

Rischio Sismico e Sistemi di Early Warning

Giornata di studio

La gestione del tempo nella prevenzione dei rischi naturali

Napoli, 28 Novembre 2003

Prof. Gaetano Manfredi

Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale

Università di Napoli "Federico II"



Rischio Sismico e Sistemi di Early Warning Systems- Outline



- ✓ Rischio Sismico
- ✓ Early Warning
- ✓ Benefici dell' Early Warning
- ✓ Sistemi di Early Warning
- ✓ Sviluppi dell' Early Warning
- ✓ Applicazioni dell'Early Warning in Campania
- ✓ Early Warning ed il Monitoraggio Strutturale
- ✓ Early Warning ed il Controllo Strutturale
- ✓ Early Warning ed Applicazioni ai Sistemi Industriali

Rischio Sismico



Mitigazione del Rischio Sismico:

- **Prevenzione**
 - ✓ Progettazione Antisismica
 - ✓ Rinforzo delle strutture a rischio
 - ✓ Definizione dei Piani di Emergenza
 - ✓ Installazione di Sistemi di Early Warning
- **Early Warning**

Early Warning

- Cosa è l'Early Warning?

è costituito da tutte le azioni che possono essere intraprese tra il momento in cui si ha ragionevole certezza del verificarsi di un evento catastrofico in una data località ed il momento in cui l'evento avviene.

Sistemi di Early Warning per:

- Prevenzione
- Emergenza

Early Warning

..prima, durante e dopo l'evento sismico..

- ▶ Secondi **prima** del terremoto:
evacuazione di edifici; shut-down di impianti critici (centrali nucleari ed impianti chimici); interruzione traffico ferroviario.
- ▶ **Durante** il terremoto:
shut-down di impianti critici (centrali nucleari ed impianti chimici); segnali di allarme per implementare misure di emergenza, interruzione traffico ferroviario e processi industriali.
- ▶ Immediatamente **dopo** il terremoto:
definizione carte di danno per l'ottimizzazione delle operazioni di emergenza nella fase post-sisma.

Benefici dell'Early Warning

Le conseguenze principali della realizzazione di un sistema di Early Warning sono:

- ✓ Riduzione del numero di perdite in termini di vite umane, e diminuzione del danno agli edifici
- ✓ Preavvertimento della popolazione
- ✓ Interruzione dei processi industriali a rischio
- ✓ Interruzione del traffico ferroviario
- ✓ Prevenzione del danno grave agli impianti industriali
- ✓ Prevenzione da danni di secondo ordine (frane, incendi, inondazioni, etc.) dovuti ad eventi sismici

Sistemi di Early Warning

Sistemi di Early Warning esistenti:

- **Sistemi di Trasporto:**
 - Linea ferroviaria ad alta velocità Shinkansen-Giappone
 - Lion's Gate Bridge-Vancouver
- **Applicazioni industriali:**
 - Impianto di produzione energia elettrica- Kobe, Giappone
- **Impianti Nucleari:**
 - Impianto nucleare Ignalina -Lituania
- **Rete trasporto gas**
 - Progetto dell'Istituto Des Plaines, Illinois, Dipartimento di Energia/Gas

Applicazioni- Linea Ferroviaria Shinkansen

La linea Shinkansen è una linea ferroviaria ad alta velocità presente in Giappone.

Il sistema Early Warning System è composto da:

- stazioni vicine all'area epicentrale
- UrEDAS (Urgent Earthquake Detection and Alarm System) lungo la linea ferroviaria,
prevede:
 - ✓ Rilevamento delle onde di taglio (onde-P)
 - ✓ Stima della potenziale area soggetta a danno
 - ✓ Interruzione traffico ferroviario, se necessario

Applicazioni-Lion's Gate Bridge

Il Lion's Gate Bridge è la principale arteria di collegamento tra la città di Vancouver e l'area a Nord ed ad Ovest della città.

Il Sistema di Early Warning è costituito da:

- sismometri/trasmittitori/ricevitori distribuiti sul territorio (British Columbia, Washington ed Oregon)

Al fine di fornire:

- ✓ La misura del moto verticale del suolo
- ✓ Interruzione del traffico veicolare, mediante luce rossa del semaforo



Applicazioni-Sistemi di Early Warning per gasdotti

Sistemi di Early Warning per gasdotti per:

- ✓ Prevenire danno ambientale
- ✓ Preservare l'integrità del gasdotto anche durante l'evento sismico, per garantire il servizio
- ✓ Riduzione del rischio di incidenti e delle perdite economiche, in caso di danno.

Tecnologie disponibili:

- Cavi a fibra ottica
- Valvole di shutoff in caso di sisma

Applicazioni-Impianti Nucleari

Sistemi di Early warning per Impianti Nucleari per:

- riduzione del rischio di rilascio di materiali radioattivi
- riduzione del danno ad attrezzature (generatore a turbina, pompe di circolazione, sistema di depressurizzazione del settore a pressione del reattore, generatore di vapore, etc.).
- riduzione del rischio sismico e dunque del costo per la copertura assicurativa
- soluzione a breve termine per la mitigazione del rischio sismico; un intervento a lungo termine deve prevedere azioni strutturali sulle componenti critiche.

Interruzione delle reazioni nucleari o l'attivazione di misure di controllo richiede solamente tre secondi di preallarme.

Applicazioni-Impianto Nucleare Ignalina (Lituania)

L'impianto nucleare di Ignalina è stato progettato per accelerazioni massime al suolo derivanti dall'analisi della sismicità dell'area baltica. L'impianto è risultato, da successive analisi, non conforme alle norme di sicurezza.

Non potendo chiudere l'impianto, per motivi economici e politici, è stato installato un sistema di Early Warning che prima del verificarsi di un terremoto in prossimità dell'impianto, provvede alla disattivazione del reattore.

Il sistema, in caso di sisma, prevede l'attivazione di misure di sicurezza che possano interrompere le reazioni di fissione nucleare, in modo da diminuire il danno derivante dall'evento sismico.

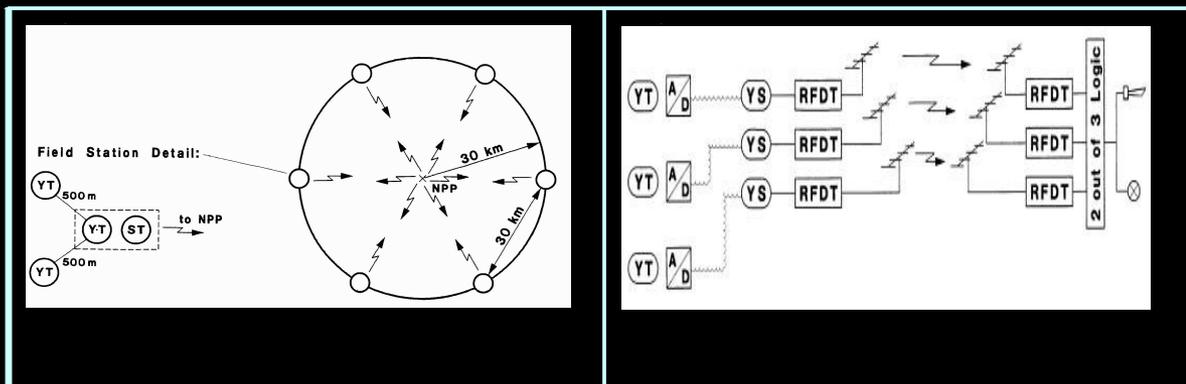
Applicazioni-Impianto Nucleare Ignalina (Lituania)



Applicazioni-Impianto Nucleare Ignalina (Lituania)

Il Sistema di Early Warning per l'impianto nucleare di Ignalina (Fig.1) consiste di:

- sei stazioni sismiche che circondano l'impianto a distanza di 30 km ed una settima stazione localizzata nell'impianto. Ogni stazione (Fig.2) è costituita da tre sottostazioni a 500 m di distanza l'una dall'altra.



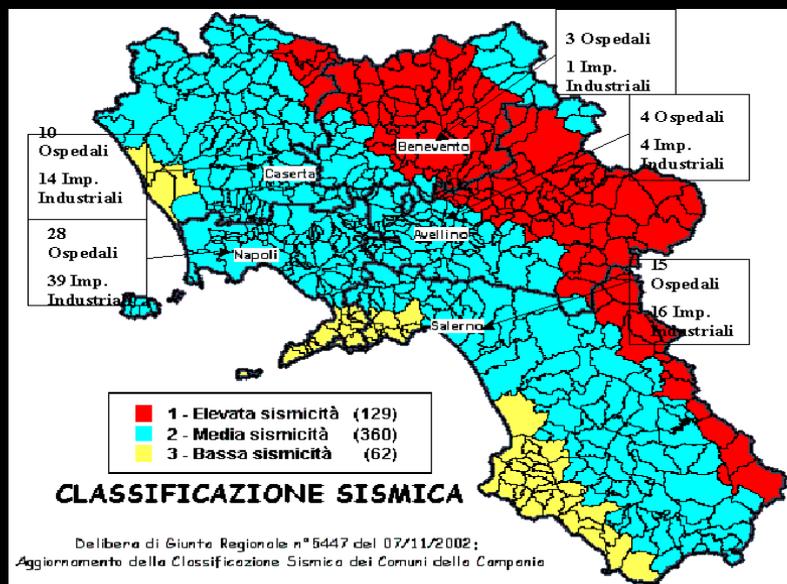
Sviluppi dell'Early Warning

Applicazioni dell'Early Warning:

- **Aziende Sanitarie:** - attivazione di generatori di emergenza di energia
- messa in sicurezza di attrezzature
- shut off di impianti di gas/elettrici
- **Servizi di emergenza (Stazione dei pompieri, Caserme..):**
- attivazione di misure di sicurezza (ad es. apertura automatica di garage)
- **Edifici per civile abitazione:** - misure di allarme
- attivazione di valvole di shutoff del gas
- **Impianti**
Industriali: - prevenzione del danno di impianti nucleari/chimici
- misure di controllo negli aeroporti per operazioni di decollo/atterraggio
- **Stazioni di rifornimento carburante:** - sistemi di shutoff

Applicazioni dell'Early Warning in Campania

L'area campana è una zona a rischio sismico, in quanto soggetta a terremoti di origine vulcanica e tettonica, aventi epicentro nell'area degli Appennini, a circa 70 km dalla città. Nell'area sono presenti numerose infrastrutture a rischio, quali ospedali ed impianti industriali. Al fine di mitigare il rischio sismico dell'area campana, l'applicazione di un sistema di Early Warning è una soluzione efficace. .

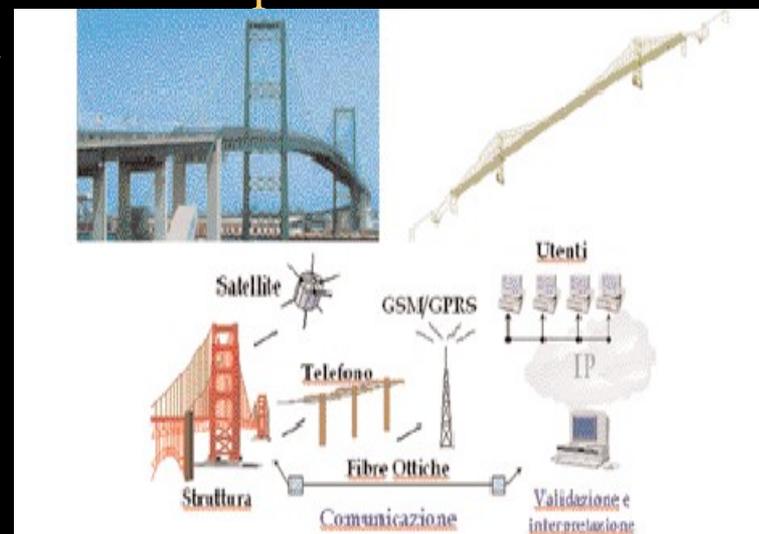


Napoli, 28 Novembre 2003

Early Warning e Monitoraggio Strutturale

Sistemi di Early Warning e Monitoraggio Strutturale, per:

- Ridurre le perdite economiche dovute a danni da sisma
- Migliorare la conoscenza della risposta sismica della struttura
- Aumentare l'accuratezza dei limiti di danno e della predizione del comportamento dinamico della struttura
- Ridurre la probabilità di falso allarme
- Ottimizzare la trasmissione dei dati



Early Warning ed il Controllo Strutturale

Il controllo strutturale per la protezione delle strutture in presenza di sisma:

✓ Controllo Passivo:

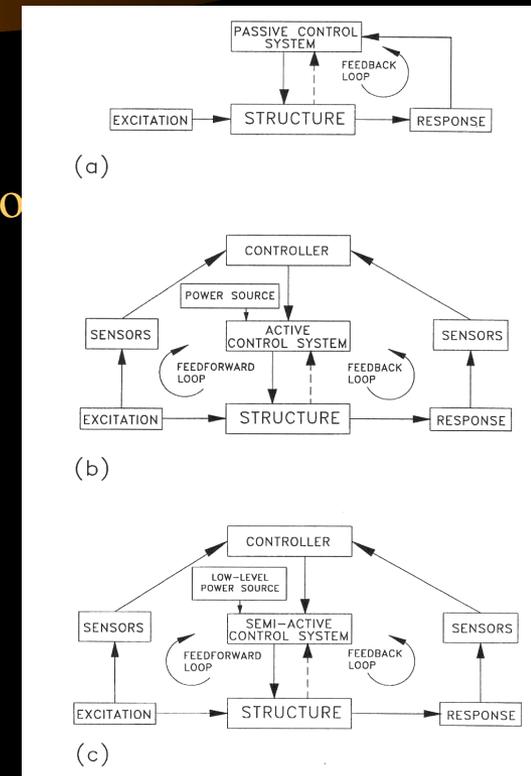
modifica, durante l'evento sismico, della rigidezza e/o dello smorzamento per migliorare il comportamento strutturale

✓ Controllo Semi-Attivo:

modifica, prima del verificarsi del sisma, delle caratteristiche dinamiche, in modo da raggiungere una risposta strutturale ottimale.

✓ Controllo Attivo:

basato sulla disponibilità di attuatori capaci di bilanciare le forze di inerzia dovute all'evento sismico



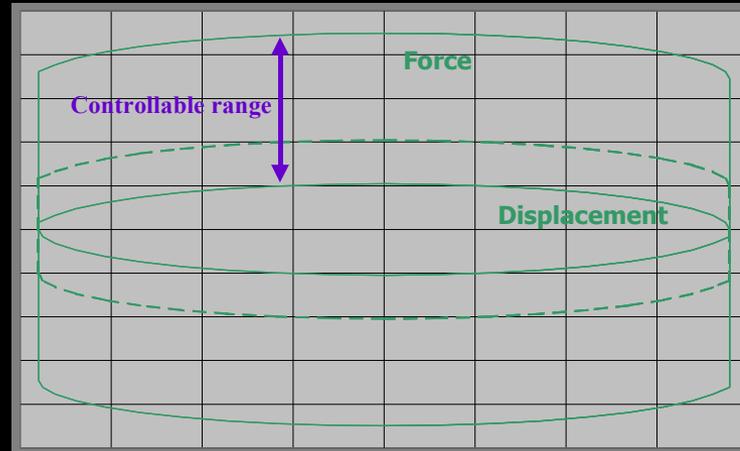
Early Warning ed il Controllo Strutturale

Interazione dei Sistemi Early con:

- ✓ Controllo Strutturale Passivo: è possibile definire, in base ai dati disponibili relativi al sisma che sta per verificarsi, le proprietà degli attuatori per ottimizzare la risposta strutturale. Tempo necessario: **10 sec.**
- ✓ Controllo Strutturale Semi-Attivo: si definiscono le proprietà dell'algoritmo di controllo e dell'attuatore, in funzione dei parametri sismici dell'evento che sta per verificarsi. Tempo richiesto: **1 sec.**
- ✓ Controllo Strutturale Attivo: un sistema di Early Warning rende possibile:
 - a) attivare la produzione autonoma di energia elettrica
 - b) attivare salvataggio di energiain modo che il sistema di controllo sia disponibile anche durante il sisma.

Early Warning ed il Controllo Strutturale

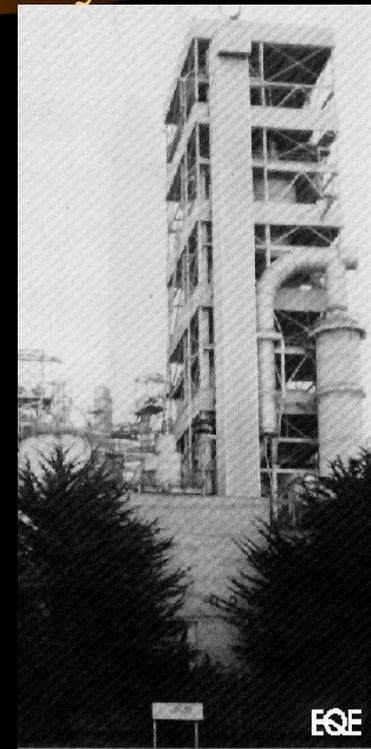
Un esempio di strumentazione utilizzata per il controllo è lo smorzatore magnetoreologico semi-attivo. Variando l'intensità del campo magnetico applicato allo smorzatore è possibile modificare il comportamento fisico dello smorzatore.



Early Warning ed Applicazioni ai Sistemi Industriali

Applicazioni Industriali dei Sistemi di Early Warning, al fine di:

- ✓ *Prevenire esplosioni*
- ✓ *Prevenire incendi*
- ✓ *Prevenire dispersioni tossiche*
- ✓ *Ridurre il danno*
- ✓ *Ridurre i danni ambientali*



Early Warning ed Applicazioni ai Sistemi Industriali

I sistemi di Early Warning per impianti industriali si dividono in:

- Sistemi che prevengono rilascio di materiale; disattivando parti o sottosistemi dell'impianto
- Sistemi che riducono il danno da rilascio di materiale tossico , mettendo in sicurezza l'area (ad es. evacuazione dell'area)

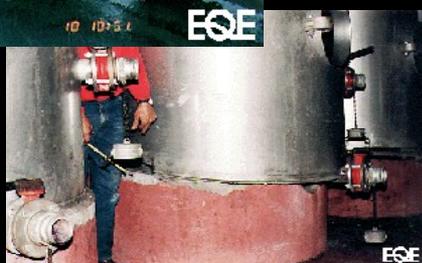
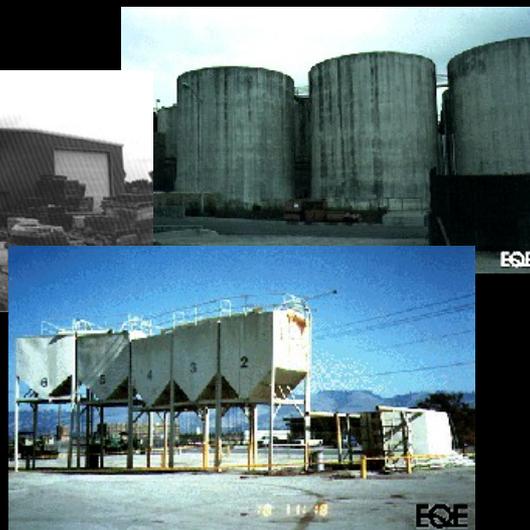
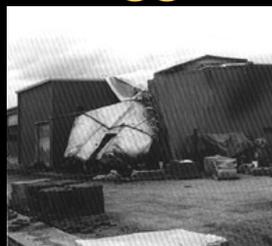
Early Warning ed Applicazioni ai Sistemi Industriali

I sistemi di Early Warning Industriale esistenti:

Generatore di Energia Elettrica-Kobe, Giappone

Impianto di distribuzione acqua-Giappone

Impianti di Stoccaggio



Prospettive per la Campania

Sistema di Early Warning per:

- ▶ Protezione di edifici strategici (ospedali, caserme, scuole, etc.)
- ▶ Prevenzione di danni severi ad impianti industriali (ad es. gli impianti di estrazione che saranno realizzati in aree a rischio sismico)
- ▶ Protezione di gasdotti/oleodotti

Prospettive per la Campania

Per l'area intorno alla città di Napoli è stato stimato un tempo di Early Warning di **20 sec.** circa..

Imagine what 20 seconds could do for your life.

We give you those 20 seconds.