



1ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Profire EPC

LA PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA DEGLI EDIFICI NELL'OTTICA DI UNA CORRETTA ED EFFICACE GESTIONE DELLE EMERGENZE



prof. ing. Stefano Grimaz

Università degli Studi di Udine
Direttore SPRINT - Laboratorio di Sicurezza e Protezione Intersettoriale



Istituto Superiore Antincendi – Roma, 18 ottobre 2013

STRUTTURA DELL'INTERVENTO

- I REQUISITI DI SICUREZZA DEI LUOGHI DI LAVORO
RICHIAMI AL D.LGS 81/08
- OSSERVAZIONI (SICUREZZA-PROGETTAZIONE-EMERGENZA)
LEZIONI DALLE RECENTI ESPERIENZE SUL CAMPO
- APPROCCIO INTEGRATO SICUREZZA-EMERGENZA
L'ESEMPIO DELLE LINEE DI INDIRIZZO DEL CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
SULLA SICUREZZA SISMICA DEGLI IMPIANTI ANTINCENDIO
- CONSIDERAZIONI FINALI



D.Lgs. 81/08
ALLEGATO IV - REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO

1. AMBIENTI DI LAVORO

1.1 Stabilità e solidità

1.1.1. **Gli edifici** che ospitano i luoghi di lavoro o **qualsunque 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**.

Opere e strutture:

Strutture
Impianti
Elementi non strutturali
Scaffalature
..

Impiego:

carichi di esercizio

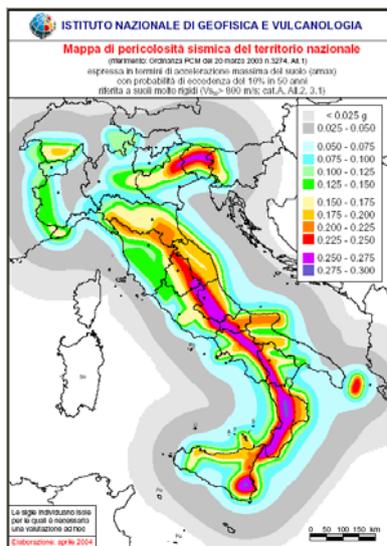
Caratteristiche ambientali:

eventi avversi: vento, incendio, terremoto, ecc.

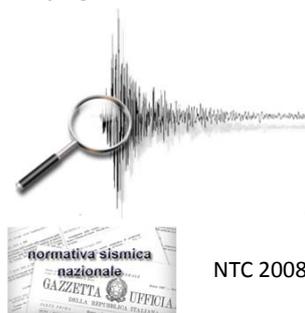
Specifiche attuative:



Norme tecniche per le costruzioni
Norme di Prevenzione incendi



in zona sismica
gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o **qualsunque altra opera e struttura** presente nel luogo di lavoro devono essere **stabili e possedere una solidità che corrisponda al loro tipo d'impiego**



OSSEVAZIONI

cosa è successo..

TERREMOTO L'AQUILA

OSPEDALE SAN SALVATORE L'AQUILA



OSSEVAZIONI

cosa è successo..



CENTRO OPERATIVO POSTE ITALIANE L'AQUILA



DANNO NON STRUTTURALE CAUSATO DALL'INTERAZIONE TRA ELEMENTI



OSSEVAZIONI

cosa è successo..



GLI IMPIANTI SONO FORTEMENTE INTERCONNESSI CON ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI E NON STRUTTURALI



DANNO ASSOCIATO ALLE INTERAZIONI TRA ELEMENTI NON STRUTTURALI



OSSEVAZIONI

cosa è successo..



DISLOCAZIONI
DEFORMAZIONI INDOTTE



TERREMOTO EMILIA



CAPANNONI INDUSTRIALI



INDUSTRIE SETTORE BIOMEDICALE



INDUSTRIE SETTORE AGROALIMENTARE



OSSEVAZIONI

cosa è successo..

OSPEDALE DI MIRANDOLA (MO)



OSSEVAZIONI

cosa è successo..



OSPEDALE DI MIRANDOLA (MO)

**DANNO NON
STRUTTURALE
DEGLI ELEMENTI
DI RIVESTIMENTO**

**DANNO NON STRUTTURALE
INTERRUZIONE VIE DI FUGA**



LA DOMANDA DA UN MILIONE DI €

MA...



MA NON ERANO STRUTTURE STRATEGICHE?

e, quindi, come tali avrebbero dovuto garantire il mantenimento della loro funzionalità oltre che la sicurezza degli occupanti (e passanti)

Verrebbe subito da dire:

Le strutture non erano state adeguate antisismicamente!

L'adeguamento sismico delle sole strutture non è sufficiente!



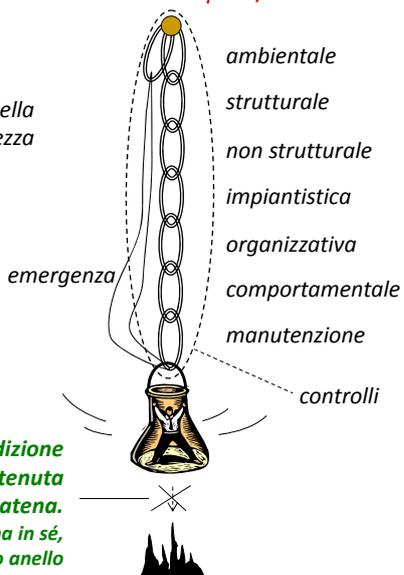
prof. ing. Stefano Grimaz – Università degli Studi di Udine 13

LA METAFORA DELLA CATENA

una serie di anelli collegati

“la sicurezza è appesa ad una catena di aspetti/tutele”

Gli anelli della catena della sicurezza



La sicurezza è la condizione determinata dalla tenuta della catena. Non è la catena in sé, e tanto meno il singolo anello

tanto quanto il raccordo tra anello ed anello



prof. ing. Stefano Grimaz – Università degli Studi di Udine 14

Nel valutare la **sicurezza sismica** è necessario prendere in considerazione **tutte le situazioni** che possono provocare infortuni o vittime (perdite) come conseguenza del terremoto.



D.Lgs. 81/08
Art.15 – Misure generali di tutela



TUTTI = SISMICO MA ANCHE INCENDIO

Direttiva 89/106/CEE
(DPR 246/93)
REQUISITO ESSENZIALE
Sicurezza in caso d'incendio
Documento interpretativo n.2
Obiettivi generali
Strategie



REQUISITO ESSENZIALE n.2

SICUREZZA IN CASO D'INCENDIO

OBIETTIVI GENERALI

- 1 GARANTIRE PER UN PERIODO DI TEMPO DETERMINATO LA CAPACITÀ PORTANTE DELL'OPERA
- 2 LIMITARE LA PRODUZIONE E LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO E DEL FUMO ALL'INTERNO DELL'OPERA
- 3 LIMITARE LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO ALLE OPERE VICINE
- 4 PERMETTERE AGLI OCCUPANTI DI LASCIARE L'OPERA OPPURE DI ESSERE SOCCORSI
- 5 PRENDERE IN CONSIDERAZIONE LA SICUREZZA DELLE SQUADRE DI SOCCORSO

TUTTI = anche i potenziali incendi indotti dal terremoto



7.2.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Ciascun elemento di un impianto che ecceda il 30% del carico permanente totale del solaio su cui è collocato o il 10% del carico permanente totale dell'intera struttura, non ricade nelle prescrizioni successive e richiede uno specifico studio.

Gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro e alla struttura principale devono essere progettati seguendo le stesse regole adottate per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale ed illustrate nel paragrafo precedente. L'effetto dell'azione sismica sull'impianto, in assenza di determinazioni più precise, può essere valutato considerando una forza (F) applicata al baricentro di ciascuno degli elementi funzionali componenti l'impianto, calcolata utilizzando le equazioni (7.2.1) e (7.2.2).

Gli eventuali componenti fragili debbono essere progettati per avere resistenza doppia di quella degli eventuali elementi duttili ad essi contigui, ma non superiore a quella richiesta da un'analisi eseguita con fattore di struttura q pari ad 1.

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì debbono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione $T \geq 0,1s$. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili i collegamenti di servizio dell'impianto debbono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo.

Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi di interruzione automatica della distribuzione del gas. I tubi per la fornitura del gas, al passaggio dal terreno alla costruzione, debbono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione terreno dovuti all'azione sismica di progetto.



REGOLE TECNICHE



dichiarazione più o meno esplicita degli obiettivi

pre-definizione CARATTERISTICHE IDEALI E PROCEDIMENTO PER OTTENERLE (RICOSTRUZIONE SCENARIO IDEALE)

presunzione di raggiungimento degli obiettivi (RIPRODUZIONE DELLO SCENARIO IDEALE)

POTENZIALI PUNTI DI DEBOLEZZA DELLA STRATEGIA NORMATIVA:
INTEGRAZIONE TRA NORME DI SETTORI DIVERSI
NORME IDONEE PER IL NUOVO NON SEMPRE "IDONEE" PER L'ESISTENTE



ESISTENTE

VALUTARE IL LIVELLO DI SICUREZZA DI UNA REALTÀ E LE NECESSARIE AZIONI DI MIGLIORAMENTO



- DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI GENERALI
- ANALISI DEL SISTEMA PER INDIVIDUARE I PUNTI DI FORZA A DI DEBOLEZZA
- DEFINIZIONE E ATTUAZIONE DELLE STRATEGIE PER RIDURRE PUNTI DI DEBOLEZZA VALORIZZANDO I PUNTI DI FORZA
- REQUISITI FINALI (COLLEGATI A SOTTO-OBIETTIVI SPECIFICI)

approccio che può essere applicato anche al nuovo!



LA SICUREZZA SISMICA DEGLI IMPIANTI ANTINCENDIO



Equipaggiamento o componente	Tipologia di danneggiamento o criticità
Generatori di emergenza	rottura degli smorzatori delle vibrazioni rottura delle alimentazioni di combustibile, di segnale, di elettricità rottura dei condotti di evacuazione
Pompe antincendio	rottura degli ancoraggio al basamento disallineamento tra pompa e motore rottura delle tubazioni
Riserve idriche	rottura della vasca di contenimento rottura delle tubazioni
Tubazioni	rotture o perdite di tenuta

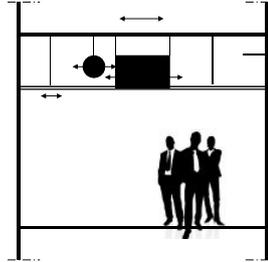


CRITICITÀ OSSERVATE

SPECIFICITÀ



AZIONI DA INTERAZIONE



RISPOSTA DEL
"PACCHETTO" NON
STRUTTURALE

↓
PROGETTAZIONE
INTEGRATA

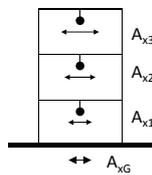
RISPOSTA DI
UN SISTEMA



L'ATTIVAZIONE DEI DANNI

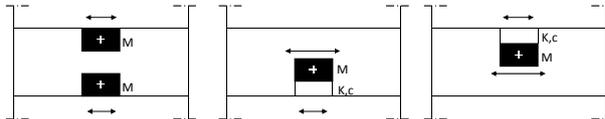
L'AZIONE SISMICA

AZIONE — Forze inerziali indotte dal moto del suolo
| Spostamenti relativi



accoppiamento
amplificazioni dinamiche
moti relativi

UBICAZIONE E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE
DEL COMPONENTE GIOCANO UN RUOLO DETERMINANTE
NELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE

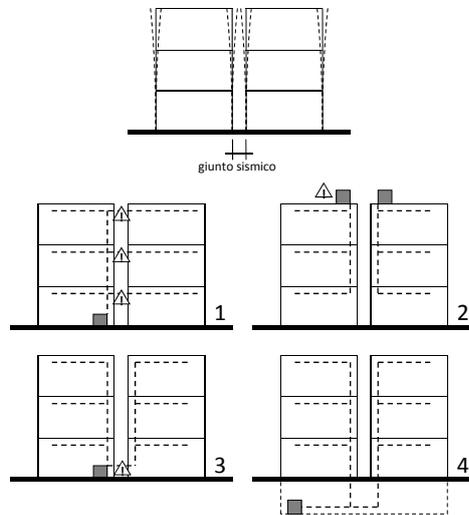


PROBLEMA DINAMICO

$$F = M \times a$$

risonanza

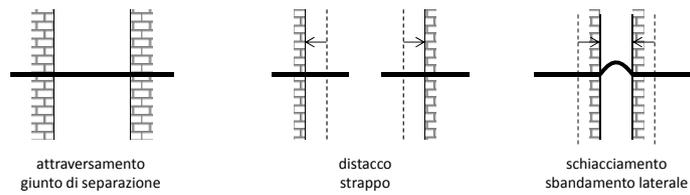




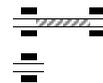
PRESENZA DI GIUNTI SISMICI

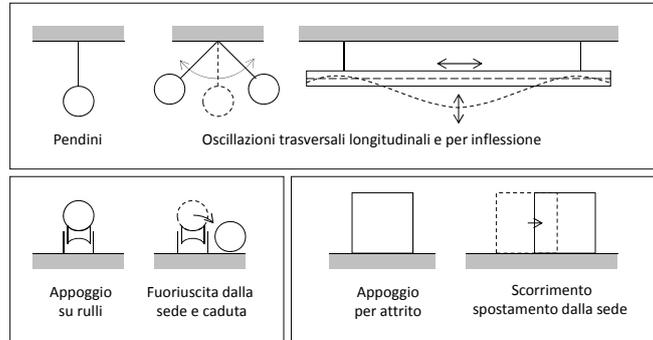
RIDURRE NUMERO ATTRAVERSAMENTI

PREVEDERE I PUNTI DI ATTRAVERSAMENTO E L'UBICAZIONE DELLE ATTREZZATURE IL PIÙ IN BASSO POSSIBILE

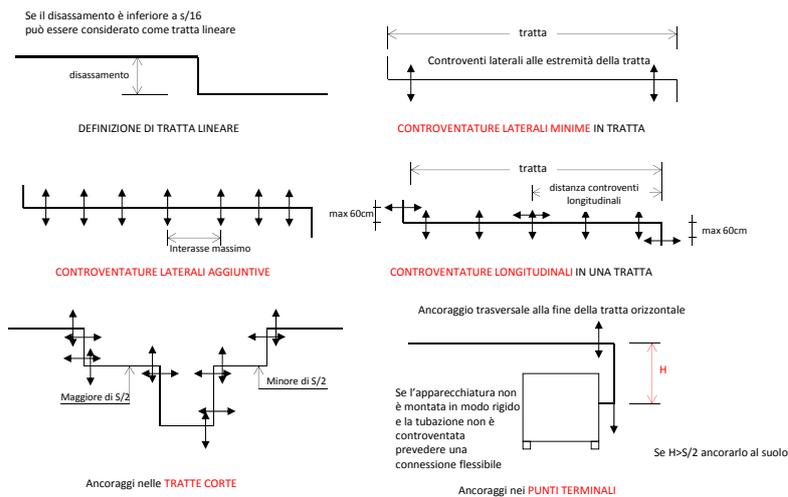


ATTRAVERSAMENTO FLESSIBILE
ATTRAVERSAMENTO DISACCOPIATO





ADEGUATA SCELTA E COERENTO DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI VINCOLO



IMPEDIRE DEFORMAZIONI INDOTTE DA MOTI RELATIVI



STRATEGIA

ANALISI DELLE POTENZIALI CRITICITÀ



CONTROMISURE PER ELIMINAZIONE DELLE CRITICITÀ



REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA SISMICA

VULNERABILITÀ

LEGATE AL LAYOUT DISTRIBUTIVO

LEGATE AL TIPO DI INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI

LEGATE ALLE INTERAZIONI NEGATIVE CON ALTRI ELEMENTI



Requisiti minimi di sicurezza sismica per garantire, a seconda delle esigenze:

- incolumità delle persone
- mantenimento funzionalità o pronto ripristino post-sisma
- evitare situazioni di pericolo



Requisiti di sicurezza sismica		
sigla	descrizione	obiettivo specifico
S	Mantenimento stabilità	non generare situazioni di pericolo per le persone
F	Mantenimento funzionalità	non determinare compromissioni di servizio
R	Pronta ripristinabilità	consentire il ripristino delle funzioni nel breve periodo
D	Assenza di perdite di fluidi	non generare situazioni di difficoltà o disagio nell'evacuazione per rilascio di sostanze o per caduta di elementi
C	Assenza di perdite di fluidi pericolosi	non generare situazioni critiche per rilascio di sostanze pericolose



Elemento	Criteri progettuali (in ordine di priorità)
Lay-out	Preferire sistemi distributivi organizzati a livelli inferiori alla quota campagna Preferire sistemi di distribuzione ridondanti Prevedere ove necessario di riserva per la fornitura dei fluidi
Attraversamento giunti sismici	Ridurre il numero di attraversamenti nei giunti di separazione sismica Portare più possibile gli attraversamenti al piano di campagna o interrato Installare giunti flessibili
Apparecchiature	Posizionare le apparecchiature pesanti i ai piani bassi in modo da non produrre effetti dinamici di interazione tra sistema impiantistico e struttura o tra sistema ed altri elementi non strutturali
Interazioni	Controllare gli spostamenti relativi tra componenti dell'impianto e altri componenti (controsoffitti, partizioni, altri impianti) lasciando opportuni spazi di rispetto o rendendo solidali i vari sistemi
Tipo di installazione	Evitare sistemi di appoggio/trattenuta per solo attrito Evitare sistemi di installazione su rullo con possibilità di fuoriuscita dalle sedi di appoggio in caso di sisma Controllo delle oscillazioni longitudinali e trasversali delle tubazioni con opportuno posizionamento dei sistemi di controventamento

+

DIMENSIONAMENTO DISPOSITIVI E ANCORAGGI (NTC 2008)



GRIGLIE GUIDA

PER L'ANALISI DI VULNERABILITÀ E L'INDIVIDUAZIONE DELLE CONTROMISURE NECESSARIE AL SODDISFACIMENTO DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA SISMICA

esempio (ESTRATTO LINEE DI INDIRIZZO PER IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO)

IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppi a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[2][6]		✓	✓		
	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2][6]		✓			✓
	Rottura condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2][6]		✓			✓
Tubazioni fisse con acqua non permanentemente in pressione	Distacco degli ancoraggi Urti conto altri impianti	Prevedere idonei sistemi di controventatura e ancoraggio.	[2][6]	✓	✓			
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	Prevedere giunzioni flessibili: - nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato; - nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio; Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: - nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale; - nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.	[3][4] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	



RIFERIMENTI

- [1] AICARR 2010 – Impiantistica antisismica. La protezione antisismica degli impianti. Requisiti, regole tecniche, esperienze. Associazione Italiana Condizionamento dell’Aria, Riscaldamento e Refrigerazione. Milano.
- [2] ASHRAE 1999 – “ A Practical Guide to Seismic Restraint” – RP812 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta
- [3] ATC 51-2, 2003 – “Raccomandazioni congiunte Stati Uniti-Italia per il controventamento e l’ancoraggio dei componenti non strutturali negli ospedali italiani”. Applied Technology Council California
- [4] Comitato tecnico italiano materiali antincendio. – “Norma sperimentale CTIMA n°12 - Idranti per estinzione incendi. Norme per l’installazione e condizioni di accettazione”.
- [5] FEMA, 1997 - “FEMA 274 - NEHRP commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings.” Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [6] FEMA, 2002 - “FEMA 412 - Installing Seismic Restraints for Mechanical Equipment”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [7] FEMA, 2004 - “FEMA 413 - Installing Seismic Restraints for Electrical Equipment”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [8] FEMA, 2004 - “FEMA 414 - Installing Seismic Restraints for Duct and Pipe”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [9] FEMA, 2005 –“FEMA 74-FM –Earthquake hazard mitigation for non structural elements – Field Manual” Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [10] Ministero della Salute, 2002. Raccomandazioni per il miglioramento della sicurezza sismica e della funzionalità degli ospedali
- [11] NFPA, 2010 - “NFPA 13 - Standard for the Installation of Sprinkler Systems”. National Fire Protection Association
- [12] UNI CIG 2009 – “Linea Guida per l’applicazione della normative sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibili, ed. 27 febbraio 2009



ANALISI DI VULNERABILITÀ = STRUMENTO DI VALUTAZIONE E SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE



consente di

CONOSCERE I PUNTI DI CRITICITÀ

CARATTERIZZARE I POTENZIALI SCENARI EMERGENZIALI

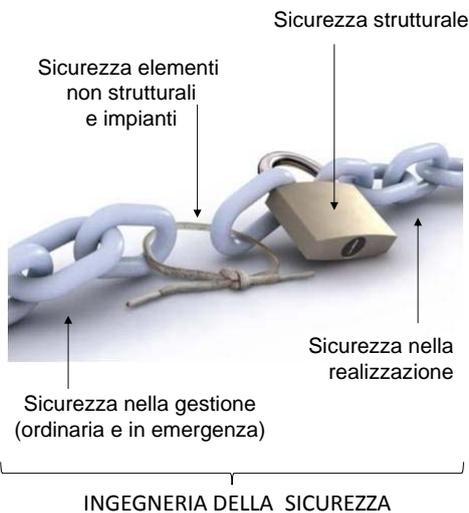
SERVE PER MEGLIO DEFINIRE LE AZIONI FINALIZZATE ALLA SICUREZZA



SERVE ANCHE AD UNA IMPOSTAZIONE CONTESTUALIZZATA DELLA GESTIONE DELLE EMERGENZE



CATENA DELLA SICUREZZA



LA SICUREZZA RICHIEDE DI:
costruire una catena di azioni/elementi

LA SICUREZZA DIPENDE:
dall'anello più debole

NON HA SENSO:
irrobustire in modo autonomo e indefinito i singoli anelli

BISOGNA PUNTARE:
ad un aumento della resistenza della catena.
Ciò richiede una **visione d'insieme** sugli obiettivi funzionali alla sicurezza. È necessario passare da un approccio settoriale ad uno olistico e finalizzato, cioè ricorrere ad una **progettazione coordinata e integrata che mira a ridurre innanzitutto i punti più deboli del sistema**

Grazie per l'attenzione

stefano.grimaz@uniud.it



Direttore SPRINT-Lab Laboratorio di Sicurezza e Protezione Intersettoriale
Dipartimento di Chimica Fisica Ambiente
Università di Udine (I)

<http://sprint.uniud.it>