beta m}}{\int_{M_{MIN}}^{M_{MAX}} e^{\left(2\mu_{\log(\tau)} \cdot \left(\sum_{i=1}^v \ln(\tau_i)\right) - v\mu_{\log(\tau)}^2\right) / 2\sigma^2} e^{-\beta m} dm}$$

Misure alle stazioni

Gutenberg-Richter



Simulazione di un Evento di M 6 a Distanza 110km

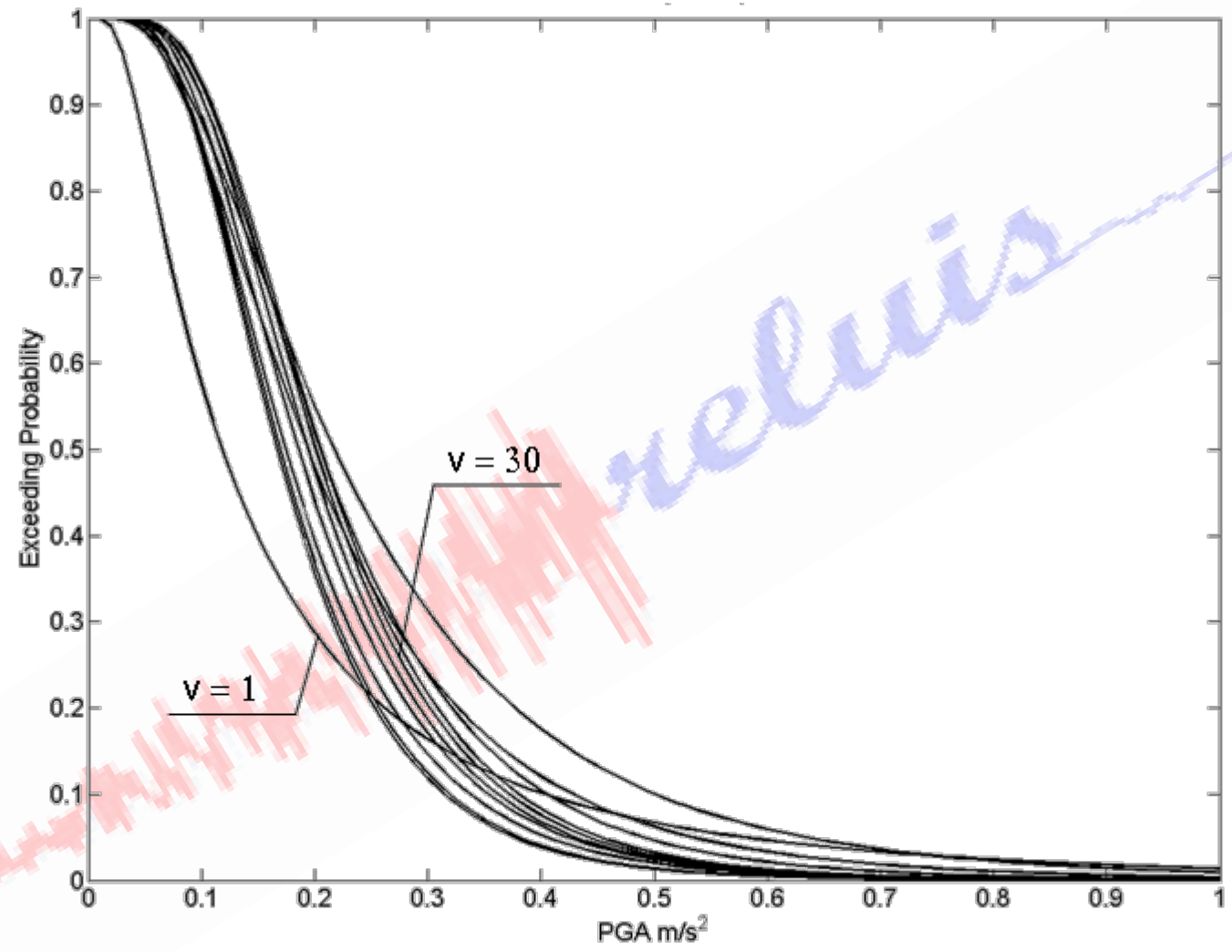


$t = 0.2s$

20 stazioni



Curve di Hazard Evolutive



Simulazione di un Evento M 6 distante 110km



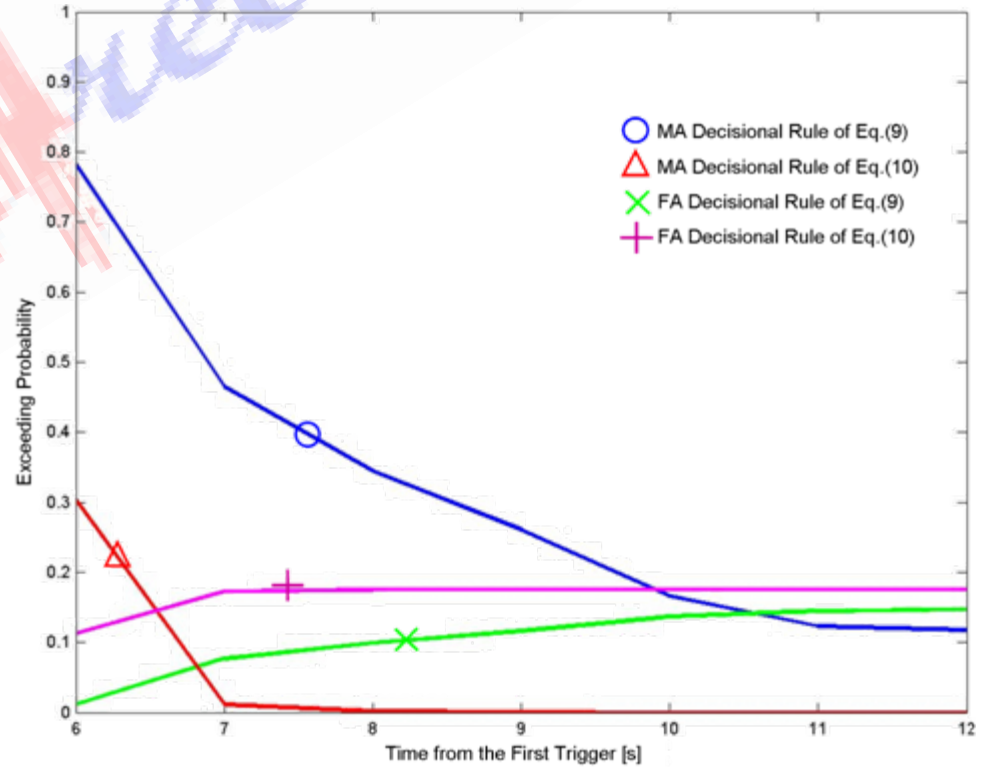
Quando lanciare l'allarme?

Una possibile regola decisionale è allarmare quando la probabilità che la PGA superi un valore critico (PGA_C) è troppo alta!

$$Alarm\ if\ P[PGA > PGA_C] = 1 - \int_0^{PGA_C} f_v(PGA) dPGA > P_C$$

From real-time hazard analysis

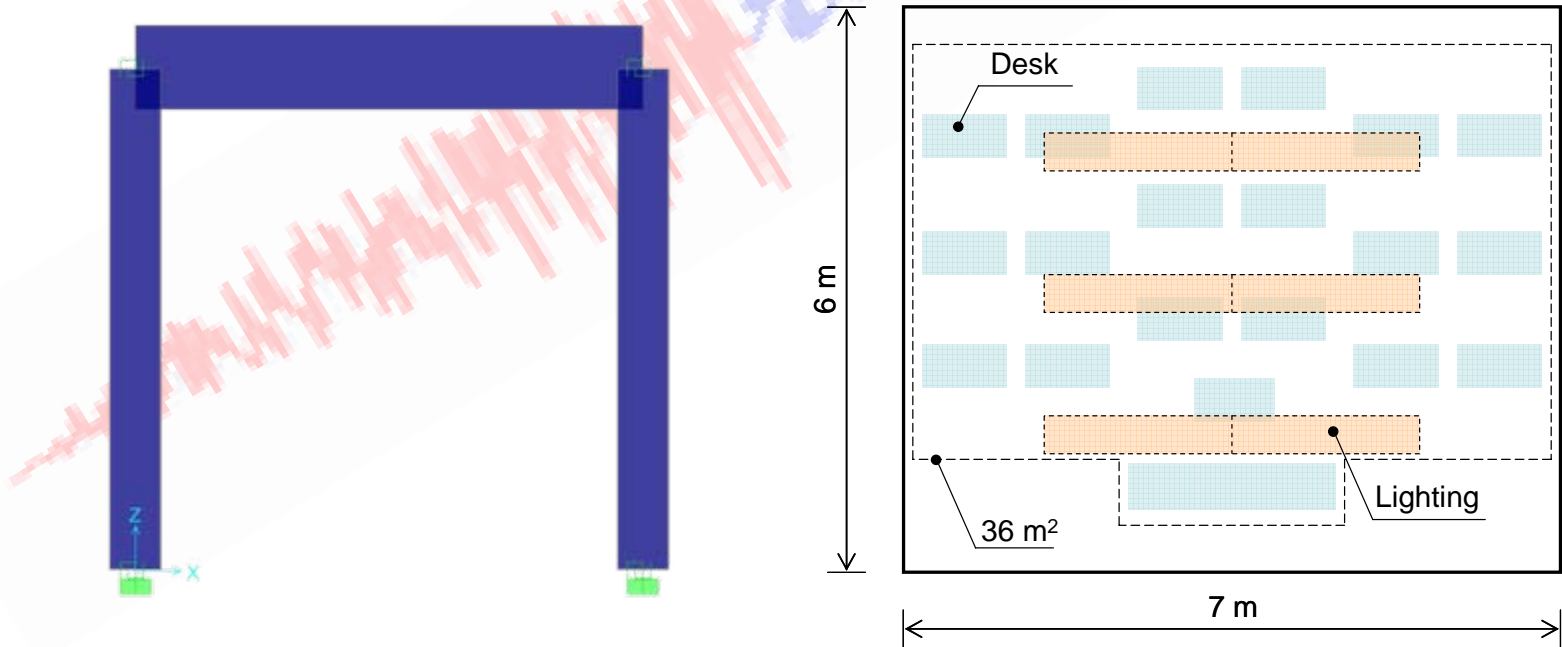
$$\left\{ \begin{aligned} MA: & \{ no\ Alarm \cap PGA_{True} > PGA_C \} \\ FA: & \{ Alarm \cap PGA_{True} \leq PGA_C \} \end{aligned} \right.$$



Come fissare la soglia di allarme sulla base della perdita attesa: esempio di una aula scolastica

Consideriamo una aula scolastica i cui occupanti siano soggetti al rischio di collasso delle lampade (non-strutturale) e al collasso della struttura)

Azione di riduzione del rischio seguente l'allarme: protezione al di sotto dei banchi



Stima delle Perdite Attese Condizionata ai Dati Provenienti in Tempo-Reale dalla Rete

Estendendo l'approccio descritto per la pericolosità si può determinare la perdita attesa condizionata alle misure della rete ed alla eventuale azione di protezione seguente l'allarme.

$$E[L] = \int \int \int \int \int \int l f(l|d, g(\tau)) f(d|edp) f(edp|im) f(im|g(\tau)) dL dD dEDP dIM$$

Expected Loss

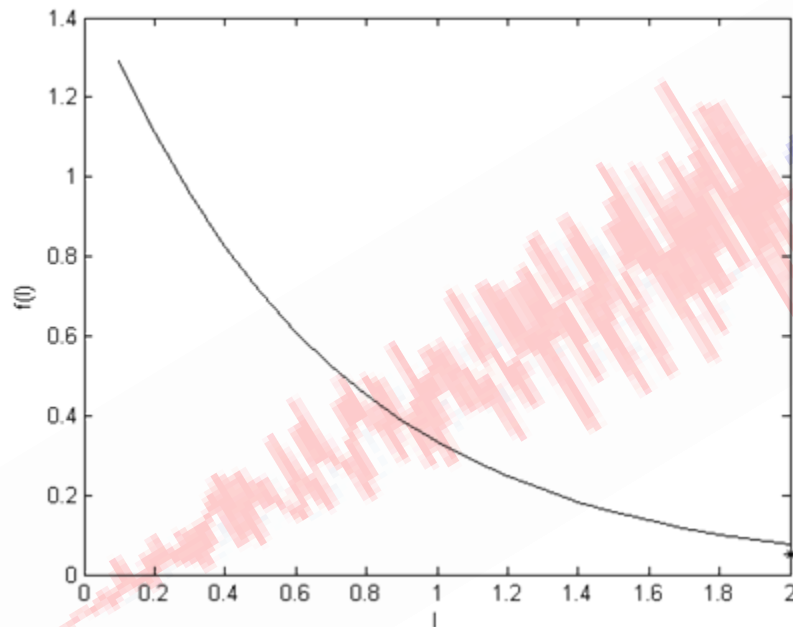
1. Distribuzione della perdita dipendente dalla decisione di allarmare o meno
2. Distribuzione del danno strutturale e non-strutturale condizionata alla risposta strutturale
3. Distribuzione della Risposta condizionata ad una misura di intensità del moto sismico
4. Analisi di Pericolosità in Tempo-Reale



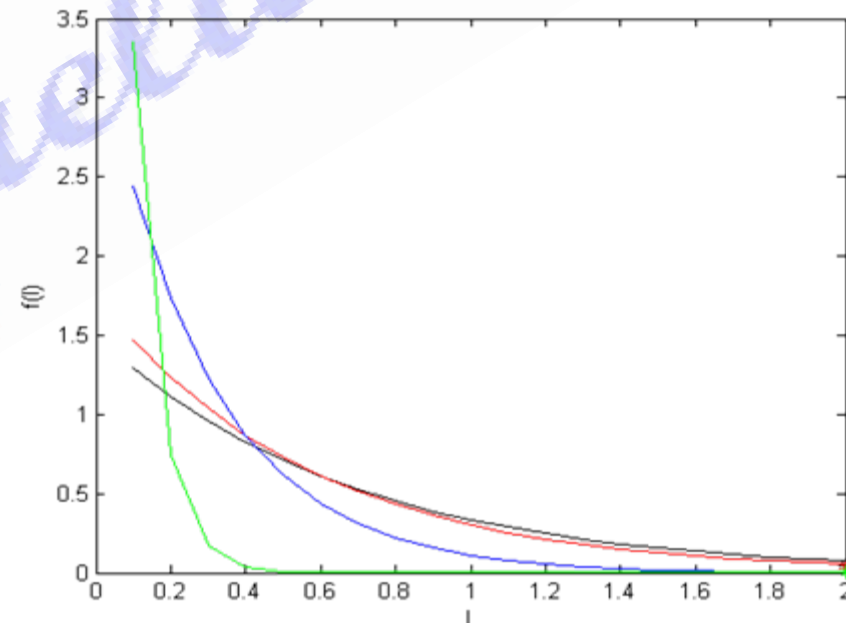
1. Funzioni di Perdita nel Caso di Allarme e non

Eventi che causano una perdita:

- a) Collasso Strutturale
- b) Collassi non strutturali, nel caso in cui la struttura non collassi
- c) Nessun danno ma perdita dovuta al falso allarme



Perdita nel caso di non Allarme

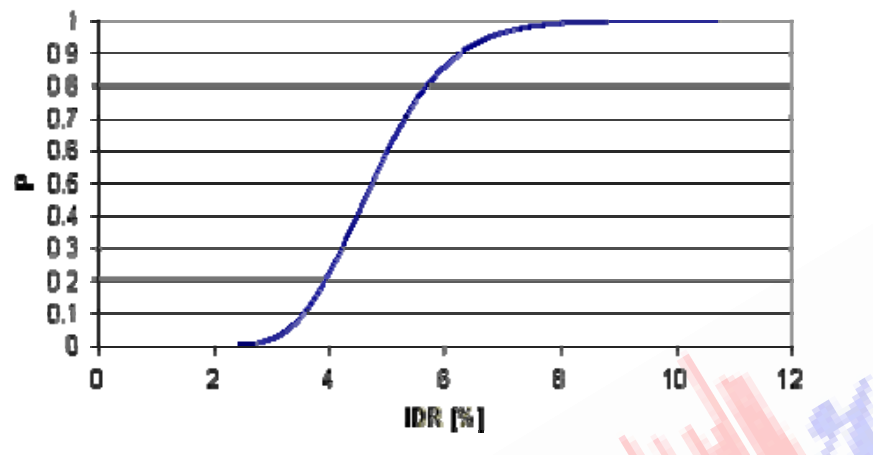


Perdita se allarme (ridotta per procedura sicurezza)

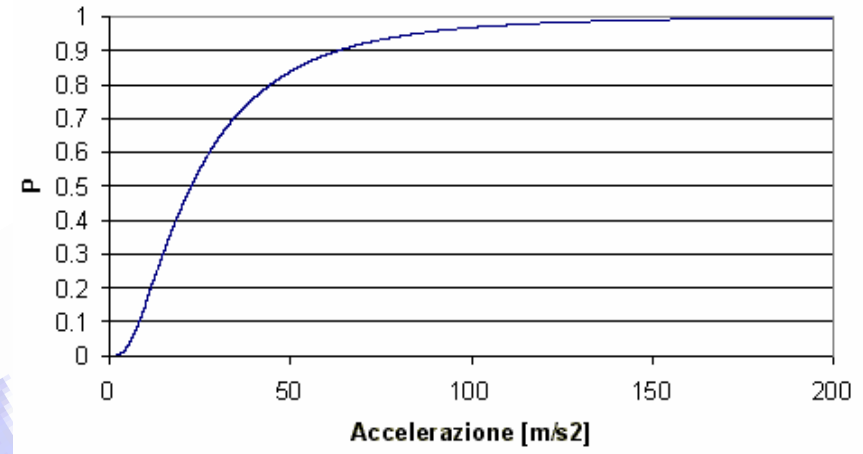


2. Distribuzioni di Danno Strutturale e Non

Structural (frame collapse)

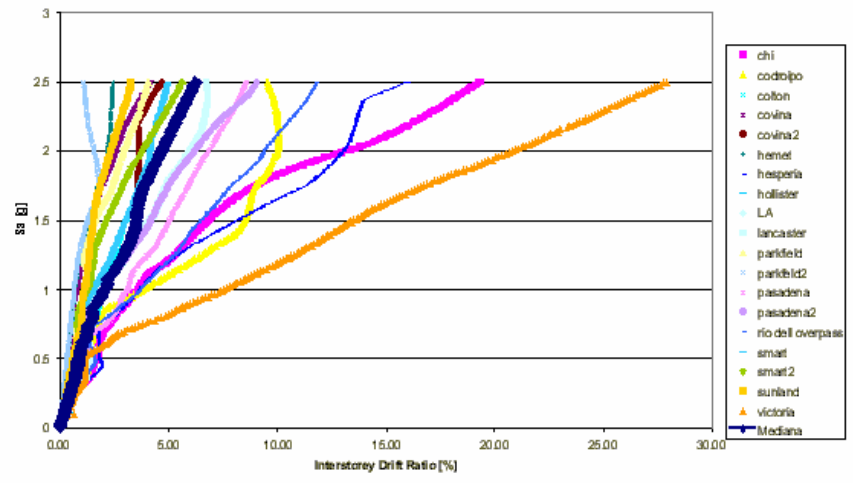


Non-structural (lighting collapse)

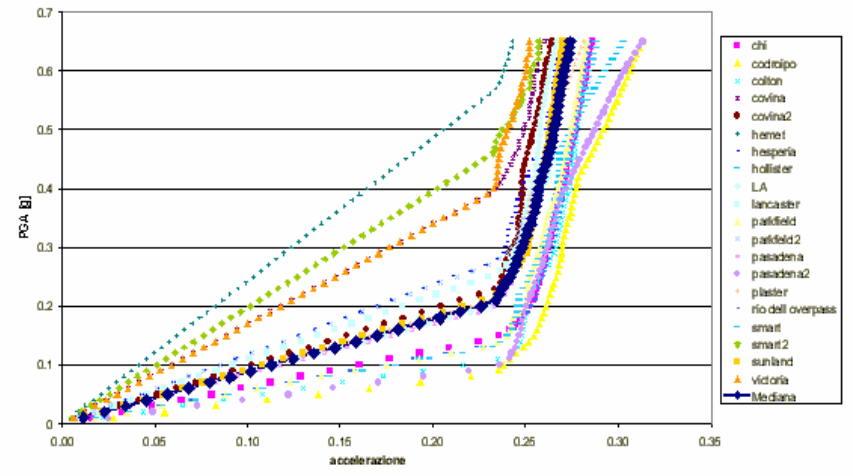


3. Distribuz. Risposta Sismica

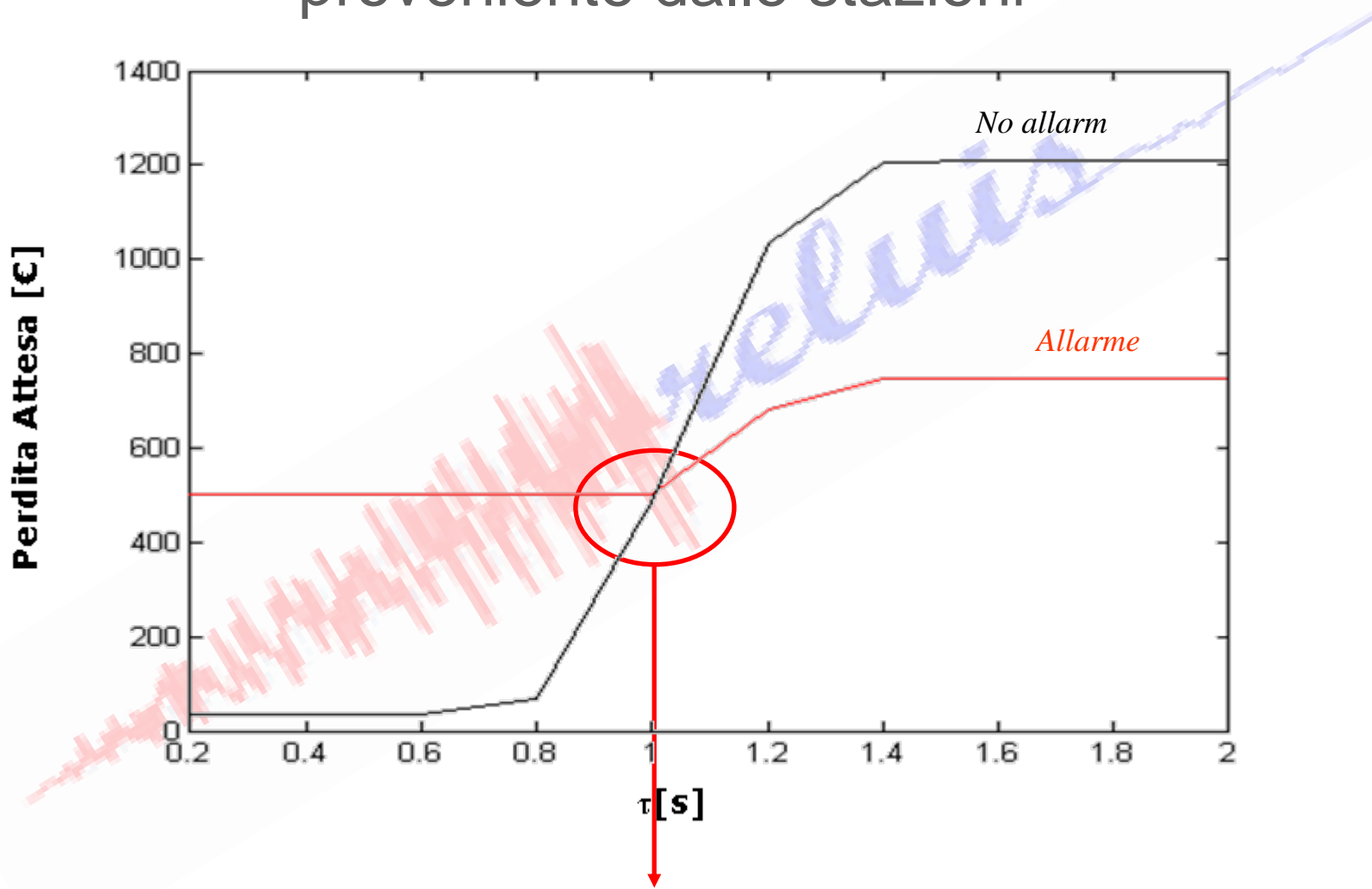
Structural response (max IDR)



Non-structural response (PFA)



Perdita attesa in funzione della misura media proveniente dalle stazioni

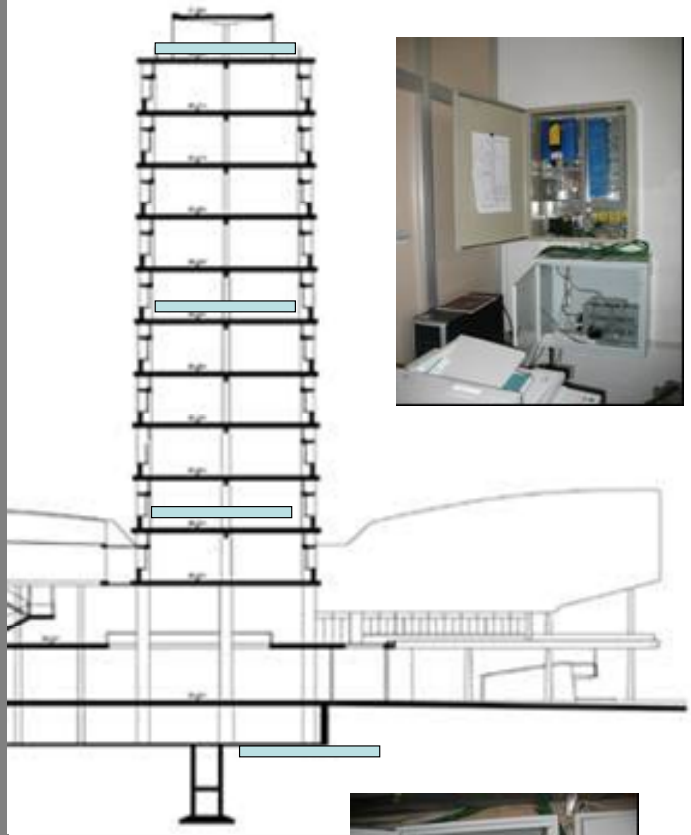


Soglia di Allarme Ottima



Applicazione alla Facoltà di Ingegneria UNINA Federico II – Interazione con UR 2 (Unimol)

Linea 9: Procedure di Progettazione per Applicazioni di
Ingegneria Sismica dell'Early Warning



Stato di Avanzamento

Linea 9: Procedure di Progettazione per Applicazioni di Ingegneria Sismica dell'Early Warning

Trimestri														
Stato dell'arte	■	■	■											
Implementazione di procedure per la valutazione della probabilità di falso allarme			■	■	■	■	■	■						
Linee guida per l'implementazione di sistemi di early warning e applicazioni pilota							■	■	■	■	■	■	■	■



Bibliografia Pubblicata

- IERVOLINO I., CONVERTITO V., GIORGIO M., MANFREDI G. and ZOLLO A.: "Real Time Risk Analysis for Hybrid Earthquake Early Warning Systems", Journal of Earthquake Engineering. (Accepted)
- OCCHIUZZI A., IERVOLINO I., MANFREDI G.: "Feedforward Control Algorithms For Seismic Early Warning Systems", 4th World Conference on Structural Control, San Diego CA, July 8-11, 2006.
- IERVOLINO I., CONVERTITO V., GIORGIO M., MANFREDI G. and ZOLLO A. *Real-Time Hazard Analysis for Earthquake Early Warning*. Proc. of First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3-8 September 2006. Paper Number: 850.
- IERVOLINO I., Manfredi G., Cosenza E. (2006) *Earthquake Early Warning and Engineering Application Perspectives*. In Seismic Early Warning, P. Gasparini, G. Manfredi and J. Szchau (eds.), Springer-Verlag.
- IERVOLINO I., CONVERTITO V., GIORGIO M., MANFREDI G., ZOLLO A.: "The cry wolf issue in seismic early warning applications for the campanian region" Seismic Early Warning, P. Gasparini, G. Manfredi and J. Szchau (eds.), Springer-Verlag, 2006.
- IERVOLINO I. CONVERTITO V., GIORGIO M., MANFREDI G., ZOLLO A.: "The cry wolf issue in seismic early warning applications: a feasibility study for the Campanian Region (southern Italy)", AGU, Fall Meeting, 5-9 December 2005, San Francisco. USA.
- IERVOLINO I., CONVERTITO V., MANFREDI G., ZOLLO A., GIORGIO M., PULCINI G. *The Cry Wolf Issue in Seismic Early Warning Applications: A Feasibility Study for the Campanian Region (Southern Italy)*. Earthquake Early Warning Workshop, Caltech. 13-17 July. Pasadena, California 2005.
- ZOLLO A., CONVERTITO V., IANNACCONE G., IERVOLINO I., LANCIERI M., LOMAX A., SATRIANO C. and WEBER E. "A seismic alert management system for the Campania region (southern Italy): Development and experimentation results". Workshop on Fracture Dynamics: Theory and Applications To Earthquakes, Madrid, Spain, 26-28 September, 2005.
- GRASSO V.F., IERVOLINO I., OCCHIUZZI A., MANFREDI G.: "Critical Issues of Early Warning Systems for Active Structural Control", 9th Conference on Structural Safety and Reliability, June 19-23, 2005.
- ...??? Manfredi mi ha fatto diventare scaramantico...

