

# LE SETTIMANE DELLA SICUREZZA 2019

Auditorium del CEFLA via Bicocca 14 Imola,

16 ottobre 2019



**INAIL**

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

## Percezione, prevenzione e gestione del rischio sismico nelle realtà produttive

Mariano Ciucci

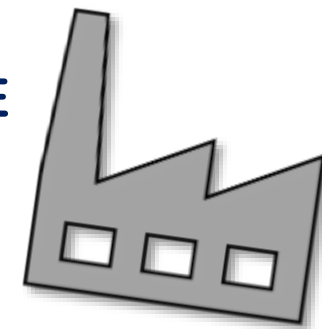
Alessandra Marino

DIPARTIMENTO INNOVAZIONI TECNOLOGICHE E SICUREZZA DEGLI IMPIANTI PRODOTTI E INSEDIAMENTI ANTROPICI

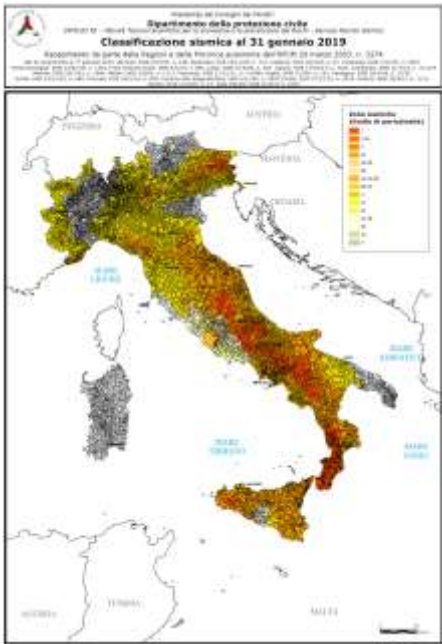
Laboratorio VII Impianti a pressione e stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante

# INTRODUZIONE

- ✓ **PERCEZIONE E CONOSCENZA DEL RISCHIO SISMICO**
- ✓ **QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**
- ✓ **VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO AI SENSI DEL D. lgs. 81/2008**
- ✓ **OBBLIGO DI VERIFICA SISMICA AI SENSI DEL OPCM n. 3274/2003 E DISPOSIZIONI ATTUATIVE**
- ✓ **VERIFICA SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018**
- ✓ **ANALISI DEL RISCHIO SISMICO AI SENSI DEL D. lgs. 105/2015**
- ✓ **STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEI RISCHI PREVISTI DAL D. lgs. 105/2015**
- ✓ **PREVENZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO: MITIGAZIONE DELLE CONSEGUENZE**
- ✓ **RESILIENZA**



**PERCEZIONE e CONOSCENZA  
del RISCHIO SISMICO**



Rischio sismico

I RISCHI NATURALI IN ITALIA

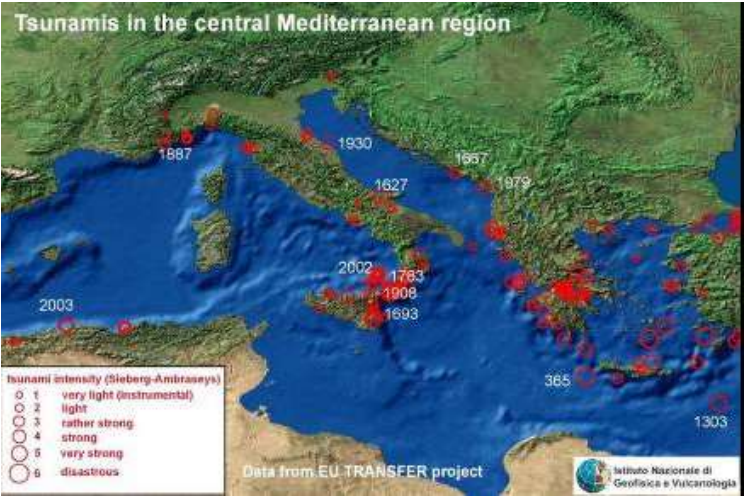
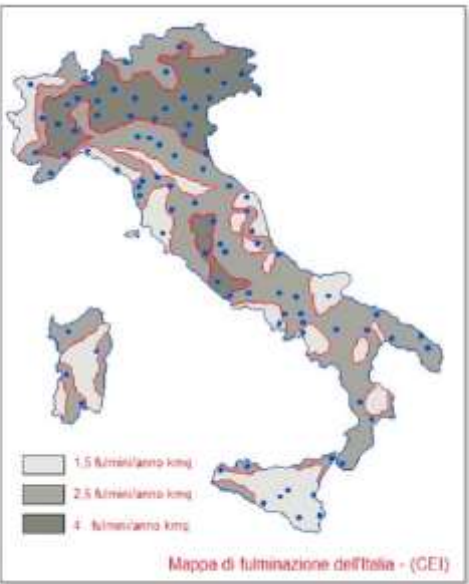
Rischio idrogeologico



Rischio ceraunico

Rischio vulcanico

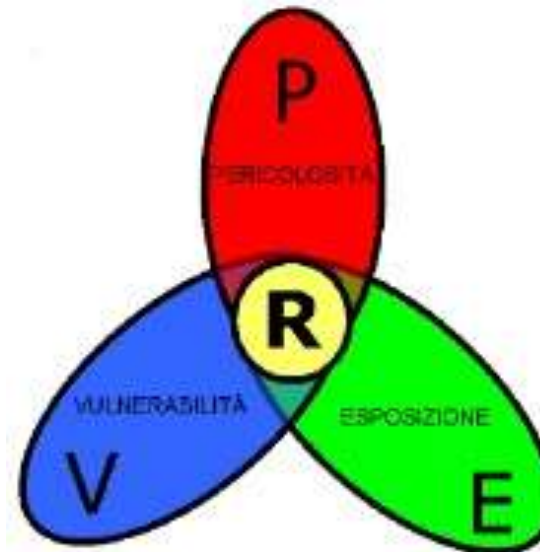
Rischio tsunami



Conoscere i rischi naturali è il primo passo per difendersi dalle conseguenze

COS'È IL RISCHIO?

**RISCHIO = f (FREQUENZA, MAGNITUDO)**



*RISCHIO SISMICO = F (PERICOLOOSITÀ , VULNERABILITÀ , ESPOSIZIONE)*





# Pericolosità sismica locale

La pericolosità sismica locale è la componente dovuta alle caratteristiche e ad effetti locali.

Infatti dopo un terremoto, l'osservazione dei danni provocati alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali anche in aree molto vicine fra di loro.

Questi fenomeni sono oggetto degli studi di **Risposta Sismica Locale**, attraverso i quali è possibile individuare e caratterizzare le zone suscettibili di **amplificazione locale** e le zone soggette a **instabilità**, quali frane, rotture della superficie per faglie e **liquefazioni** dinamiche del terreno.



*Northridge, 1994 (M6.7)*

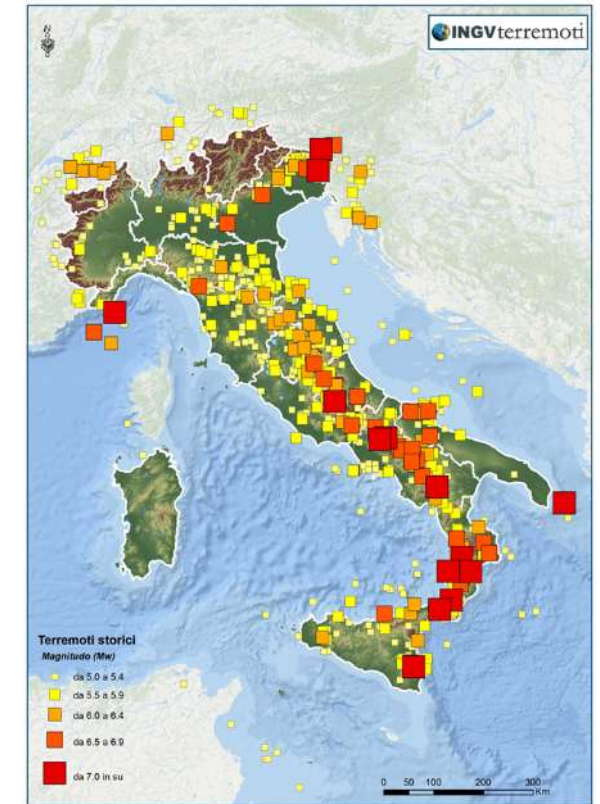
# Rischio sismico in Italia

L'Italia ha:

una **pericolosità sismica medio-alta** (per frequenza e intensità dei fenomeni)

una **vulnerabilità molto elevata** (per fragilità del patrimonio edilizio, infrastrutturale, industriale, produttivo e dei servizi)

un'**esposizione altissima** (per densità abitativa e presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo).



**L'ITALIA È DUNQUE AD ELEVATO RISCHIO SISMICO, IN TERMINI DI VITTIME, DANNI ALLE STRUTTURE E COSTI DIRETTI E INDIRETTI ATTESI A SEGUITO DI UN TERREMOTO.**

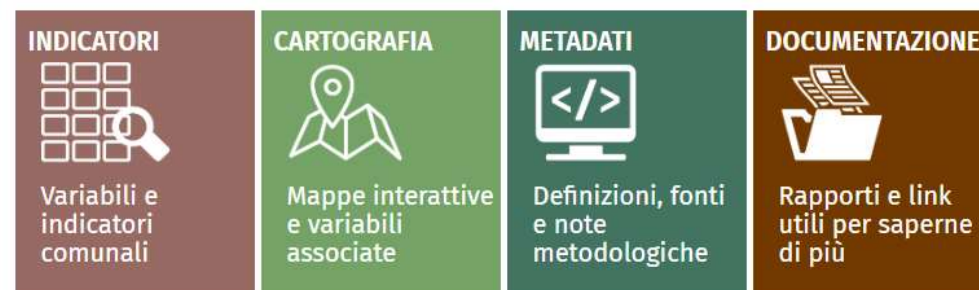
## MAPPA DEI RISCHI DEI COMUNI ITALIANI

L'Istituto nazionale di statistica (Istat) e Casa Italia, rendono disponibile un quadro informativo integrato sui rischi naturali in Italia, aggiornato alla data del **30 giugno 2018**.

L'obiettivo è quello di fornire un quadro aggiornato dei Comuni Italiani di variabili e indicatori di qualità, che permettono una visione di insieme sui rischi di esposizione a terremoti, eruzioni vulcaniche, frane e alluvioni, attraverso l'integrazione di dati provenienti da varie fonti istituzionali, quali Istat, INGV, ISPRA, Ministero per i beni e le attività culturali.

Per ciascun Comune i dati sul rischio sismico, idrogeologico e vulcanico sono corredati da informazioni demografiche, abitative, territoriali e geografiche.

PIATTAFORMA INTERATTIVA



CONSULTAZIONE ON LINE

<https://www.istat.it/it/mappa-rischi/indicatori>

# COME UTILIZZARE LA CARTA DEI RISCHI

Aprendo «Visualizza Report» si aprirà un report dettagliato con tutti i rischi per quel comune selezionato

POPOLAZIONE E FAMIGLIE | SOCIETÀ E ISTITUZIONI | ISTRUZIONE E LAVORO | ECONOMIA | AMBIENTE E TERRITORIO

HOME > MAPPA RISCHI > INDICATORI

INDICATORI

Seleziona una Regione oppure digita il nome del Comune di interesse

Regione:  Comune: Roma (RM)

INDICATORI: CARTOGRAFIA, METADATI, DOCUMENTAZIONE

Selezionare il formato dei dati da scaricare: xls, xml, json, csv, **visualizza report**, consulta la mappa

NOTA In alcune province del comune di Cavale Turca. Clicca qui per scaricare i dati sugli indicatori dei rischi legati ai territori selezionati. Base alla nuova geografia, nei casi restanti si deve fare riferimento alla geografia precedente.

Roma (RM) codice Istat 058091

Regione Lazio codice Istat 12  
Provincia/Città metropolitana Roma codice Istat 058

Superficie totale Area 1.287,36  
Zona abitativa Roma  
Litorale Comune litorale  
Classe del comune delle aree interne A - Totale

Popolazione residente al 01/01/2018  
Famiglie residenti al 01/01/2018

EDIFICI A USO RESIDENZIALE E ABITAZIONI

EDIFICI A USO RESIDENZIALE

Numero totale comune provincia regione

% PER TIPO MATERIALE

% PER NUMERO DI PIANI FUORI TERRA

% PER EPOCA DI COSTRUZIONE

ABITAZIONI

% TIPOLOGIA DI OCCUPANTI

RISCHIO IDROGEOLOGICO

RISCHIO DA FRANA

RESIDENTI IN AREE:

RISCHIO DA ALLUVIONE

RESIDENTI A RISCHIO IN AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA:

RISCHIO VULCANICO

RISCHIO VULCANICO NON PRESENTE

DEMOGRAFIA

VARIAZIONE % DELLA POPOLAZIONE

DENSITA' ABITATIVA

ABITANTI PER KMQ

INDICE DI VECCHIAIA

DIPENDENZA STRUTTURALE

VULNERABILITA' SOCIALE E MATERIALE

BENI CULTURALI

Numero totale di beni culturali

Metadati

# ALTRE MAPPE INTERATTIVE ON LINE

<http://iononrischio.protezionecivile.it/mappe-interattive/>

Home / Mappe interattive

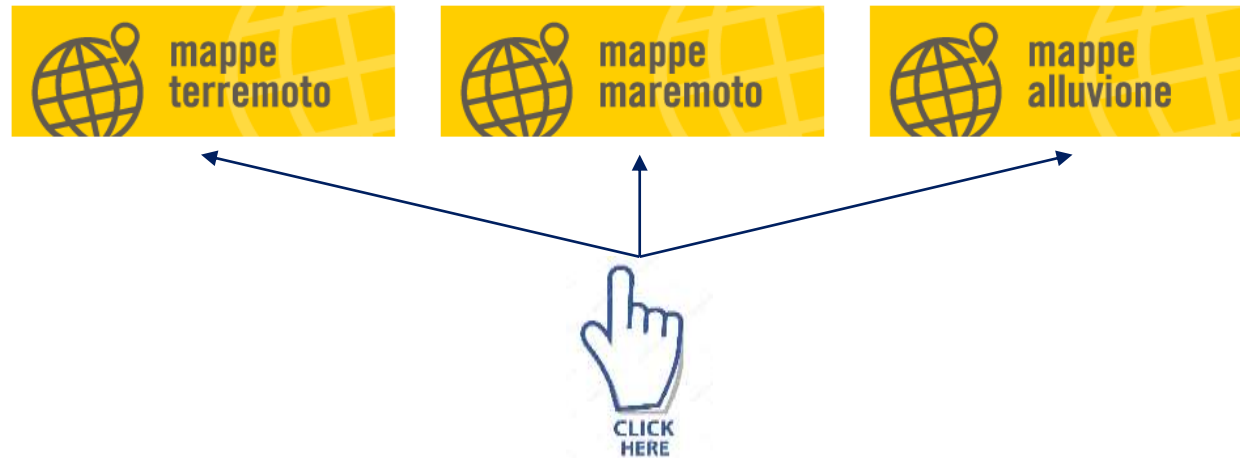
## Mappe interattive

Da questa pagina potete accedere alle mappe interattive sui terremoti e maremoti realizzate da INGV e sulle alluvioni realizzate da INGV in collaborazione con CNR Irpi. Si ringrazia [Esri Italia](#) per il supporto alla realizzazione.

La sezione dedicata al rischio sismico permette di esplorare il territorio italiano attraverso 4 mappe per scoprire la sua pericolosità sismica, i forti terremoti avvenuti in passato, la storia sismica dei capoluoghi di provincia e la sismicità recente dal 2000 al 2018 registrata dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV.

Nella mappa interattiva del rischio maremoto sono rappresentati gli eventi che hanno dato origine ai maremoti del passato classificati in base alla loro intensità con la possibilità di visualizzare le cause che li hanno innescati.

La sezione sul rischio alluvione offre due mappe interattive con la distribuzione geografica degli eventi di inondazione che hanno causato danni diretti alla persone negli ultimi 50 anni (periodo 1965-2014) ed il numero di eventi di inondazione per chilometro quadrato per ciascuna regione italiana nel periodo 1918-2001.



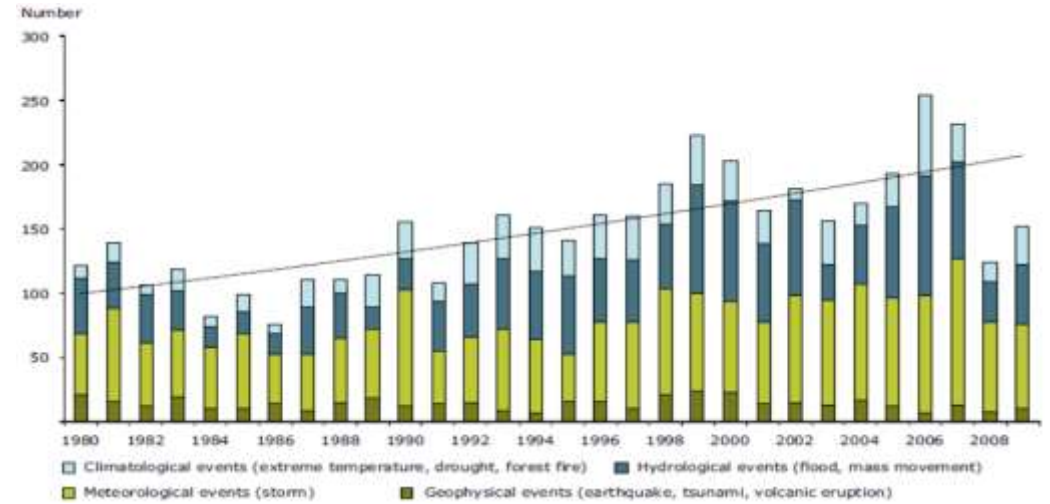


Un numero rilevante e crescente di incidenti industriali  
è provocato da disastri naturali, i cosiddetti

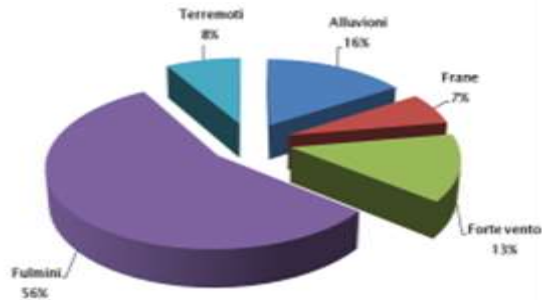
**EVENTI NATECH**

(Natural Hazard Triggering a Technological Disaster)

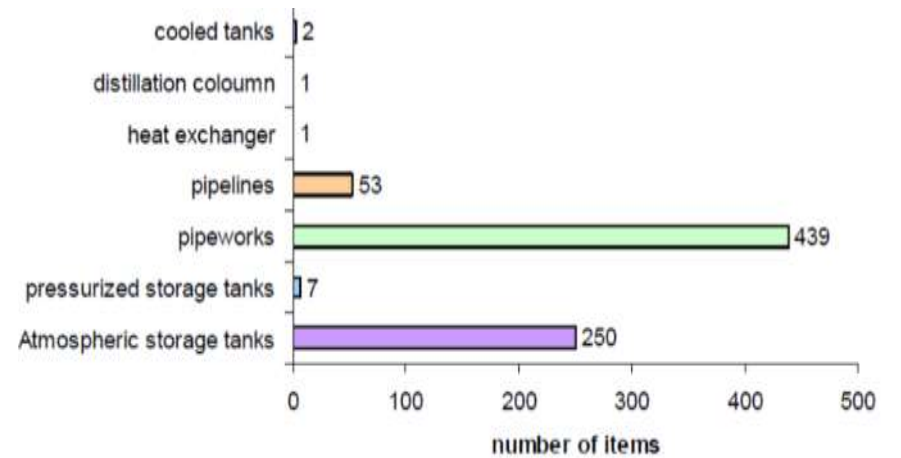
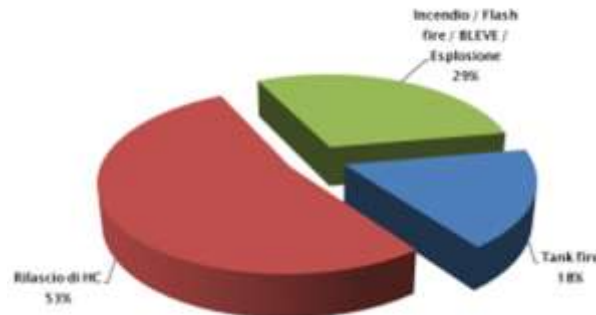
**IL SISMA RAPPRESENTA L'EVENTO PIÙ IMPATTANTE E DISTRUTTIVO**



Ripartizione percentuale cause di eventi NaTech - Banca dati MIRDAS



Ripartizione percentuale conseguenze eventi NaTech - Banca dati MIRDAS





Raffineria  
Tupras

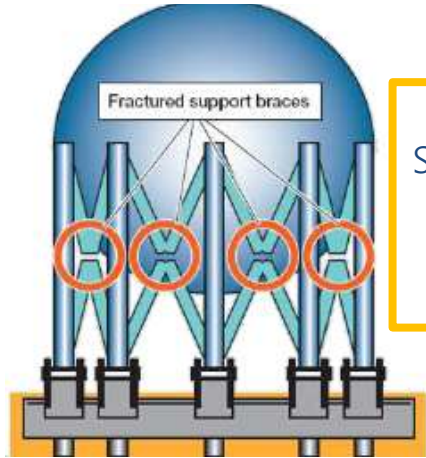
Terremoto (M 7.4) di  
Kocaeli (Turchia) del 17  
Agosto 1999

AKSA



**EVENTI NATECH**  
in conseguenza di eventi sismici

Terremoto Emilia-Romagna  
20 -29 maggio 2012 (M 6.1 E  
5.9)



Terremoto (M 9.0) di  
Sendai (Giappone) dell'11  
marzo 2011  
Raffineria di Chiba della  
Cosmo Oil



# RISCHIO NaTech

## PROBLEMATICHE CORRELATE AGLI EVENTI NATECH

SI POSSONO VERIFICARE RILASCI DI SOSTANZE PERICOLOSE DA UNA O IN PIÙ FONTI ALL'INTERNO DI UN'AZIENDA O DI PIÙ AZIENDE CON EVENTUALE EFFETTO DOMINO NELL'AREA DI IMPATTO DEL DISASTRO NATURALE



INCREMENTO DELLA FREQUENZA DEGLI INCIDENTI RILEVANTI



I SISTEMI DI SICUREZZA E MITIGAZIONE (WATER AND ELECTRICITY) POTREBBERO ESSERE INDISPONIBILI PERCHÉ DANNEGGIATI DALL'EVENTO STESSO.



CONSEGUENZE PIÙ SEVERE

IL SIMULTANEO VERIFICARSI DI UN DISASTRO NATURALE E DI UN INCIDENTE RILEVANTE RICHIEDE UN IMPEGNO CONTEMPORANEO DELLE RISORSE PREPOSTE ALLA GESTIONE DELL'EMERGENZA.



CROLLO DEL CAMINO DI UN FORNO PER IL TOPPING



DANNI AL SISTEMA DI PIPING



INCENDIO PER INOPERABILITÀ DELLE VALVOLE DI SHUTOFF

INCENDIO IN UN SERBATOIO DI NAFTA A TETTO GALLEGGIANTE INnescato DA SLOSHING



PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO PER INDISPONIBILITÀ DI ENERGIA ELETTRICA E ACQUA PER L'IMPIANTO ANTINCENDIO



INCENDIO DURATO 5 GIORNI

# **QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

# EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA

1975

19 % del territorio  
1° E 2° CATEGORIA  
N.C.



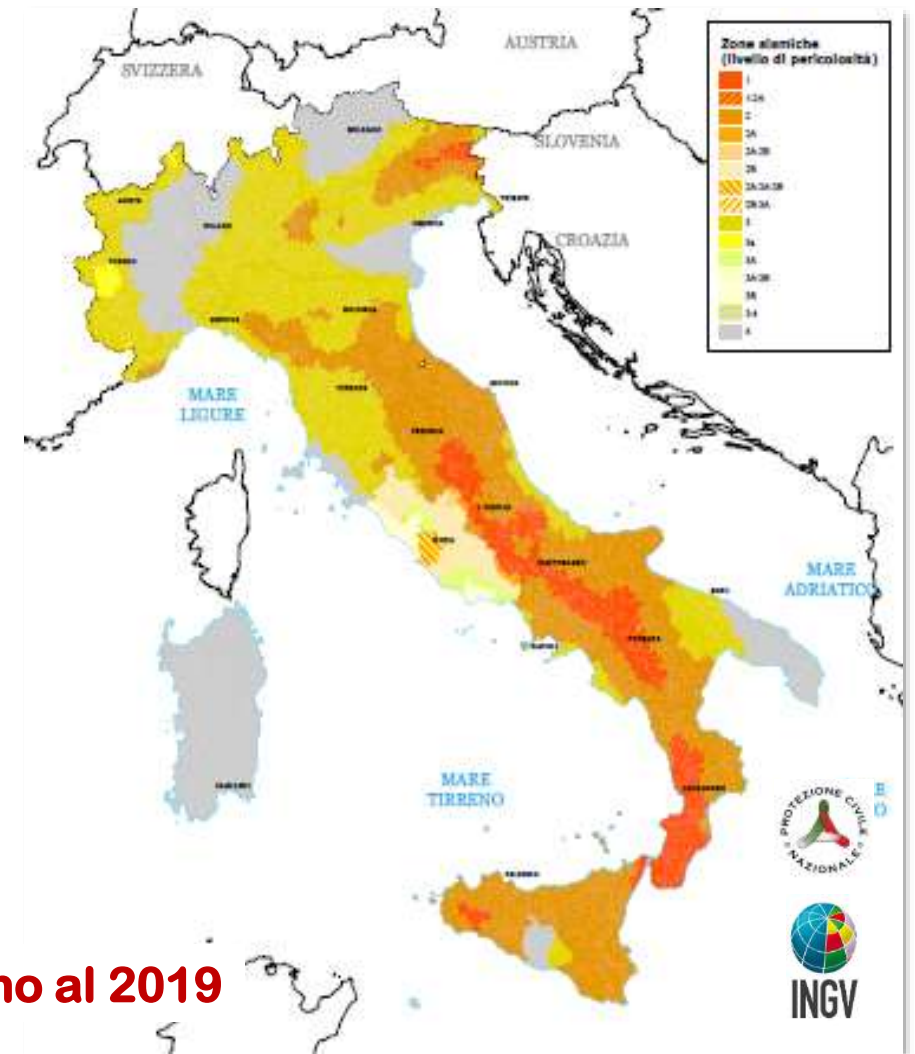
1984

45 % del territorio  
1°, 2° E 3° CATEGORIA  
N.C.



2003

67 % del territorio  
RIPARTIZIONE IN ZONE  
SISMICHE: 1, 2, 3, 4



100 % DEL TERRITORIO  
ZONA SISMICA 1, 2, 3, 4 + eventuali sottozone

Fino al 2019

# EVOLUZIONE DELLE NORME DI PROGETTAZIONE E VERIFICA

**DM 03/03/1975**

- NON SI FA PIÙ RIFERIMENTO AL NUMERO DI PIANI DI UN EDIFICIO, MA ALLA SUA ALTEZZA MASSIMA
- NELLE ZONE SISMICHE È POSSIBILE ADOTTARE IL METODO AGLI STATI LIMITE
- CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI
- COEFF. DI RISPOSTA  $R$  DIPENDENTE DAL PERIODO DELLA STRUTTURA PER LA DEFINIZIONE DELLE FORZE SISMICHE

**DM 16/01/1996**

- NUOVI CRITERI GEOTECNICI PER LE OPERE DI FONDAZIONE
- I NUOVI LIMITI PER LE ALTEZZE MASSIME ED IL NUMERO DI PIANI PER EDIFICI
- ESEGUIRE ANALISI DI TIPO STATICO O DINAMICO
- COEFF. DI PROPORZIONALITÀ E DISTRIBUZIONE PER LE FORZE SISMICHE E COEFF DI RIDUZIONE DEI SOVRACCARICHI

**NTC 2008**

- APPLICAZIONE DEL METODO AGLI STATI LIMITE
- PARAMETRI FONDAMENTALI SISMICI TABELLATI SECONDO LA NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO
- PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE
- INDICAZIONI PIÙ PRECISE PER LA DEFINIZIONE DI VALORI DI PROGETTO

**NTC 2018**

- **REQUISITI PRESTAZIONALI MAGGIORI**
- INCREMENTO DELLA RESISTENZA ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE DI STRUTTURE ED IMPIANTI

**EC8**

- FORTE SINTONIA DELLA NORMATIVA ITALIANA CON IL SISTEMA NORMATIVO A LIVELLO EUROPEO RAPPRESENTATO DALL'EUROCODICE 8 (EC8).

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO AI SENSI  
DEL D. lgs. 81/2008**

# D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

➤ LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO È OBBLIGATORIA?

**SI**

Il datore di lavoro deve effettuare la valutazione di tutti i rischi\* (art. 17) mediante il Documento di Valutazione dei Rischi.

La **Procedure Standardizzate** (art. 29) prevedono in maniera esplicita tra l'indicazione dei Pericoli presenti/non presenti i seguenti: inondazioni; allagamenti; **terremoti**.

Altre emergenze	Inondazioni, allagamenti, terremoti ecc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- D.Lgs. 81/08 s.m.i. ( <a href="#">Titolo I, Capo III, sez. VI</a> )	• Cedimenti strutturali
-----------------	--	--------------------------	--------------------------	---	-------------------------

\*...quindi, anche il RISCHIO SISMICO



## D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Il datore di lavoro provvede ad adottare le misure necessarie generali di tutela (art. 15):

- **valutazione di tutti i rischi\*** per la salute e la sicurezza;
- **programmazione della prevenzione**, mirata ad un complesso che integri in modo coerente nella prevenzione le condizioni tecniche produttive dell'azienda nonché l'influenza dei fattori dell'ambiente e dell'organizzazione del lavoro;
- **l'eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione;**
- l'adozione di codici di condotta e di buone prassi;
- la regolare manutenzione di ambienti, attrezzature, impianti.

\*...quindi, anche il RISCHIO SISMICO



# D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Allegato IV – Requisiti dei luoghi di lavoro al punto 1. AMBIENTI DI LAVORO

1.1. *Stabilità e solidità*

1.1.1. *Gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o qualunque altra opera e struttura presente nel luogo di lavoro devono essere stabili e possedere una solidità che corrisponda al loro tipo d'impiego ed alle caratteristiche ambientali.*

1.1.2. *Gli stessi requisiti vanno garantiti nelle manutenzioni.*



Questo può essere ottenuto adottando opportuni requisiti di sicurezza

# D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

PARTI NON  
STRUTTURALI

ARREDI E SCAFFALATURE

TRAMEZZI

CONTROSOFFITTATURE

PORTE, VIE ED USCITE DI EMERGENZA

SCALE FISSE E PORTATILI

PONTEGGI, SISTEMI DI ACCESSO E POSIZIONAMENTO IN QUOTA A FUNE

ILLUMINAZIONE NORMALE/EMERGENZA

PAVIMENTI

PARETI

SOPPALCHI

BOTOLE

LOCALI SOTTERRANEI

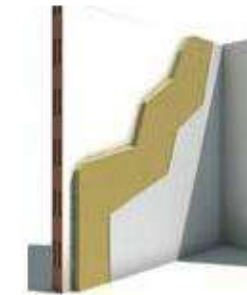
MACCHINE E ATTREZZATURE APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO

ASCENSORI E MONTACARICHI

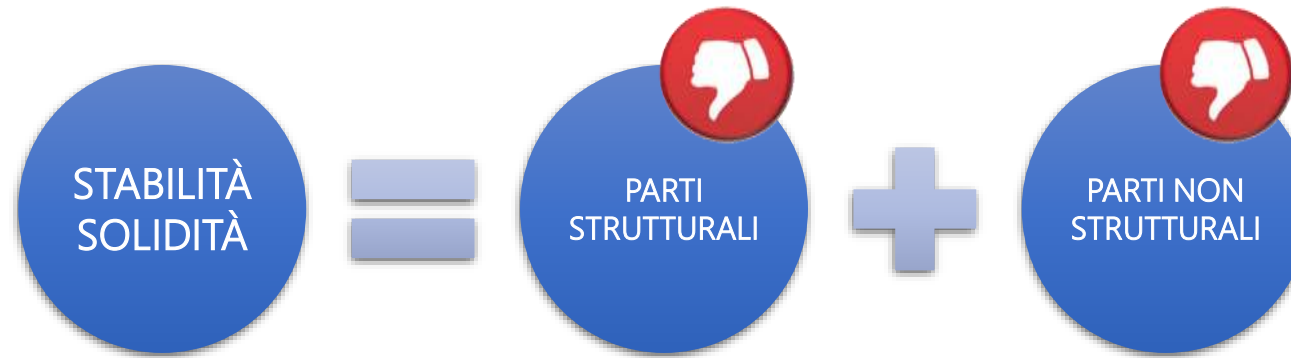
APPARECCHI A PRESSIONE (BOMBOLE, CIRCUITI)

PROTEZIONE NELL'ACCESSO A VASCHE, SERBATOI, PISCINE E SIMILI

MEZZI DI TRASPORTO

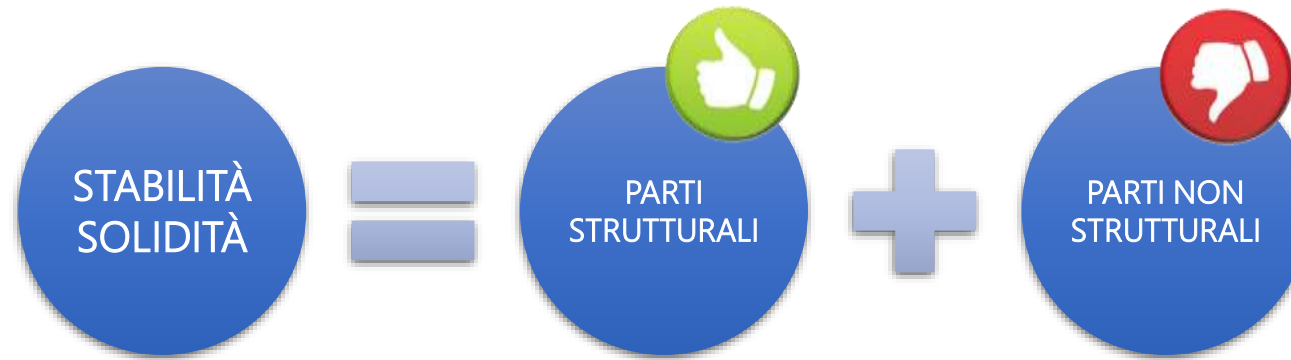


# D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.



Capannone di un'azienda a Medolla dopo il sisma del 2012.

# D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

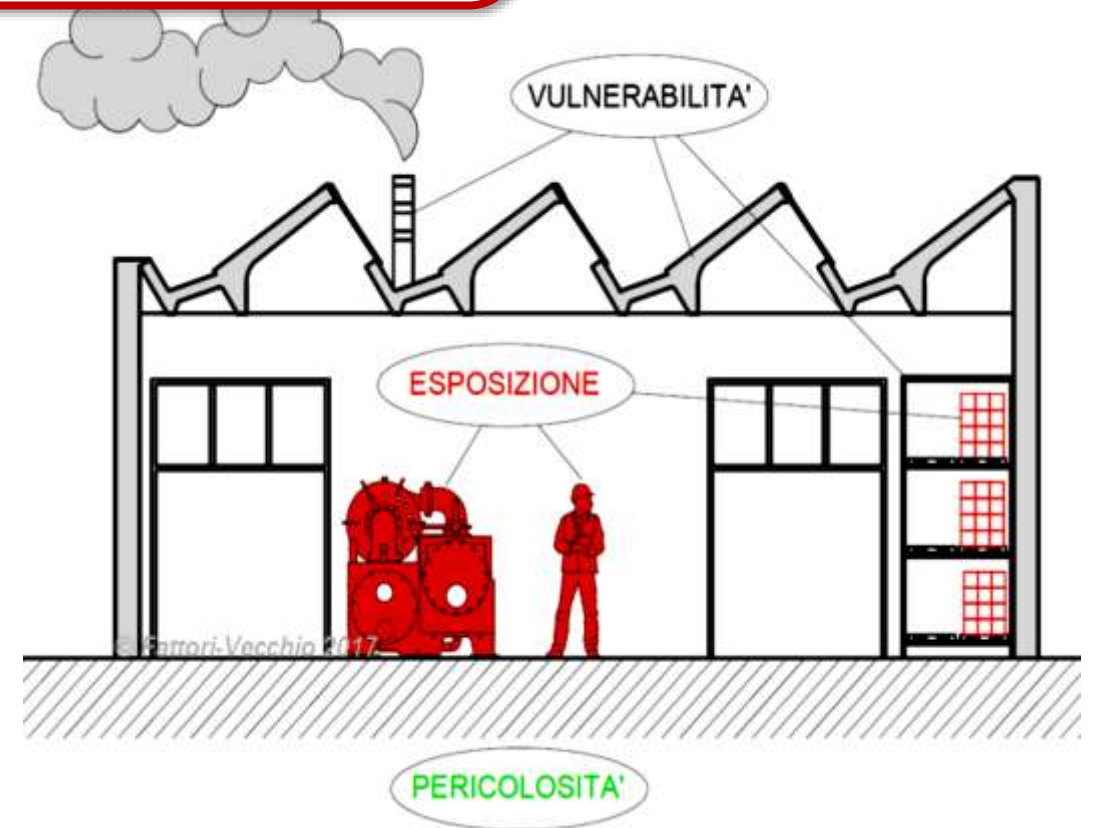


Deposito di Parmigiano Reggiano dopo il sisma del 2012.

# DEFINIZIONE DEL RISCHIO SISMICO

$$R_s = P \times V \times E$$

RISCHIO SISMICO = PERICOLOSITÀ x VULNERABILITÀ x ESPOSIZIONE



Dove si trova l'edificio?

Come è costruito l'edificio?

Che attività si svolge nell'edificio?

**OBBLIGO DI VERIFICA SISMICA AI SENSI DEL  
OPCM n. 3274/2003 E DISPOSIZIONI ATTUATIVE**

# OBBLIGO DELLA VERIFICA PER AZIONI SISMICHE

## OPCM n. 3274/2003 e disposizioni attuative Decreto 21/10/2003

L'OPCM introduce l'obbligo di verifica sismica per tutti gli edifici strategici e rilevanti sia per le finalità di Protezione Civile, sia per le conseguenze di un eventuale collasso. Il Decreto 21/10/2003 definisce le seguenti categorie di opere:

- Edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane.
- Strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali (quali ad esempio impianti a rischio di incidente rilevante).
- Edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale (quali ad esempio musei, biblioteche, chiese).

CLASSE D'USO III  
CLASSE D'USO IV

# OBBLIGO DELLA VERIFICA PER AZIONI SISMICHE

## § 8.3 del DM 17/01/2018 (NTC 2018)

La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti;
- danneggiamenti prodotti da azioni ambientali o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;
- ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di riparazione, miglioramento, adeguamento;
- opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo o in difformità alle NTC vigenti al momento della costruzione.

# OBBLIGO DI ADEGUAMENTO SISMICO

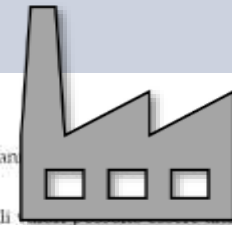
## § 8.4.3 del DM 17/01/2018 (NTC 2018)

L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) sopportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.**

**VERIFICA SISMICA AI SENSI DELLE NTC 2018**

# DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA



COORDINATE GEOGRAFICHE  
Allegato B delle NTC 2008



PARAMETRI FONDAMENTALI  
 $a_g$   $F_0$   $T^*_c$



**PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**  
A + T1 + campo libero

$V_N$  VITA NOMINALE



CLASSE D'USO



$C_U$  COEFF. DELLA CLASSE D'USO



$V_R$  PERIODO DI RIFERIMENTO



$T_R$  TEMPO DI RITORNO

## 2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

con valore minimo di 50 anni

Tab. 2.4.I - Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

**IV**  
"industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente"

2,5 per scenari con impatto esterno  
2,0 per scenari con impatto interno

III	IV
1,5	2,0

## 2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

$$= V_N \times C_U = 50 \times 2,5 = 125 \text{ anni}$$

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Tab. 3.2.I - Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
Stato limite di esercizio	91%	63%	10%	5%

# DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

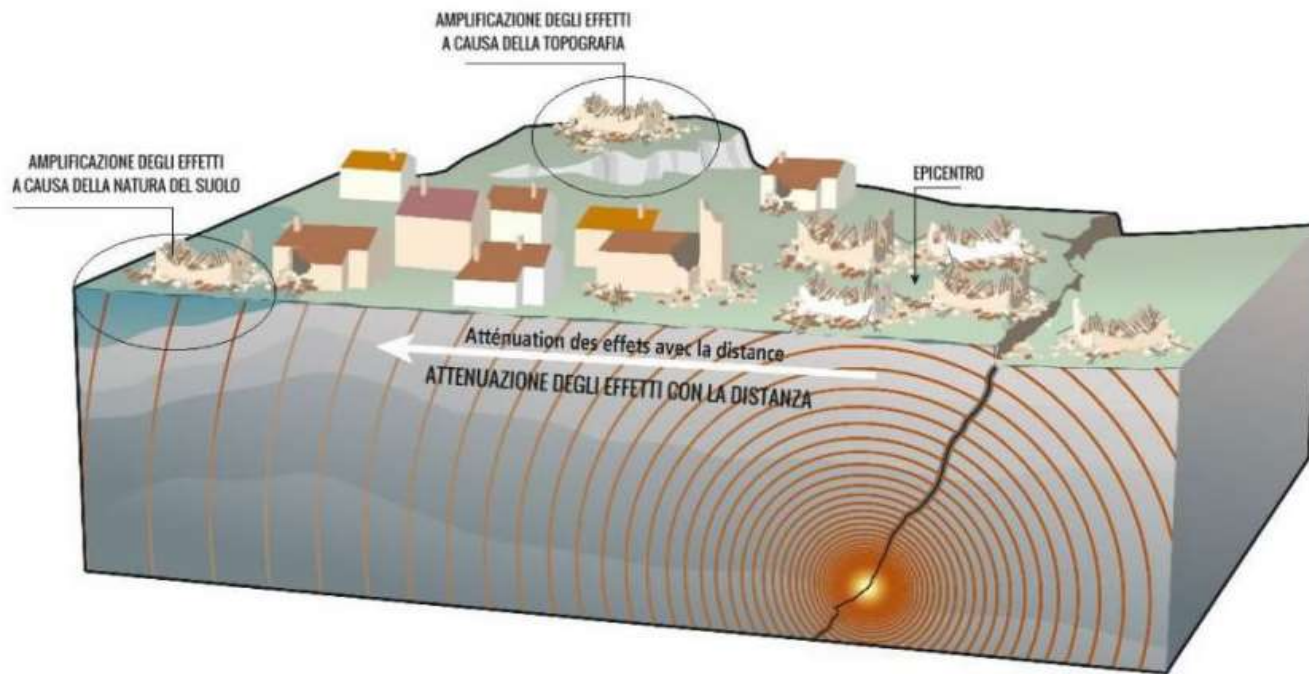


Tabella C6.2.1 - Mezzi di indagine e prove geotecniche in situ

Stratigrafia		Trincee Pozzi Cunicoli Sondaggi a carotaggio continuo Prove penetrometriche Indagini di tipo geofisico (*)
Proprietà fisiche e meccaniche	Terreni a grana fine	Prove penetrometriche Prove scissometriche Prove dilatometriche Prove pressiometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
	Terreni a grana grossa	Prove penetrometriche Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
	Rocce	Prove speciali in situ (prove di taglio) Prove di carico su piastra Prove di laboratorio Prove di tipo geofisico (*)
Misure di pressione interstiziale	Terreni di qualsiasi tipo	Piezometri
Permeabilità	Terreni a grana fine	Misure piezometriche Prove di laboratorio
	Terreni a grana grossa	Prove idrauliche in fori di sondaggio Prove di emungimento da pozzi
Verifica di procedimenti tecnologici	Palificate	Prove di carico su pali singoli Prove di carico su gruppi di pali
	Impermeabilizzazioni	Prove di permeabilità in sito e misura di altezza piezometrica prima e dopo l'intervento
	Consolidamenti	Determinazione delle proprietà meccaniche in sito prima e dopo l'intervento Prove di laboratorio
(*) Indagini di tipo geofisico	In foro con strumentazione in profondità	Cross hole Down hole
	Senza esecuzioni di fori, con strumentazione in profondità	Penetrometro sismico Dilatometro sismico
	Con strumentazione in superficie	Prove SASW o MASW Prove di rifrazione sismica Prove di riflessione sismica

## CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA



## MODELLAZIONE MEDIANTE INDAGINI IN SITU E PROVE IN LABORATORIO

# DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

## VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

### METODO SEMPLIFICATO (TAB. NTC)

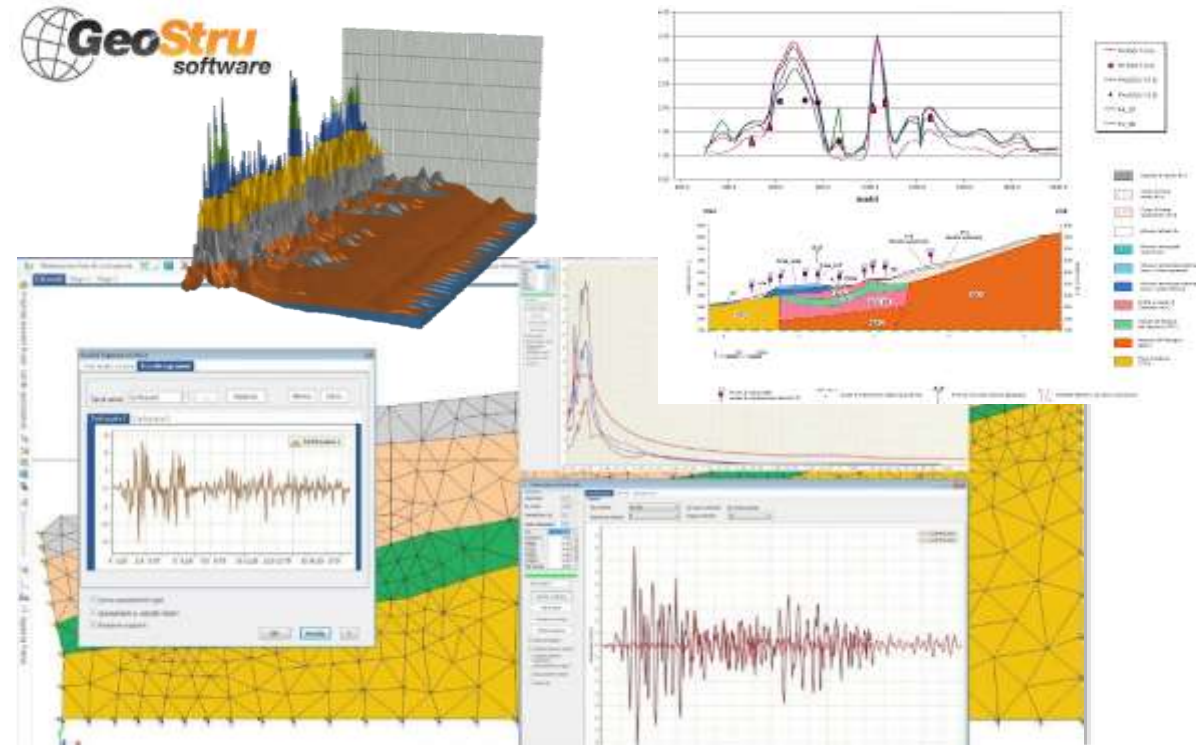
### SPECIFICHE INDAGINI E ANALISI NUMERICHE

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

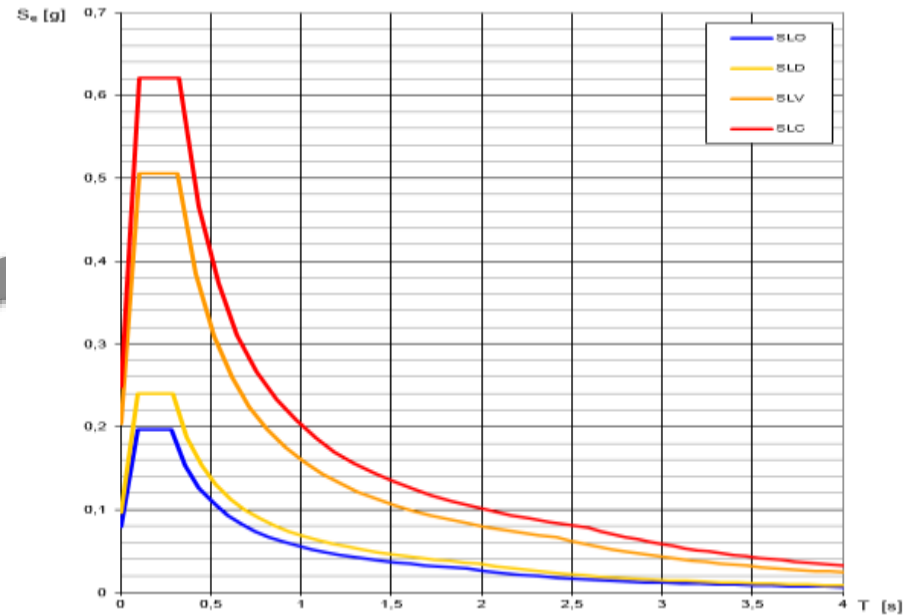
Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



# RICAPITOLANDO...

Spettro di risposta elastico  $S_E(T)$  in accelerazione per gli Stati Limite



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE (A; T1; CAMPO LIBERO) +  
VALORI DI PROGETTO =

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE AGLI STATI LIMITE  
O SPETTRO DI RIFERIMENTO  $S_E$

VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE +  
FATTORE DI COMPORTAMENTO O DI STRUTTURA  $q$  =

SPETTRO DI PROGETTO  $S_D$

$$T_R \longrightarrow a_g \longrightarrow \zeta_E$$

# VERIFICA DELLA SICUREZZA PER AZIONI SISMICHE

$\zeta_E$  =

AZIONE SISMICA MASSIMA SOPPORTABILE DALL'OPERA ESISTENTE

AZIONE SISMICA MASSIMA CHE SI UTILIZZEREBBE NEL PROGETTO DI UN'OPERA EX NOVO

$\zeta_E \geq 1$



$0,8 \leq \zeta_E < 1$



$\zeta_E < 0,8$



## INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO

- incremento di  $\zeta_E$  con  $\zeta_E < 0,8$

## INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

- incremento di  $\zeta_E$  con  $\zeta_E \geq 0,80$

**NEL CASO DI INADEGUATEZZA DELLA VERIFICA?**

NECESSITÀ DI PROGRAMMARE L'INTERVENTO SULLA BASE DELLE

**CONSEGUENZE IN TERMINI DI PUBBLICA  
INCOLUMITÀ**

Se la verifica ad azioni non sismiche non è soddisfatta, sussiste...

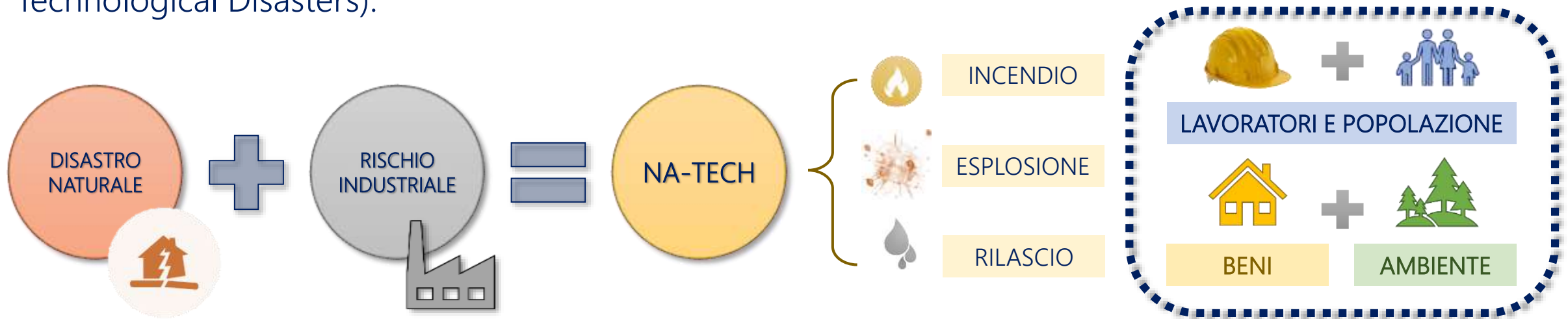
**OBBLIGO** di:

- adottare opportuni provvedimenti
- intervento **miglioramento/adeguamento**

**ANALISI DEL RISCHIO SISMICO  
IMPIANTI INDUSTRIALI SOGGETTI  
AL D. lgs. 105/2015**

# RISCHIO SISMICO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015

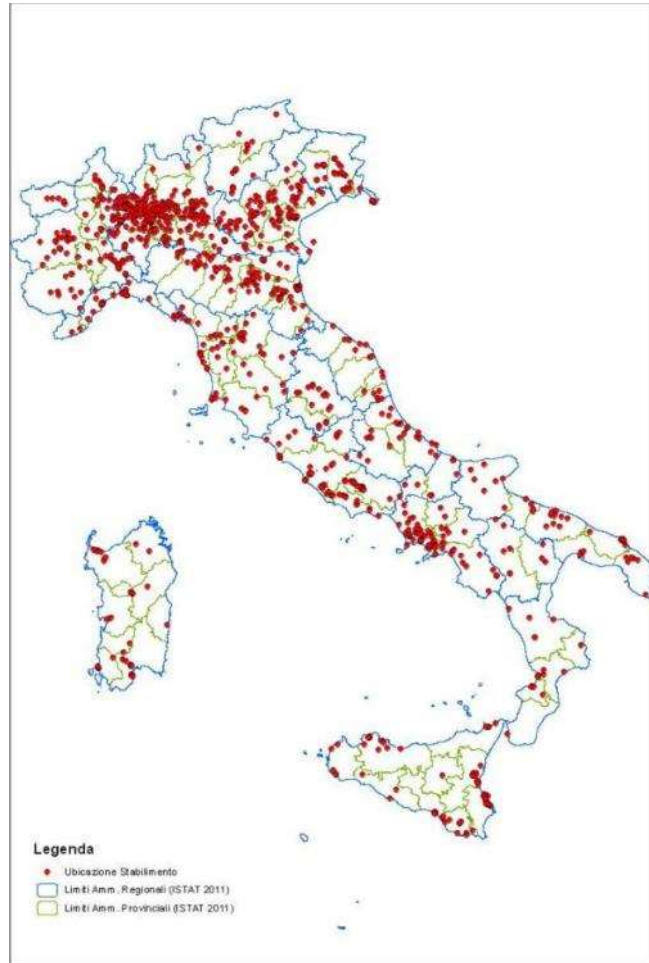
Il **rischio sismico** è uno dei più significativi nell'ambito degli **eventi Na-Tech** (Natural Hazard Triggering Technological Disasters).



Approccio per la valutazione del rischio sismico negli stabilimenti soggetti al D. Lgs. 105/2015:

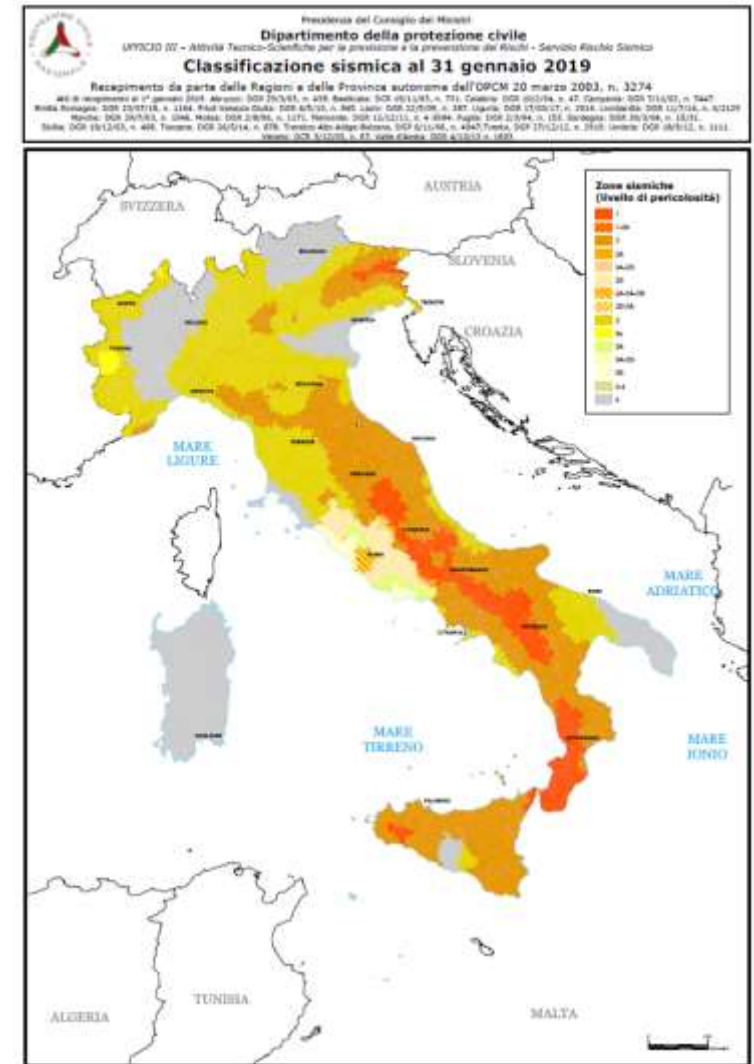


# RISCHIO SISMICO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015



DISTRIBUZIONE  
STABILIMENTI PIR SUL  
TERRITORIO ITALIANO  
Circa 977 stabilimenti  
473 Soglia Superiore  
424 Soglia Inferiore

	N. impianti	%
Zona 1	35	3,6%
Zona 2	254	26,0%
Zona 3	431	44,1%
Zona 4	253	25,9%
N/A	4	0,4%
Tot	977	100,0%



# INVECCHIAMENTO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015

Il **fenomeno dell'invecchiamento** incide sulla capacità di resistenza alle sollecitazioni di strutture ed impianti industriali.



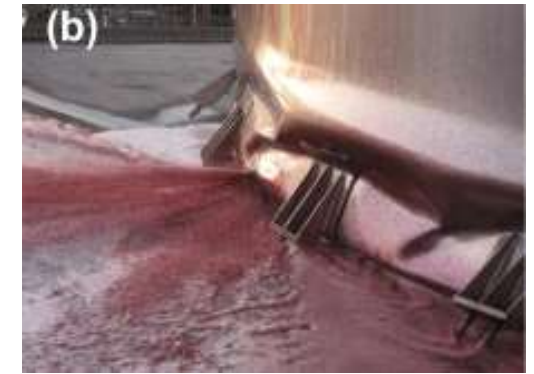
Pertanto, le apparecchiature interessate dal fenomeno potrebbero non essere in grado di resistere adeguatamente alle azioni derivanti da un evento sismico, con il rischio di ingenti danni e gravi conseguenze per l'uomo e per l'ambiente.

# DANNI INDOTTI DAL SISMA SU APPARECCHIATURE INDUSTRIALI

## SOLLEVAMENTO E ROTAZIONE ALLA BASE E DANNI DEGLI ANCORAGGI



Terremoto in Turchia del 1999  
M=7,6 (Izmit)



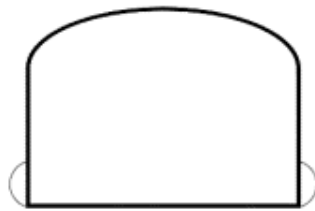
Terremoto in Cile del 2010  
M=8,8 (Maule)

# DANNI INDOTTI DAL SISMA SU APPARECCHIATURE INDUSTRIALI

## ELEPHANT FOOT BUCKLING



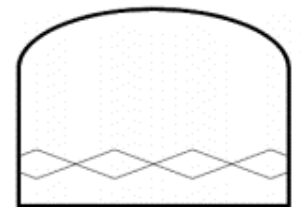
Terremoto in Alaska del 1964  
M=9,2 (Penisola di Valdez)



## DIAMOND SHAPED BUCKLING



Terremoto in California del 1980  
M=5,8 (Livermore)



# DANNI INDOTTI DAL SISMA SU APPARECCHIATURE INDUSTRIALI

## DANNI DELLA COPERTURA



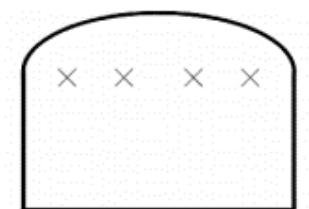
Terremoto in Turchia del 1999  
M=7,6 (Izmit)



## DANNI DEL TETTO GALLEGGIANTE



Terremoto in Turchia del 1999  
M=7,6 (Izmit)

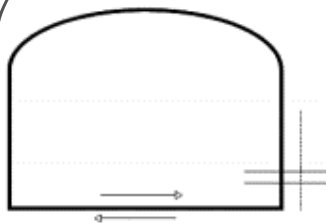


# DANNI INDOTTI DAL SISMA SU APPARECCHIATURE INDUSTRIALI

## DANNI DELLE TUBAZIONI



Terremoto in Nuova Zelanda del 1987  
M=6,5 (Edgecumbe)



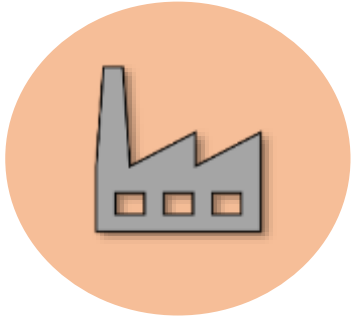
## CEDIMENTO DELLE FONDAZIONI



Terremoto in California del 1971  
M=6,6 (San Ferdinando)



# RISCHIO SISMICO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015



IL SISMA INVESTE INTERAMENTE LO STABILIMENTO  $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{PIÙ DANNI CONTEMPORANEAMENTE} \\ \rightarrow \text{SCENARI INCIDENTALI SIMULTANEI} \end{array} \right.$

FREQUENZE DI ACCADIMENTO SCENARI INCIDENTALI

$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{POSSONO AUMENTARE LE FREQUENZE DI ACCADIMENTO} \\ \rightarrow \text{POSSONO VERIFICARSI ULTERIORI SCENARI INCIDENTALI} \end{array} \right.$

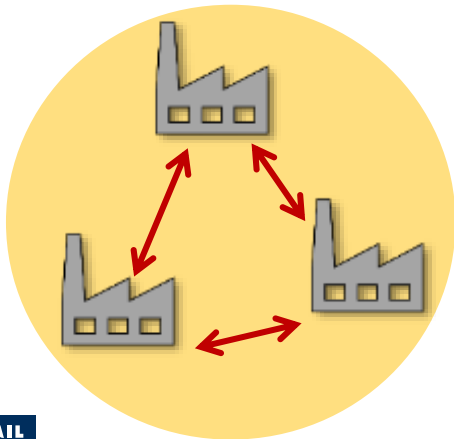
VERIFICA SISMICA



ANALISI DI RISCHIO



SISTEMI DI SICUREZZA VERIFICATI A SOLLECITAZIONI SISMICHE



EFFETTO DOMINO

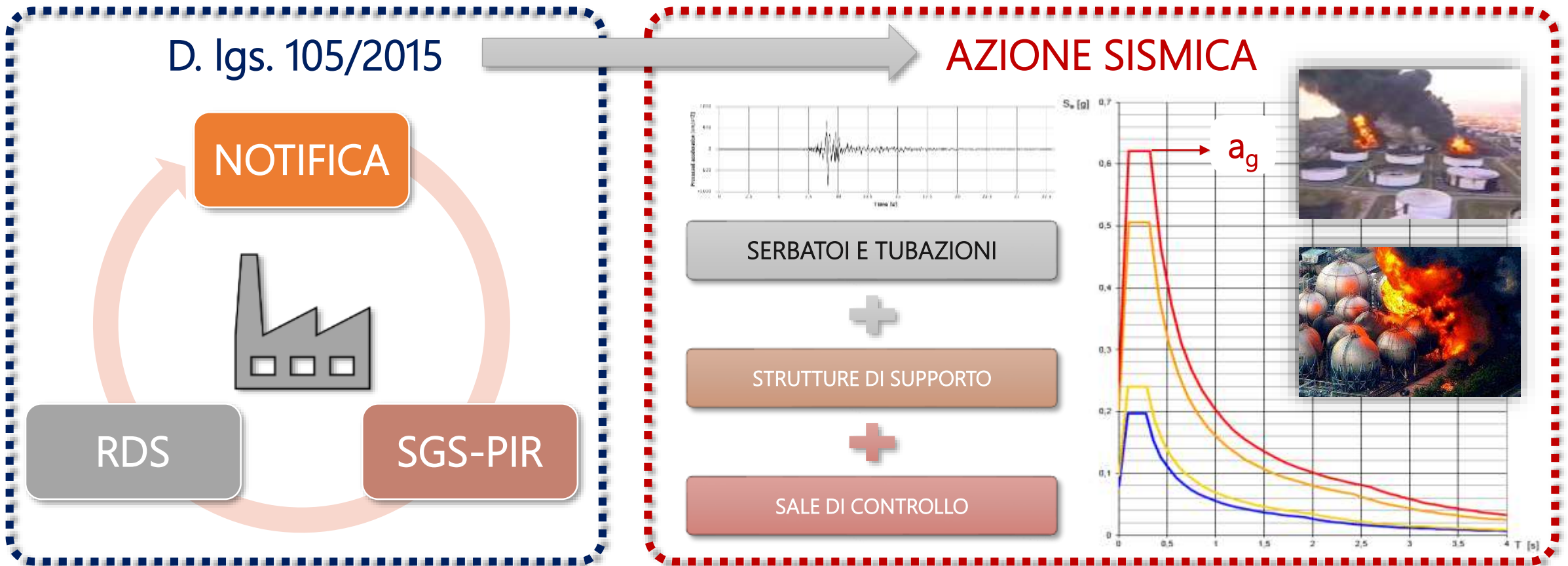


SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI



# RISCHIO SISMICO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015

Valutazione e gestione del rischio sismico: Notifica, SGS-PIR e Rapporto di Sicurezza.



# RISCHIO SISMICO NEGLI IMPIANTI SOGGETTI AL D. LGS. 105/2015

OBBLIGO DI VERIFICA SISMICA  
OPCM 3274/2003 e s.m.i.

NTC 2018 e Circolare  
Codici nazionali ed internazionali\*

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

$\zeta_E \geq 1$   
 $1 > \zeta_E \geq 0,8$  IMPIANTO ESISTENTE

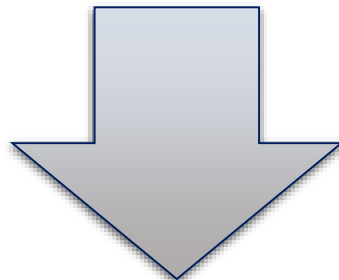
$R_D \geq E_D$  IMPIANTO NUOVO

SISMA + PARTI STRUTTURALI

VERIFICA SODDISFATTA O  
NON SODDISFATTA

OBIETTIVO:

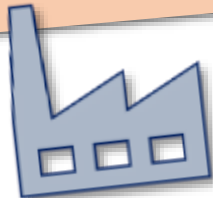
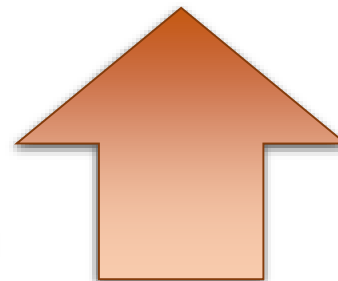
incrementare il livello di sicurezza  
delle strutture esistenti



ANALISI DI RISCHIO



VERIFICA DELLA  
SICUREZZA SISMICA



\* APPARECCHIATURE DI PROCESSO

EC 8-4 PER SERBATOI E TUBAZIONI;  
API 650 PER SERBATOI;  
ASME PER SERBATOI A PRESSIONE;  
ASME B 31.3 PER TUBAZIONI;  
ALTRI STANDARDS

STRUTTURE E SALE DI CONTROLLO > NTC 2018

D. Lgs. 105/2015

VALORE MEDIO E DEVIAZIONE STANDARD

FREQUENZA MEDIA ANNUA DI  
SUPERAMENTO DI UNO SL DI RIFERIMENTO

SISMA +

PARTI STRUTTURALI E NON +

SOSTANZA PERICOLOSA =

TUTTI I POSSIBILI SCENARI INCIDENTALI

Lo stato limite di riferimento non  
corrisponde necessariamente allo  
stato limite di collasso!

## D. LGS. 105/2015: definizioni

**Incidente rilevante:** un evento quale un'emissione, un incendio o un'esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l'attività di uno stabilimento soggetto al presente decreto e che dia luogo a un pericolo grave, immediato o differito, per la salute umana o l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose;

**Pericolo:** la proprietà intrinseca di una sostanza pericolosa o della situazione fisica, esistente in uno stabilimento, di provocare danni per la salute umana e/o per l'ambiente;

**Rischio:** la probabilità che un determinato evento si verifichi in un dato periodo o in circostanze specifiche.

$$R_s = P \times V \times E$$

RISCHIO SISMICO = PERICOLOSITÀ x VULNERABILITÀ x ESPOSIZIONE

# D. LGS. 105/2015

## **NOTIFICA (Art. 13)**

Si applica a stabilimenti "SI" e "SS".

Autocertificazione di dati identificativi, sostanze pericolose, attività svolta, ambiente circostante lo stabilimento e elementi che potrebbero causare un incidente rilevante, ecc.

Trasmissione da parte del Gestore al CTR, Regione, MATTM (tramite ISPRA), Prefettura, Comune, Comando Provinciale VVF.

Termini: 180 giorni prima dell'inizio della costruzione (stabilimenti nuovi); 1 anno dall'entrata in vigore (per tutti gli altri casi).

Aggiornamenti: nel caso di modifiche significative e in caso di aggravio del preesistente livello di rischio.

# D. LGS. 105/2015

## **SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA (SGS) (Art. 14.5)**

Si applica a stabilimenti "SI" e "SS".

Sistema per l'attuazione della politica di prevenzione degli incidenti rilevanti adottata dal gestore.

Termini: Contestualmente all'inizio dell'attività (stabilimenti nuovi); in tutti gli altri casi, entro 1 anno dall'entrata in vigore.

Aggiornamenti: ogni 2 anni

# D. LGS. 105/2015

## **RAPPORTO DI SICUREZZA (Art. 15)**

Si applica a stabilimenti "SS". Individuazione di potenziali incidenti rilevanti e adozione di misure per prevenirli e limitarne le conseguenze.

Trasmissione al CTR:

- RDS preliminare, prima di dare inizio alla costruzione degli impianti, per ottenere il nulla osta di fattibilità (NOF);
- RDS definitivo, prima di dare inizio all'attività, per ottenere il parere tecnico conclusivo.

Termini: Prima dell'avvio dell'attività (stabilimenti nuovi); entro il 1/6/2016 (stabilimenti preesistenti); entro 2 anni dalla data dall'entrata in vigore altri stabilimenti).

Aggiornamenti: ogni 5 anni.

# D. LGS. 105/2015

## **VALUTAZIONE DEL RAPPORTO DI SICUREZZA (Art. 17)**

Il CTR effettua le istruttorie per gli stabilimenti "SS" soggetti alla presentazione del RDS e adotta il provvedimento conclusivo. Il CTR avvia l'istruttoria e esamina il RDS preliminare, e rilascia il nulla-osta di fattibilità (NOF), eventualmente condizionato. In caso di gravi carenze formula la proposta di divieto di costruzione, entro 4 mesi dal ricevimento del RDS preliminare.

Dopo il rilascio del NOF il gestore trasmette al CTR il RDS definitivo.

Il CTR esprime il parere tecnico conclusivo entro 4 mesi dal ricevimento, concludendo l'istruttoria con:

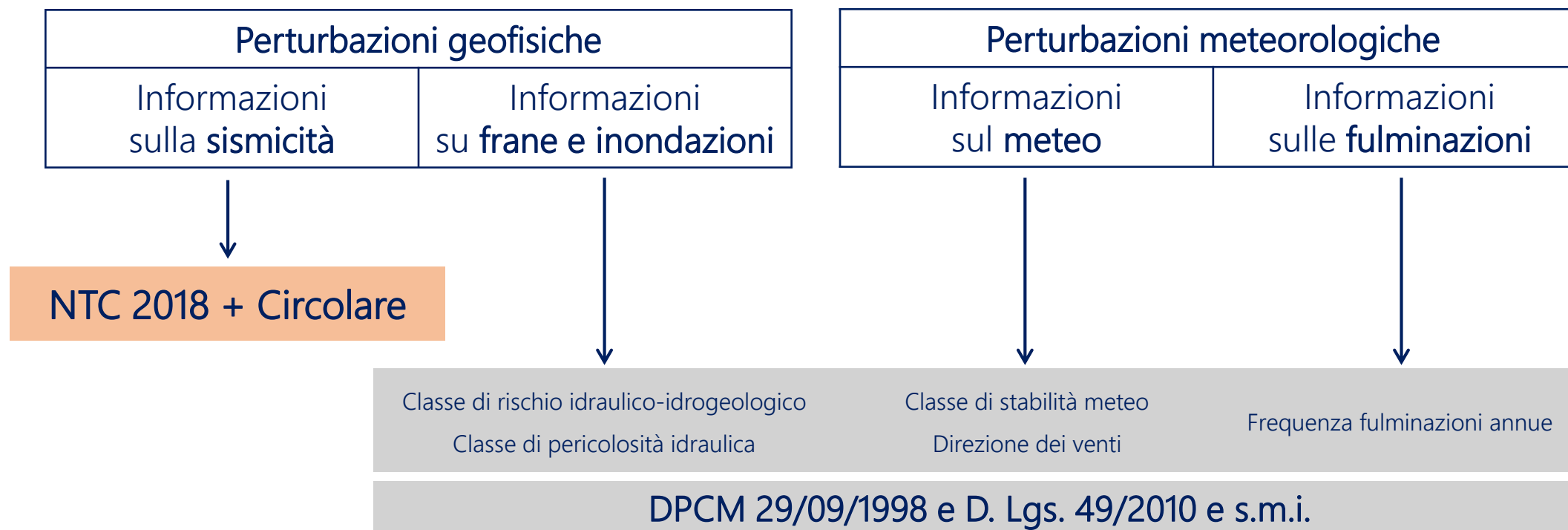
- Eventuali prescrizioni
- Divieto di inizio di attività, in caso di misure nettamente inadeguate.

# NOTIFICA

Art. 13 Modulo di notifica

Allegato 5 Modulo di notifica e di informazione sui rischi di incidente rilevante per i cittadini ed i lavoratori

Sezione G Informazioni generali sui pericoli indotti da perturbazioni geofisiche e meteorologiche



# NOTIFICA

## INFORMAZIONI SULLA SISMICITA':

Classe sismica del comune:

Parametri sismici di riferimento calcolati al baricentro dello stabilimento relativi al suolo rigido e con superficie topografica orizzontale per i 4 stati limite\*:

Stati limite	Stati limite (Pv <sub>r</sub> )			
	SLE		SLU	
	SLO	SLD	SLV	SLC
Pv <sub>r</sub>	81%	63%	10%	5%
Tr (anni)	75	126	1186	2437
ag [g]	0,20	0,24	0,51	0,62
Fo				
Tc* [s]				

Periodo di riferimento (V<sub>r</sub>) in anni:  $V_N \times C_U = 50 \times 2,5 = 125$  anni

La Società ha eseguito uno studio volto alla verifica sismica degli impianti/strutture .....

La Società ha eseguito opere di adeguamento in esito allo studio di verifica sismica .....

## Determinazione dell'azione sismica



# NOTIFICA

Pericolosità sismica di base

Determinazione dell'azione sismica

**OBBLIGO** di procedere alla **VERIFICA SISMICA**  
per attività soggette al D. Lgs. 105/2015

OPCM 3274/2003 + DECRETO 21/10/2003 e s.m.i.

Caratterizzazione geologica/geotecnica del sito  
Valutazione della Risposta Sismica Locale

Calcoli strutturali in condizioni statiche e dinamiche  
ai sensi delle vigenti NTC

Verifica della sicurezza sismica

Progetto di eventuali interventi

## INFORMAZIONI SULLA SISMICITA':

Classe sismica del comune:

Parametri sismici di riferimento calcolati al baricentro dello stabilimento relativi al suolo rigido e con superficie topografica orizzontale per i 4 stati limite\*:

Stati limite (PVR)				
Stati limite	SLE		SLU	
	SLO	SLD	SLV	SLC
PVR	81%	63%	10%	5%
Tr (anni)	75	126	1186	2437
ag [g]	0,20	0,24	0,51	0,62
Fo				
Tc* [s]				

RELAZIONE

RELAZIONE

Periodo di riferimento (Vr) in anni:  $V_N \times C_U = 50 \times 2,5 = 125$  anni

La Società ha eseguito uno studio volto alla verifica sismica degli impianti/strutture .....

La Società ha eseguito opere di adeguamento in esito allo studio di verifica sismica .....

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 3. Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti

### i. Identificazione delle pericolosità di sostanze e processi, e definizione di criteri e requisiti di sicurezza

Verificare la presenza in stabilimento di un sistema di acquisizione e aggiornamento:

- delle informazioni di base relative alle caratteristiche di pericolosità delle sostanze (ad esempio schede di sicurezza) e dei processi;
- dei **criteri di progettazione degli impianti e dei sistemi di sicurezza.**

Verificare che siano definiti i criteri e i requisiti di sicurezza nel rispetto degli obiettivi generali e specifici indicati nella politica aziendale e che siano riesaminati e verificati anche in seguito alle variazioni normative, dell'esperienza di esercizio e dello stato delle conoscenze.

VERIFICA SISMICA ai sensi delle NTC



Strutture - Impianti e  
Sistemi di sicurezza

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 3. Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti

### ii. Identificazione dei possibili eventi incidentali e analisi di sicurezza

### ANALISI DI RISCHIO

Verificare che siano stati definiti criteri per l'identificazione e la valutazione degli eventi pericolosi che comprendano:

- **l'acquisizione e l'aggiornamento periodico delle informazioni di base anche sui dati di esperienza operativa;**
- **l'indicazione del livello di approfondimento delle tecniche di analisi utilizzate** (check-list, HAZOP, FTA, ecc.) in funzione delle esigenze normative ed in rapporto alla complessità e alla criticità dell'impianto;
- la definizione dei criteri per il **riesame dell'analisi dei rischi**, anche in considerazione delle esigenze normative, dell'evoluzione tecnica e dell'attuazione di modifiche;
- le responsabilità e i criteri di assegnazione delle priorità per l'effettuazione delle analisi.

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 3. Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti

### *ii. Identificazione dei possibili eventi incidentali e analisi di sicurezza*

Verificare che nelle analisi sia stato tenuto conto del fattore umano e delle condizioni in cui devono essere svolte attività significative per la sicurezza dello stabilimento (ad esempio: **congruenza tra i tempi di risposta in emergenza assunti nel Rapporto di sicurezza e i risultati delle esercitazioni del PEI, ecc.)**

VALUTARE LA COERENZA TRA I VARI STRUMENTI DI GESTIONE DELLE EMERGENZE IN CASO DI SISMA

Verificare che sia assicurato il **coinvolgimento del personale nella fase di identificazione dei problemi, nonché nella messa a punto delle soluzioni.**

VERIFICARE L'EFFICACIA DEL PROGRAMMA DI INFORMAZIONE DEL PERSONALE IN CASO DI SISMA

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 4. Il controllo operativo

### *i Identificazione degli impianti e delle apparecchiature soggette ai piani di verifica*

Verificare che il criterio adottato per individuare **gli elementi critici di impianto** abbia tenuto conto della valutazione dei pericoli e della realtà di stabilimento.

Verificare che il gestore abbia individuato in maniera sistematica i componenti critici, sulla base del criterio adottato.

Verificare che gli **elementi critici individuati siano inseriti nei programmi di manutenzione**, di ispezione e di controllo periodici, in relazione alla loro affidabilità, come assunta nella valutazione dei rischi, ovvero al loro tempo di vita o alle frequenze di guasto, specificati dal fornitore o stabiliti in base all'esperienza di funzionamento, e ai risultati dei controlli precedenti.

Verificare, a campione, la coerenza con le ipotesi prese a riferimento nel Rapporto di sicurezza (per stabilimenti di soglia superiore) o in altra documentazione pertinente (per stabilimenti di soglia inferiore) e le periodicità adottate per i controlli e manutenzioni.

VERIFICARE LA PROGRAMMAZIONE DI MANUTENZIONI CORRELATE AL SISMA ED AL POST-SISMA

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 4. Il controllo operativo

### iii. Procedure operative e istruzioni nelle condizioni normali, anomale e di emergenza

Verificare che le procedure operative e le istruzioni siano congruenti con l'analisi di sicurezza e che contengano, almeno, le seguenti informazioni:

- modalità di conduzione degli **impianti in condizioni normali, anomale e di emergenza**;
- parametri operativi normali degli impianti;
- limiti operativi massimi degli impianti, conseguenze e modalità di conduzione qualora si operi fuori dai limiti, individuazione delle procedure operative critiche per la sicurezza;
- procedure di avvio e fermata (normale e di emergenza);
- procedure di messa in sicurezza degli impianti.

IMPIANTI VERIFICATI A  
SOLLECITAZIONI SISMICHE

VERIFICARE CHE SIANO STATE CONSIDERATE LE AZIONI SISMICHE  
NELLE PROCEDURE OPERATIVE DEGLI IMPIANTI

# LISTE DI RISCONTRO PER LE ISPEZIONI DEL SGS-PIR

## 6. Pianificazione di emergenza

### i. Analisi delle conseguenze, pianificazione e documentazione

Verificare che il **Piano di Emergenza Interna (PEI)** contenga informazioni relative a:

- **scenari incidentali** di riferimento;
- **schede di sicurezza delle sostanze pericolose**;
- effetti acuti sugli addetti che svolgono a qualunque titolo attività nello stabilimento, danni ambientali, danni alle popolazioni, danni agli impianti e agli equipaggiamenti.
- descrizione dei **sistemi di emergenza**;
- **planimetrie dello stabilimento e del sito**, con indicazione dei **punti critici e ubicazione dei punti di raccolta e vie di fuga**;
- **azioni di emergenza** da intraprendere per ogni scenario di riferimento;
- linee di **comunicazione** interne ed esterne;
- **procedure e mezzi di allerta, allarme, evacuazione e cessato allarme**.

VALUTARE LA **COERENZA E L'EFFICACIA** TRA I VARI STRUMENTI DI GESTIONE DELLE EMERGENZE IN CASO DI SISMA

IMPIANTI VERIFICATI A SOLLECITAZIONI SISMICHE

SCELTA DEI PUNTI DI RACCOLTA E DELLA VIABILITA'  
SISTEMA DI COMUNICAZIONE

# VALUTAZIONE DEL RDS

## C.3 EVENTI METEOROLOGICI, GEOFISICI, METEOMARINI, CERAUNICI E DISSESTI IDROGEOLOGICI

- C.3.1 Fornire dati aggiornati sulle condizioni meteorologiche prevalenti per la zona con particolare riferimento alla velocità e alla direzione dei venti e alle condizioni di stabilità atmosferica e, ove disponibili, dati storici relativi ad un periodo di almeno 5 anni, evidenziando eventuali ripercussioni sulla sicurezza, motivando inoltre la scelta delle condizioni meteorologiche utilizzate nella valutazione delle conseguenze di cui al punto C.4.1.
- C.3.2 Specificare, ove disponibile, una cronologia degli eventi geofisici, meteo marini, ceraunici e dei dissesti idrogeologici del luogo, quali ad esempio terremoti, inondazioni, trombe d'aria, fulmini, evidenziando le eventuali ripercussioni sulla sicurezza, con riferimento all'individuazione di eventuali scenari incidentali di cui al punto C.4.1, ovvero all'esclusione effettiva della possibilità di incidente indotto.

VERIFICA SISMICA ai sensi delle NTC + ANALISI DI RISCHIO

# VALUTAZIONE DEL RDS

## C.4 ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI

**C.4.1** Individuare, descrivere, analizzare e caratterizzare quantitativamente le sequenze incidentali che possono generare un incidente rilevante e gli scenari ragionevolmente prevedibili che ne possono evolvere, in termini di conseguenze e probabilità. Ognuno degli scenari incidentali individuati dovrà essere corredato da una sintesi degli eventi che possono avere un ruolo nel loro innesco, con cause interne o esterne allo stabilimento:

- cause operative;
- cause esterne (effetti domino);
- cause naturali, come terremoti o inondazioni.

In particolare, tale analisi è preceduta dall'effettuazione di un'analisi preliminare per l'individuazione delle unità critiche dello stabilimento, finalizzata all'individuazione dei livelli di approfondimento ed alla selezione delle metodologie da impiegare.

ANALISI DI RISCHIO

VERIFICA SISMICA ai sensi delle NTC

# VALUTAZIONE DEL RDS

## C.7 CRITERI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

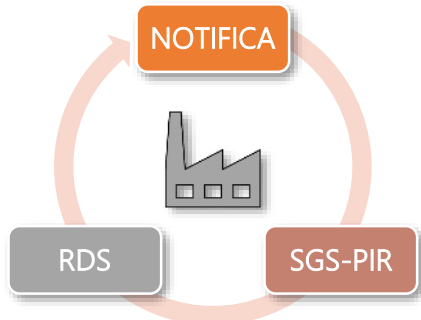
Debbono essere riportate le informazioni relative agli **standard di sicurezza** adottati ed ai **criteri di dimensionamento di strutture, sistemi e componenti**.

**C.7.1** Descrivere le precauzioni e i **coefficienti di sicurezza assunti nella progettazione delle strutture con riferimento agli eventi e alle perturbazioni descritti al precedente punto C.3**, nonché i criteri di progettazione assunti per i componenti critici degli impianti e per le sale controllo per far fronte ad eventi quali esplosioni, irraggiamenti termici e rilasci tossici che, verosimilmente, possono originarsi nell'impianto in esame o in impianti ad esso limitrofi. In particolare, **devono essere indicate le precauzioni e i coefficienti di sicurezza** adottati anche sulla base di leggi, regolamenti o norme di buona tecnica, riguardanti ad esempio: le precauzioni adottate **per garantire la sicurezza in caso di eventi sismici**; ...

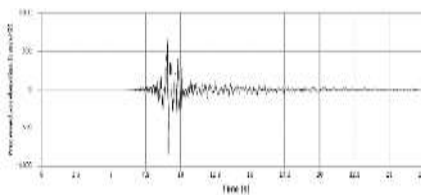
VERIFICA SISMICA ai sensi delle NTC

# RICAPITOLANDO...

D. Lgs. 105/2015



AZIONE SISMICA



GESTIONE DEL RISCHIO

**VERIFICA DELLA SICUREZZA SISMICA**

Verifica soddisfatta

Verifica non soddisfatta

**ANALISI DI RISCHIO**



**QUALI SONO LE POSSIBILI  
STRATEGIE DA ADOTTARE?**

**PREVENZIONE E GESTIONE  
DEL RISCHIO SISMICO:  
MITIGAZIONE DELLE CONSEGUENZE**

# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI



*Quali sono le possibili strategie da adottare per la gestione del rischio sismico?*

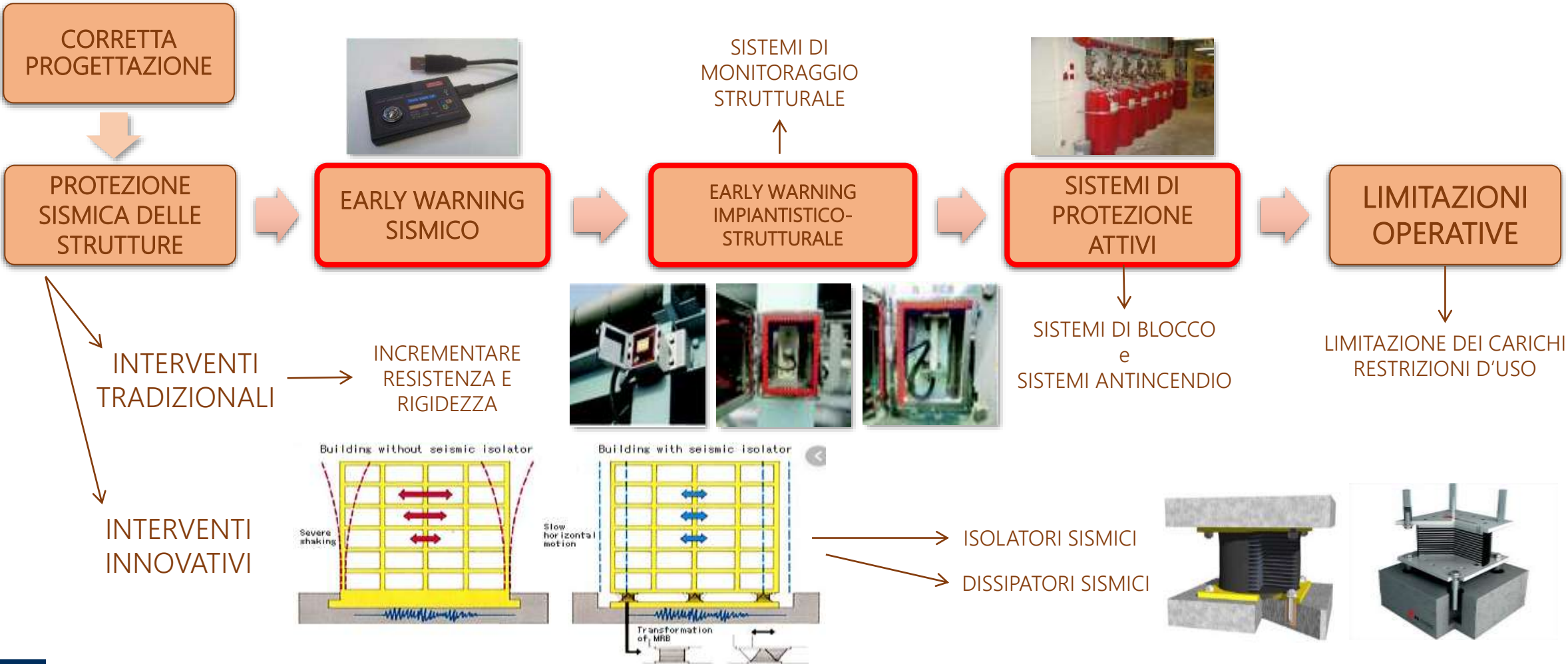


PROGETTAZIONE E  
REALIZZAZIONE  
DI  
NUOVI IMPIANTI

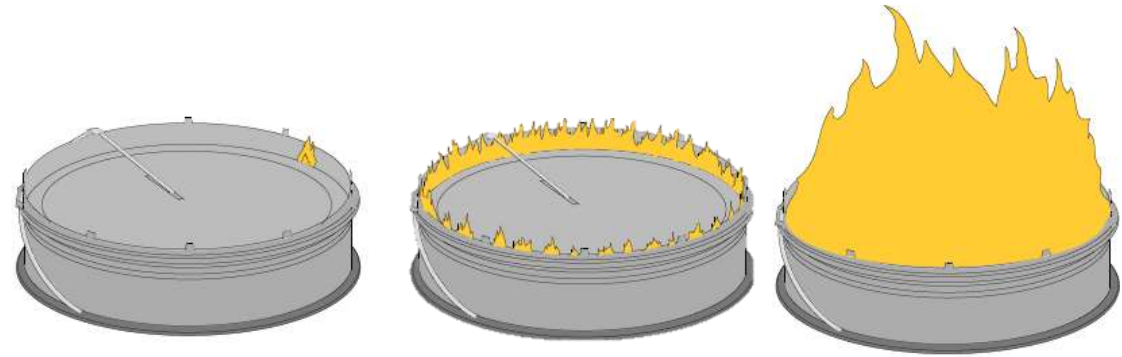
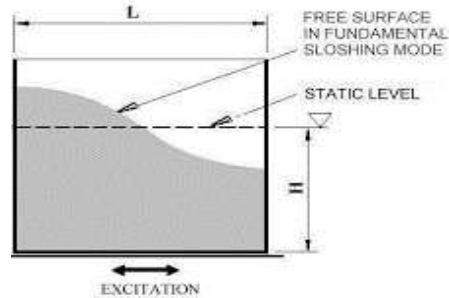


RETROFIT PER  
MIGLIORAMENTO/ADEGUA  
MENTO DELLE CONDIZIONI  
DI SICUREZZA DI IMPIANTI  
ESISTENTI

# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI



# ASPETTI NON STRUTTURALI: EFFETTI DELLO SLOSHING



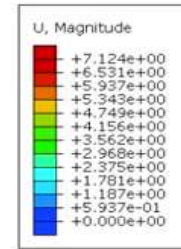
SPOSTAMENTI INDOTTI DAL SISMA SUL SISTEMA FLUIDO + SERBATOIO + TETTO

INCLINAZIONE + URTI + INNESCO

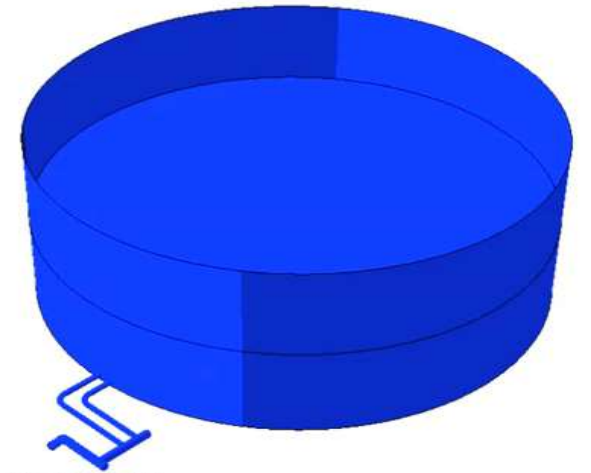
SBILANCIAMENTO

AFFONDAMENTO

ESPOSIZIONE ALL'ATMOSFERA



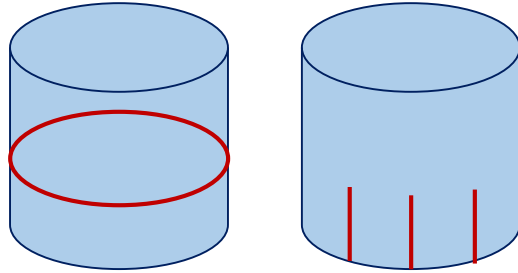
Step: seismic Frame: 0  
Total Time: 0.000000



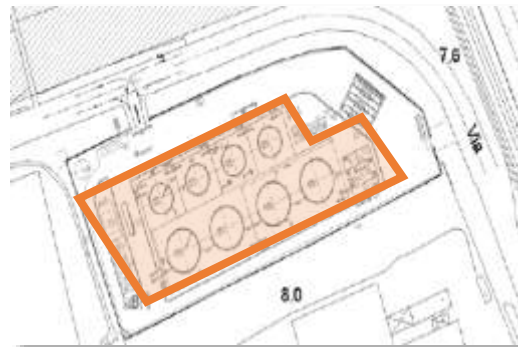
z  
y  
x  
Step: seismic  
Increment: 0: Step Time = 0.0  
Primary Var: U, Magnitude  
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00

# MITIGAZIONE EFFETTI DELLO SLOSHING

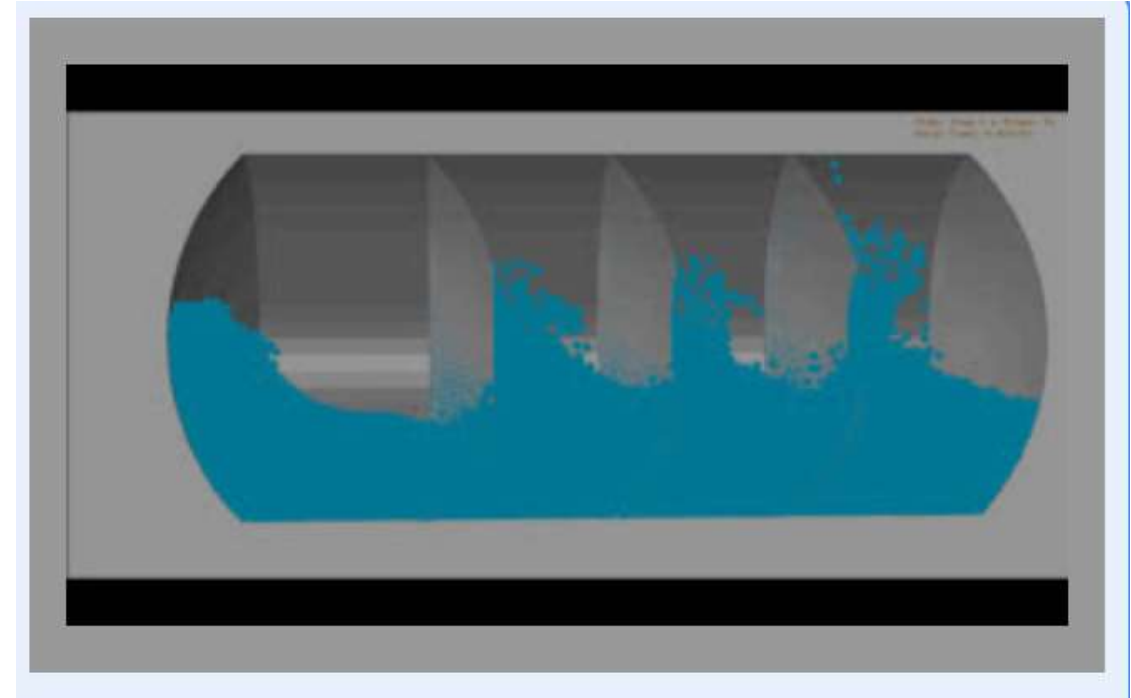
## SOLUZIONI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO



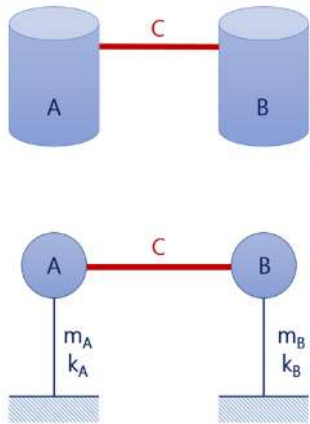
ANELLI E SETTI FILTRANTI



ISOLARE SISMICAMENTE L'AREA SUI CUI INSISTONO I SERBATOI



# DANNI ALLE TUBAZIONI ED EVENTUALE RILASCIO

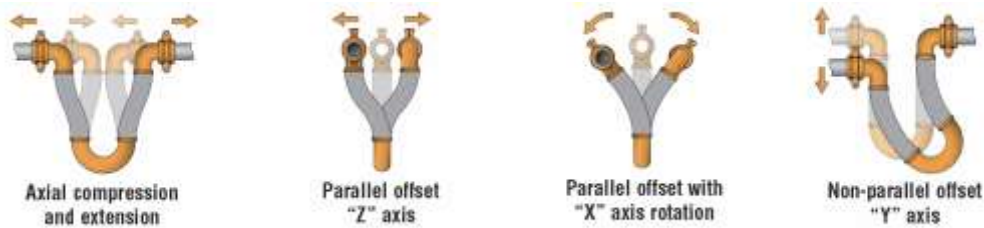


# PROTEZIONE SISMICA DEI SISTEMI DI PIPING

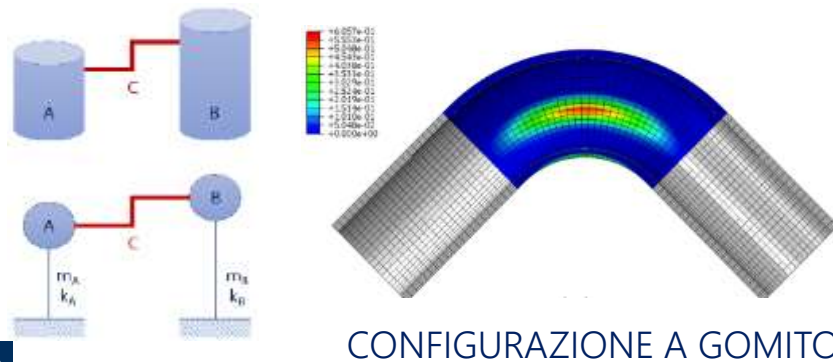
POSSIBILI SOLUZIONI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Danneggiamento di tubazioni per movimenti differenziali fra gli elementi che collegano

Introduzione di elementi flessibili



Configurazione geometrica



compromissione della tenuta di collegamenti e giunzioni

Introduzione di gradi di libertà

MANICOTTI DI ESPANSIONE, COMPENSATORI, GIUNTI SISMICI GIAPPONESI

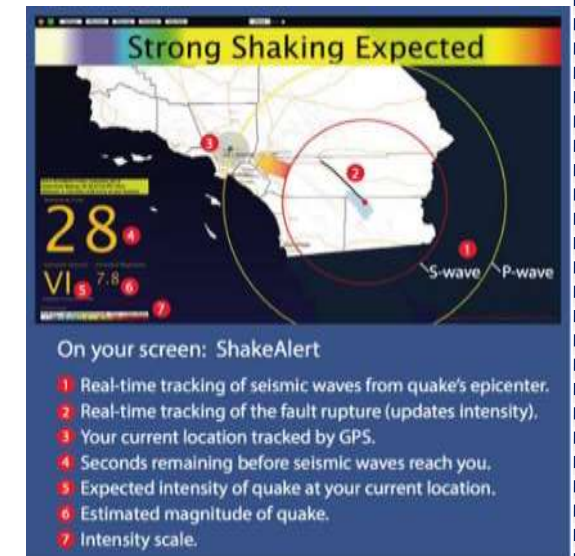
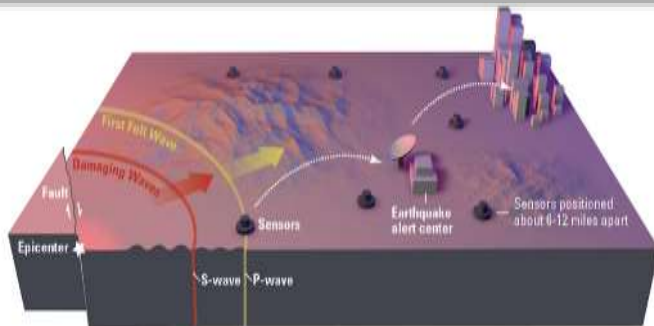


# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

## REGIONAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS

Disporre di un certo preavviso consente, di ridurre le conseguenze di un evento incidentale, attraverso l'attivazione di misure di mitigazione. Maggiore è il tempo di preavviso, più forte sarà la possibilità di prevenire e mitigare gli effetti di un terremoto.

Per quanto riguarda i **REGIONAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS** la componente più importante è costituita da una fitta rete di stazioni sismiche con comunicazioni efficienti ed affidabili.



# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

## LOCAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS

I sistemi off-site possono essere integrati con **sensori on-site** come **accelerometri** o **velocimetri**. Questi sensori a basso costo possono essere «opportunamente» installati negli stabilimenti industriali, fornendo informazioni «in tempo reale», trasferendo il segnale alla sala di controllo e attivando sistemi automatici di allerta e di riduzione degli incidenti rilevanti.



Appartengono a questa categoria i sistemi micro-elettromeccanici (MEMS).



# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

## STRUCTURAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS

La loro campo di applicazione rientra principalmente nel Structural Health Monitoring (SHM). In tale ambito, si distinguono diverse tipologie:

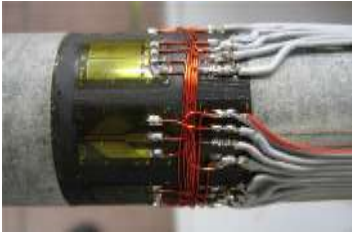
### SENSORI PER LA MISURA DI DEFORMAZIONI E SPOSTAMENTI



MICROMETRO LASER



LASER CONTACTLESS O AD INFRAROSSI



SENSORI DI POSIZIONE DI MOVIMENTO LINEARE



ESTENSIMETRI ELETTRICI PRECABLATI



ESTENSIMETRI ELETTRICI A RESISTENZA SALDABILI

# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

## STRUCTURAL EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS

La loro campo di applicazione rientra principalmente nel Structural Health Monitoring (SHM). In tale ambito, si distinguono diverse tipologie:

### SENSORI PER IL RILIEVO DI FUORIUSCITA DI SOSTANZA DA SERBATOI E TUBAZIONI



CATALYTIC  
SENSORS



INFRARED GAS  
ANALYZER



ELECTROCHEMICAL  
SENSORS

#### Measurement Ranges

Measurement Range in Ethylene				
	Components	Range <sup>1</sup>	LOD <sup>2</sup>	Units
Process Control	Methane	0-1000	5	ppmv
	Acetylene	0-20	0.2	ppmv
	Ethane	0-500	5	ppmv
	CO	0-5	0.05	ppmv
	CO <sub>2</sub>	0-5	0.05	ppmv
Adders for Product Certification	Ammonia	0-20	0.2	ppmv
	H <sub>2</sub> S	0-50	2	ppmv
	Water	0-10	0.1	ppmv
	Methanol	0-100	1	ppmv

<sup>1</sup> Components and ranges are indicative. Analyzer requirements will depend on complete gas list. Detailed specs will be provided during the ordering process.

<sup>2</sup> Repeatability  $\pm 1\%$  of reading or the Limit of Detection (LOD), whichever is greater.



INFRA-RED SPECTROMETER



FIRE DETECTION SENSORS

# GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO NEGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI

## SISTEMI DI PROTEZIONE ATTIVA

I sensori, affinché siano «smart», devono essere collegati a un sistema efficace in grado di attivare il sistema di protezione attiva esistente.



SAFETY INTERLOCK SYSTEMS

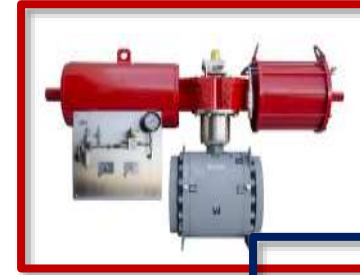
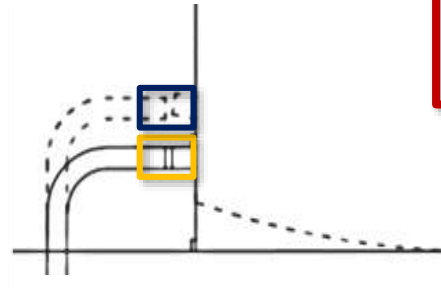
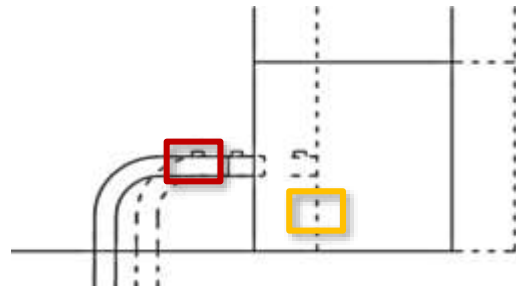
FIRE SUPPRESSION SYSTEMS

OVERPRESSURE VALVE

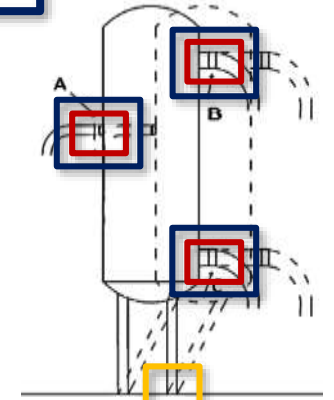
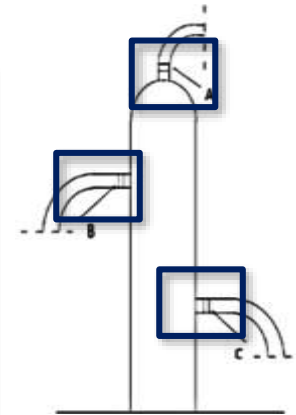
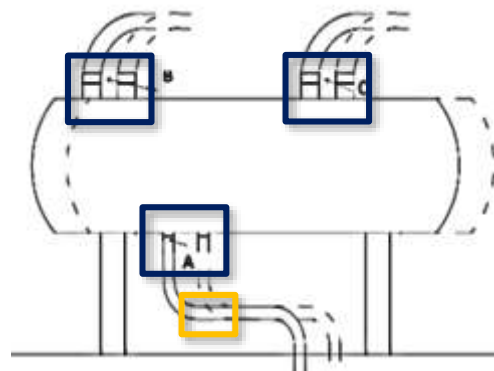
# APPLICAZIONE DEI SISTEMI SMART



SERBATOIO NON ANCORATI



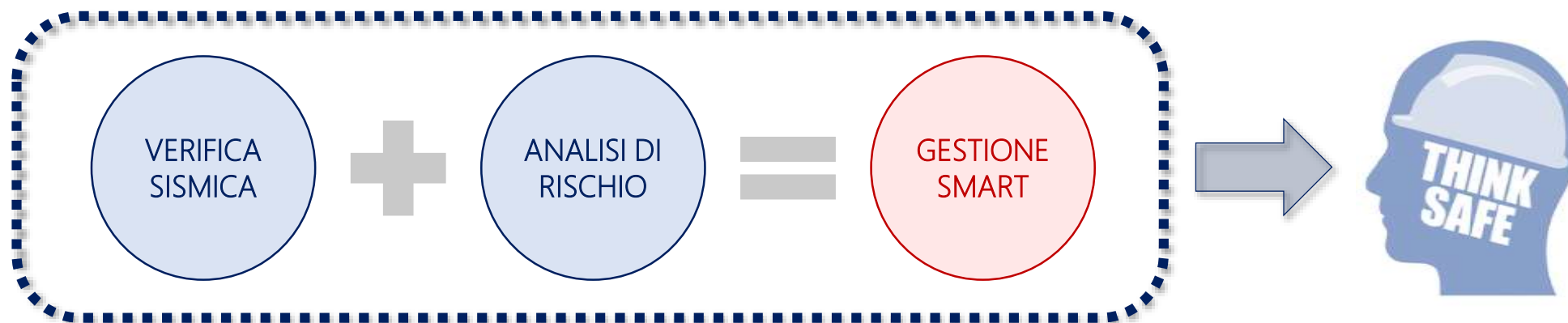
SERBATOIO ORIZZ. IN PRESSIONE



COLONNA DI DISTILLAZIONE O DI SEPARAZIONE

# APPLICAZIONE DEI SISTEMI SMART

L'iter metodologico esposto e la successiva gestione Smart dei sensori e attuatori opportunamente posizionati ed installati rappresentano aspetti complementari che si collocano perfettamente in un'ottica di **prevenzione**, intesa come insieme di strategie atte a contribuire alla resilienza di un sistema.



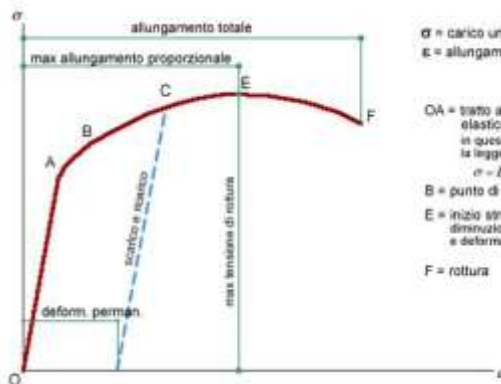
**RESILIENZA**

# RESILIENZA

La resilienza è la capacità di un sistema di adattarsi al cambiamento.

## In ingegneria

LA RESILIENZA È LA CAPACITÀ DI UN MATERIALE DI ASSORBIRE ENERGIA DI DEFORMAZIONE PLASTICA IN SEGUITO AD URTO



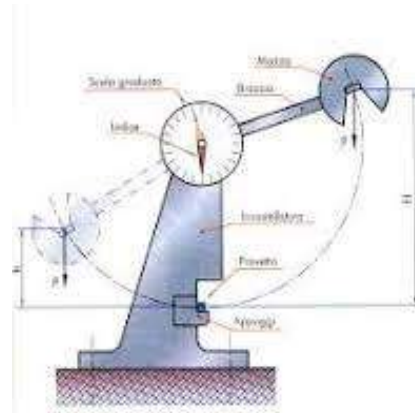
$\sigma$  = carico unitario  
 $\epsilon$  = allungamento unitario

OA = tratto a comportamento elastico-lineare in questo tratto è valida la legge di HOOKE  
 $\sigma = E \cdot \epsilon$

B = punto di snervamento

E = inizio strizione  
diminuzione area iniziale e deformazione concentrata

F = rottura



## In informatica

LA RESILIENZA È LA CAPACITÀ DI UN SISTEMA DI ADATTARSI ALLE CONDIZIONI D'USO E DI RESISTERE ALL'USURA IN MODO DA GARANTIRE LA DISPONIBILITÀ DEI SERVIZI EROGATI



# RESILIENZA

La resilienza è la capacità di un sistema di adattarsi al cambiamento.

## In psicologia

LA CAPACITÀ DI UN INDIVIDUO DI AFFRONTARE E SUPERARE UN EVENTO TRAUMATICO O UN PERIODO DI DIFFICOLTÀ



## In ecologia

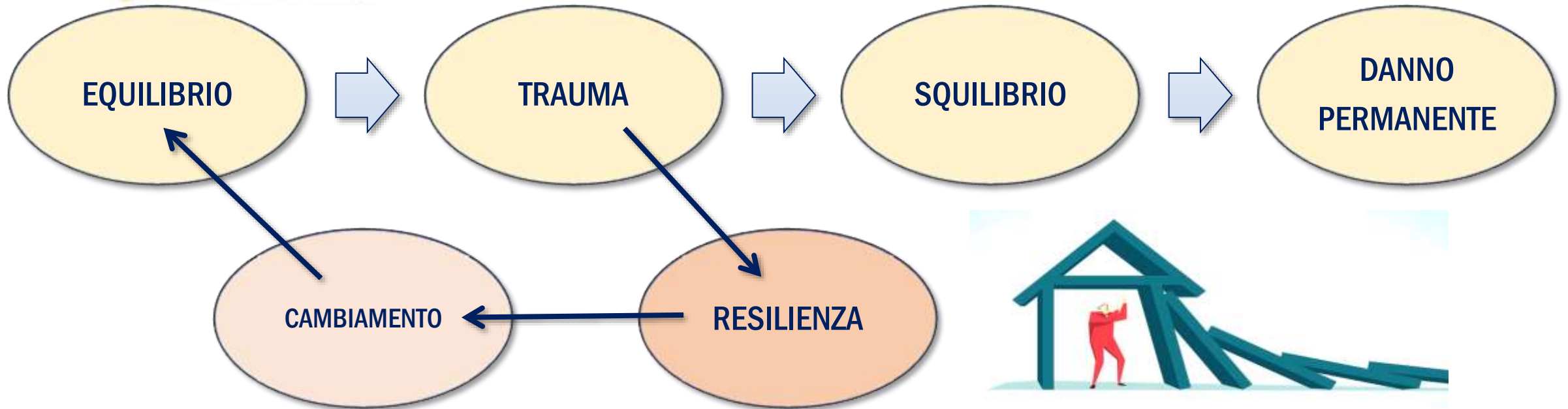
LA VELOCITÀ CON CUI UNA COMUNITÀ BIOTICA È IN GRADO DI RIPRISTINARE LA SUA STABILITÀ SE SOTTOPOSTA A PERTURBAZIONI



# RESILIENZA



«capacità intrinseca di un sistema complesso di adattare il proprio funzionamento prima, durante e in seguito ad un cambiamento o ad una perturbazione, in modo da poter continuare le operazioni necessarie sia in condizioni previste che in condizioni impreviste»



*Rischio = [Pericolosità x Vulnerabilità x Esposizione] – Capacità di risposta*

# BANDO ISI INAIL 2019

h	<b>Riduzione del rischio sismico</b>	<b>Punti 75</b>
Nell'ambito di questo intervento non è prevista l'adozione di buone prassi ai fini del relativo punteggio bonus.		
<b>OGGETTO:</b> progetti di riduzione del rischio sismico da caduta di materiale, che prevedono l'acquisto e la posa in opera di scaffalature antisismiche.		
<b>AMBITO:</b> ai fini della presente Tipologia di intervento sono finanziabili i progetti in cui l'intervento ricade nei siti produttivi ricadenti in zona sismica 1, 2 o 3 secondo la classificazione prevista dalla normativa regionale di recepimento dell'O.P.C.M. 3274/2003 e purché per essi sussistano le condizioni di applicabilità della norma tecnica EN 16681. L'intervento prevede la sostituzione di scaffalature esistenti, che siano nella piena proprietà dell'impresa richiedente, con nuove scaffalature antisismiche conformi alla norma tecnica EN 16681. Non sono ammessi l'adeguamento di scaffalature esistenti e l'acquisto di scaffalature antisismiche usate. Le scaffalature sostituite devono essere alienate dall'impresa.		
<b>DEFINIZIONI:</b> ai fini della presente Tipologia di intervento per "scaffalature esistenti" si intendono quelle già in uso da parte dell'impresa, che abbiano altezza superiore ai 3 m e che siano della tipologia "porta-pallet"; per "scaffalature antisismiche" si intendono le scaffalature che rientrano nel campo di applicazione della norma tecnica EN 16681 limitatamente alle scaffalature porta-pallet regolabili realizzate con membrature di acciaio, destinate allo stoccaggio di unità di carico e soggette ad azioni sismiche.		

## GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

*«Le persone non vengono uccise tanto dai terremoti, quanto dalle opere crollate»*

*Shigeru Ban*

