



Convegno

L'ESODO DAI FABBRICATI DI GRANDE ALTEZZA



VALUTAZIONE DI EDIFICI COMPLESSI ATTRAVERSO L'ANALISI DI VULNERABILITÀ

Stefano Grimaz



*Facoltà Ingegneria
Università degli Studi di Udine*

IL PROBLEMA DELL'ESODO E L'ANALISI DI VULNERABILITÀ...



IL PROBLEMA DELL'ESODO ...

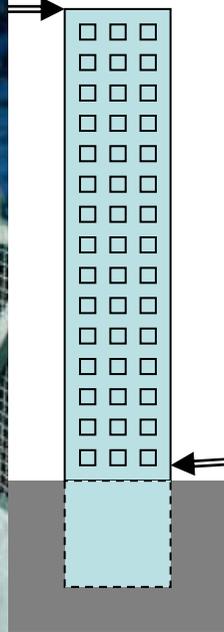


DIVERSI PUNTI DI VISTA ...

L'OCCUPANTE



IL SOCCORRITORE



DIVERSE DOMANDE ...

Le domande dell'occupante: cosa sta succedendo? vado o resto? dove? come?



Le domande del soccorritore: come intervengo? come gestisco l'esodo?

L'ESODO: un problema di risposta

L'ESODO ?

UN PROBLEMA
DI RISPOSTA!

A COSA?

AD UNA SITUAZIONE
AVVERSA

es. INCENDIO, ATTENTATO..



È POSSIBILE UNA CHIAVE DI LETTURA INGEGNERISTICA DEL PROBLEMA?

COME PUÒ ESSERE DI AIUTO UN'ANALISI DI VULNERABILITÀ?

COS'È UN'ANALISI DI VULNERABILITÀ?

LA CHIAVE DI LETTURA INGEGNERISTICA DEL PROBLEMA



NOTA O
IPOTIZZATA
L'AZIONE

SI DEVE FARE IN MODO CHE
VENGA POSTA IN ATTO UNA
RISPOSTA ADEGUATA

CAPACITÀ/QUALITÀ DI RISPOSTA (PERFORMANCE)

PERFORMANCE-BASED APPROACH

Fire safety engineering

SUL NUOVO

*SI FORNISCE E ORGANIZZA UNA
CAPACITÀ DI RISPOSTA ADEGUATA*

SULL'ESISTENTE

*SI VALUTA SE LA CAPACITÀ
DI RISPOSTA È ADEGUATA*

IL CONCETTO DI VULNERABILITÀ

la definizione:

vulnerabilità = misura della propensione al danneggiamento
in funzione delle sole caratteristiche intrinseche del sistema analizzato

in pratica:

VULNERABILITÀ



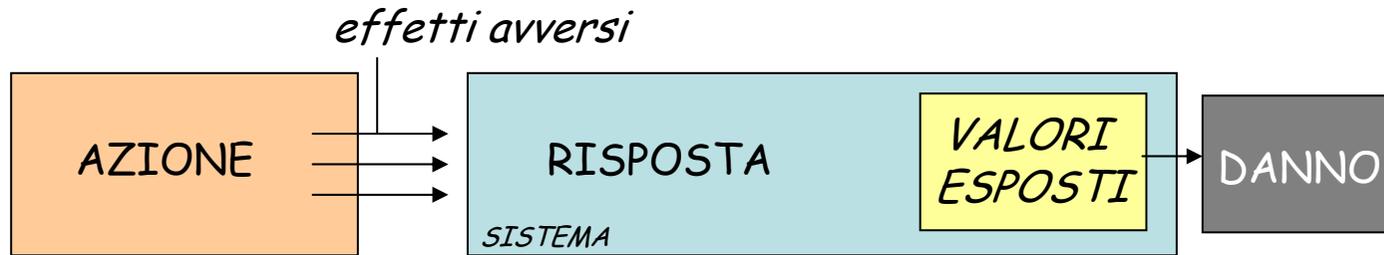
QUALITÀ
DELLA
RISPOSTA
DEL SISTEMA

legame tra

VULNERABILITÀ - PERFORMANCE

IL PARALLELISMO

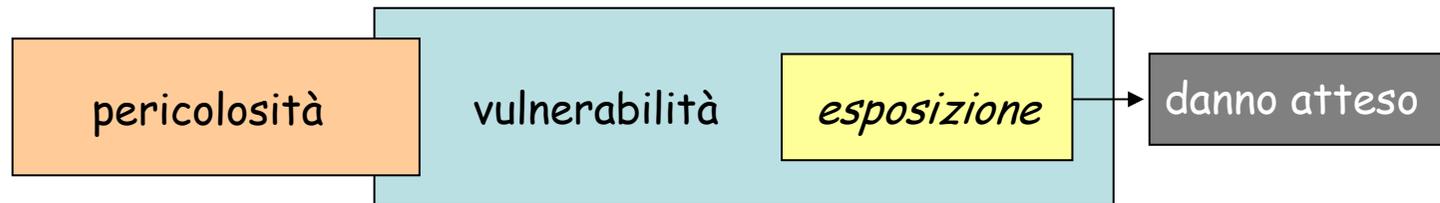
PERFORMANCE-BASED APPROACH



PERFORMANCE (QUALITÀ DI RISPOSTA)

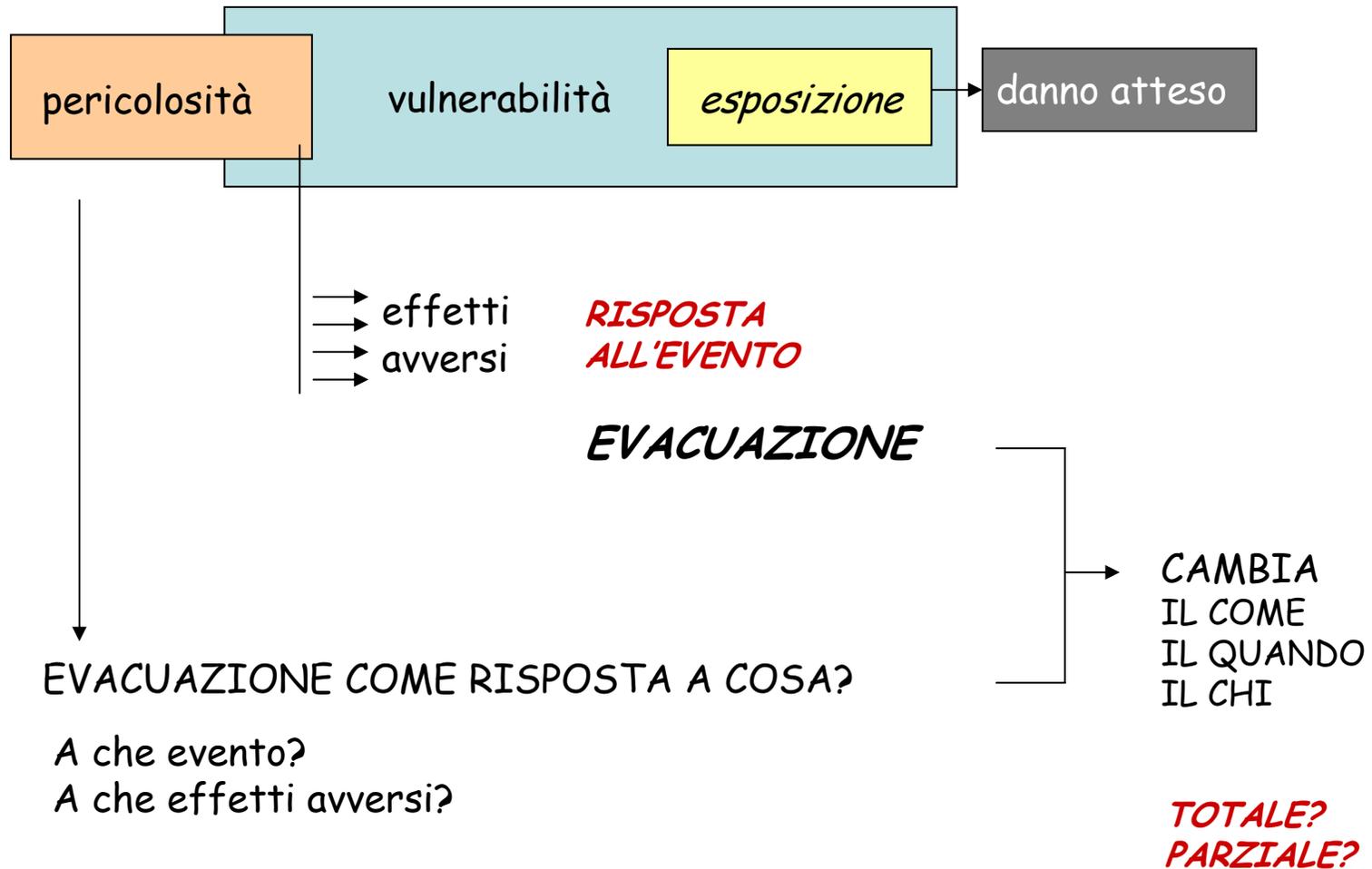
ANALISI DI VULNERABILITÀ

*VULNERABILITÀ
(CARENZE NELLA QUALITÀ DELLA RISPOSTA)*



Particolarmente utile nell'analisi dell'esistente

L'ESODO COME RISPOSTA AD UN EVENTO AVVERSO



DOPO L'11 SETTEMBRE ...

NUOVI SCENARI

INCENDI
EVENTI NATURALI

ATTACCHI
TERRORISTICI

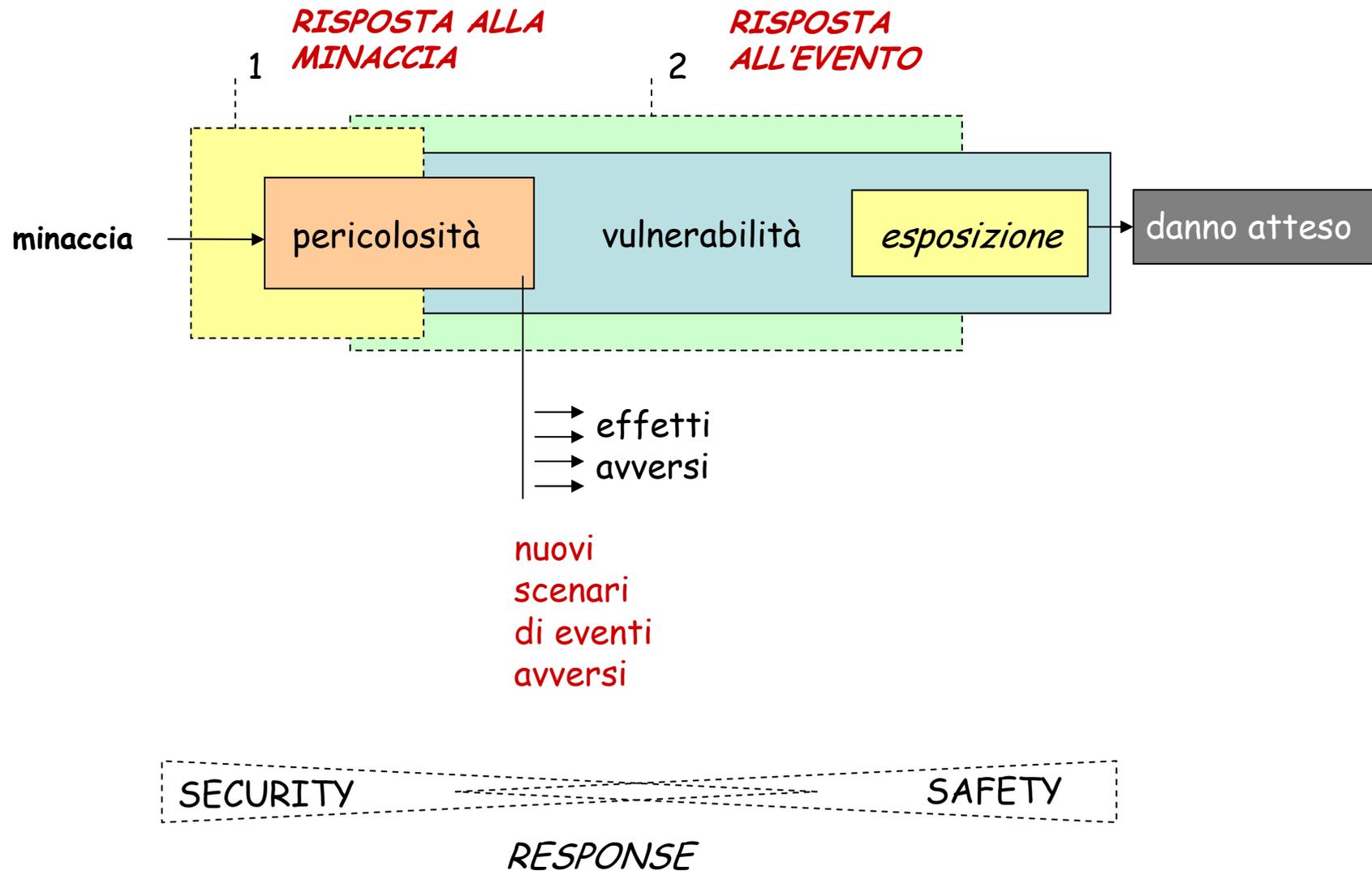


NUOVE ESIGENZE DI RISPOSTA

tra le quali

**ESIGENZA DI EVACUARE GLI OCCUPANTI
DA EDIFICI A GRANDE ALTEZZA**
(prima pensati per la "*defence in place*")

DUE TIPOLOGIE DI RISPOSTA PER UNO STESSO OBIETTIVO

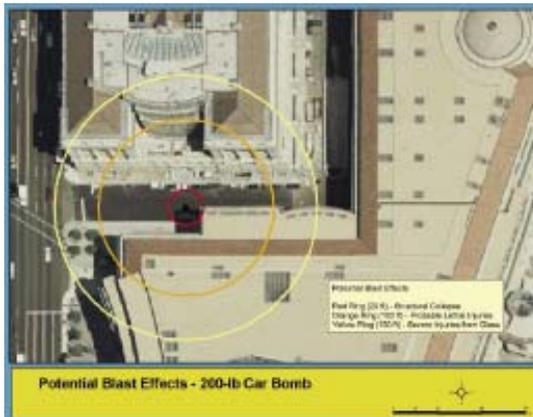


IMPORTANTI OSSERVAZIONI



Soprattutto dopo l'11 settembre sottolinea l'importanza di:

Analisi per scenari



Approccio multi-hazard

Esplosioni e impatti
Agenti aero-disperdibili
Agenti idro-disperdibili
Attacchi ed intrusioni
Incendi
Terremoti

...

Integrazione di SAFETY e SECURITY

TRAVASO DI CONOSCENZE TRA DISCIPLINE DIVERSE

TRAVASO DI APPROCCII



FEMA

Risk Management Series
Risk Assessment

A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attack
Against Buildings

FEMA 452 / January 2005

$$R = P \times M$$



United Nations Educational,
Scientific and Cultural Organization

Risk = Asset Value x Threat Rating x Vulnerability Rating

Rischio = esposizione X pericolosità X vulnerabilità

R = P x V x E
UNESCO, 1972

RISCHI NATURALI
(SISMICO)

carenze di risposta

Vulnerability. Any weakness in an asset or mitigation measure than can be exploited by an aggressor (potential threat element), adversary, or competitor. It refers to the organization's susceptibility to injury.

azione avversa

risposta inadeguata di un sistema → perdita

CENTRALITÀ DELLE ANALISI DI VULNERABILITÀ DOPO L'11 SETTEMBRE

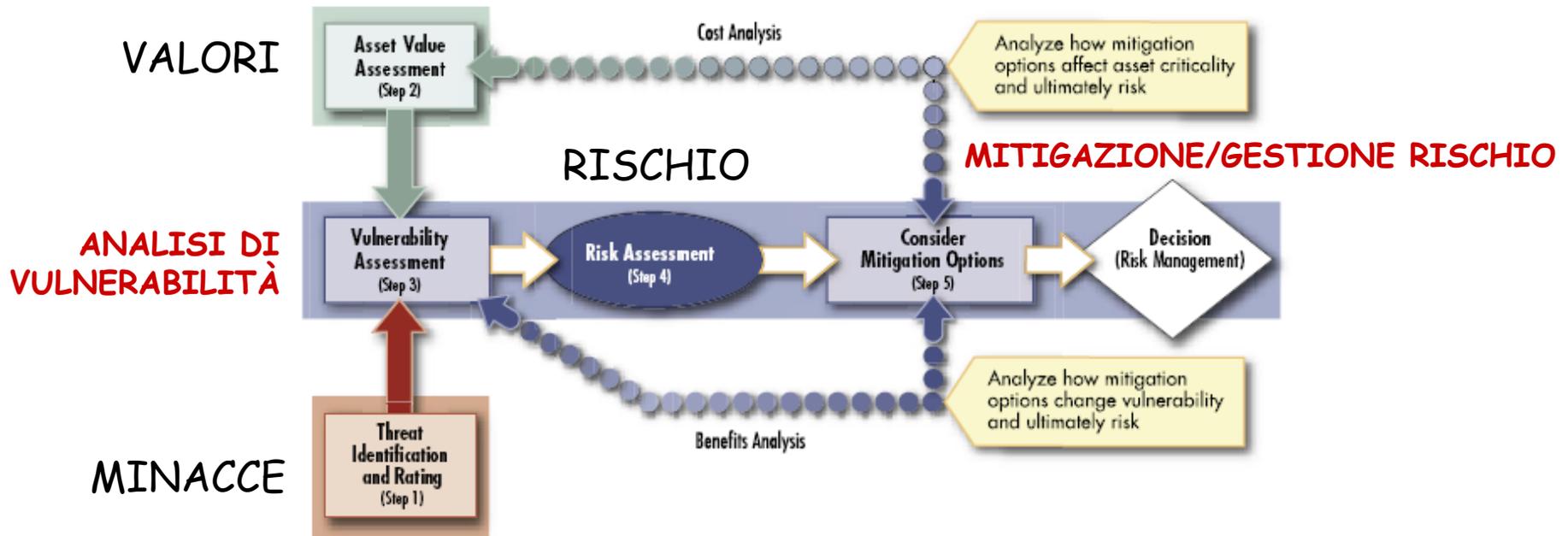


FEMA

Risk Management Series Risk Assessment

A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks
Against Buildings

FEMA 452 / January 2005



L'ANALISI DI VULNERABILITÀ: cosa consente



ATTENZIONE PERÒ:

L'ESODO ?

UN PROBLEMA
DI RISPOSTA!

**SISTEMICA
MULTIDIMENSIONALE**



Dimensione umana

Dimensione fisico-funzionale

ANALISI DI VULNERABILITÀ
PUNTI CRITICI E DI DEBOLEZZA

APPROCCIO INGEGNERISTICO CHE TIENE CONTO ANCHE DI QUESTE CARATTERISTICHE

"INGEGNERIA DEI SISTEMI COMPLESSI E DEI FATTORI UMANI"

UN ESEMPIO: la dimensione del singolo



POSSIBILITÀ di risposta
disponibilità di sistemi/mezzi
corda

ABILITÀ di risposta
capacità di scendere
con/senza discensore

DIMENSIONE FISICO-FUNZIONALE

CONDIZIONI
MEZZI
SISTEMI

DIMENSIONE UMANA

CONOSCENZE
ABILITÀ

RISPOSTA

LA RISPOSTA DELLE PERSONE

Reports WTC



I **parametri** che incidono sulle caratteristiche della risposta delle persone sono **molti** e sono **interrelati** con le **caratteristiche del sistema fisico e dell'evento** e.... possono dipendere dal **"momento storico"**

dopo l'11 settembre.. gli occupanti accettano di rimanere dentro (defence in place)?

La dimensione umana pone un problema di:

Incertezza e aleatorietà



Prevedibilità?

Governabilità?



IPOTESI



*ANALISI
MULTISCENARIO*

LA DIMENSIONE UMANA: alcune "tendenze"



L'esperienza ha evidenziato che:

Generalmente non si va verso il fuoco o il fumo (l'effetto avverso riconosciuto)

Si cerca il gruppo e si sta con il gruppo (anche se non è una buona opzione)
La dimensione del gruppo è importante

Le informazioni servono come elemento motivante

La familiarità aiuta i gruppi
a formarsi e a minimizzare il panico

La leadership è particolarmente importante
in spazi pubblici sia per la formazione
di comportamenti di gruppo che per
la loro guida



LA DIMENSIONE UMANA: variabili e fattori chiave

È noto che la risposta dipende da:

Variabili

individuali

Familiarità, precedenti esperienze, ...

organizzative

Assistenza all'esodo, comunicazione, ...

fisico/strutturali

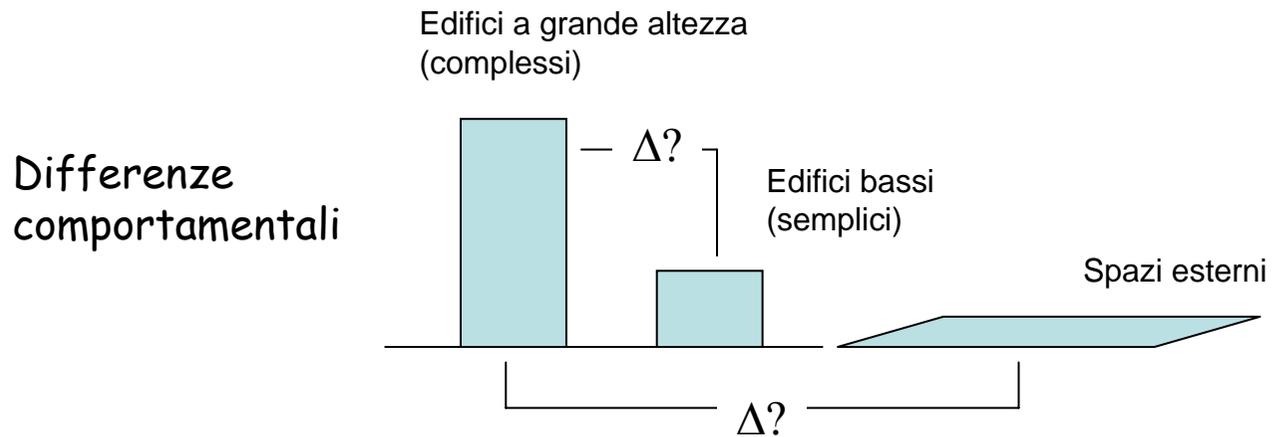
Uscite, sistema d'esodo, ...



FATTORI
CHIAVE

DISPONIBILITÀ INFORMAZIONI
CONOSCENZA EDIFICIO
CONOSCENZA ALTERNATIVE
LEADERSHIP/CREDIBILITÀ
PROCEDURE

LA DIMENSIONE UMANA IN FUNZIONE DEL CONTESTO



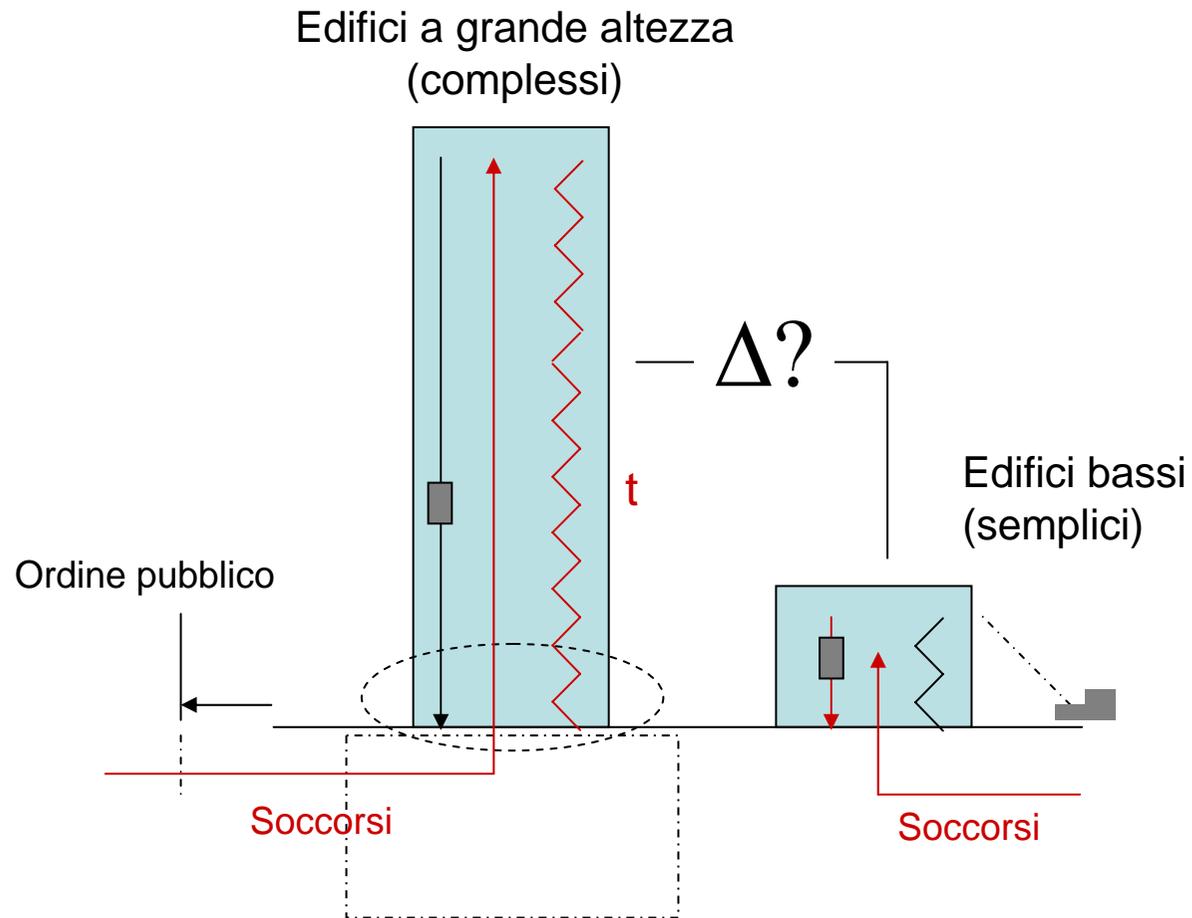
*fattore
predominante*

Vincoli fisico-funzionali

Interazioni relazionali



LE DIFFERENZE FISICO-FUNZIONALI



ELEMENTI DI CRITICITÀ INTRINSECA DEGLI EDIFICI DI GRANDE ALTEZZA

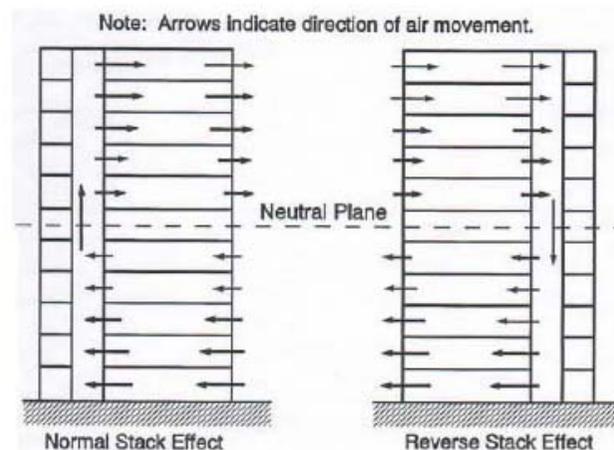
SISTEMI HVAC

Propagazione agenti avversi

LAY OUT

Complessità distributivo funzionale/Accessibilità

STACK EFFECT



Effetto dovuto alla differenza di pressione generato dalla differenza di temperatura

PARETI VETRATE

Propagazione verticale

STRUTTURE

Vulnerabilità strutturale

USO

Promiscuità/Molteplicità di "entità utilizzatrici"

ELEMENTI DI CRITICITÀ NELLA MOVIMENTAZIONE VERTICALE

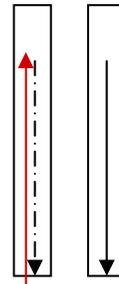
SCALE
ASCENSORI
SISTEMI EMERGENZA



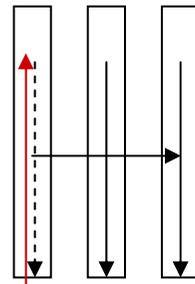
soccorritori   occupanti



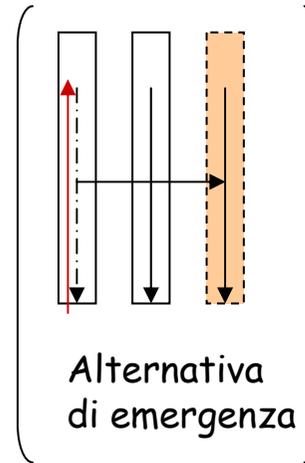
Unicità (no alternative)
Promiscuità totale



Alternativa
Promiscuità parziale



Alternativa
Separabilità
Scelta



Alternativa
di emergenza



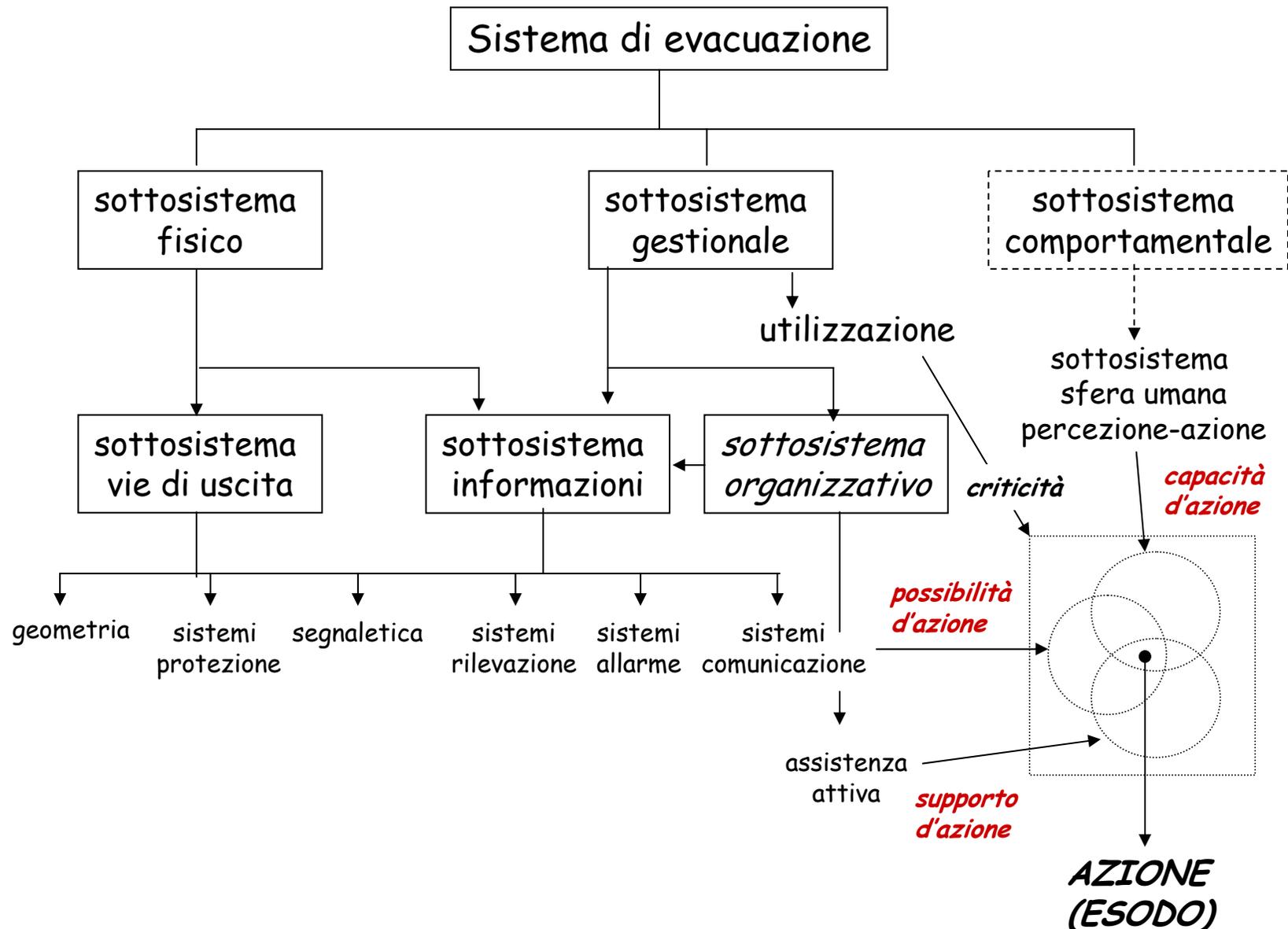
CRITICITÀ NELL'ATTUAZIONE DEL SOCCORSO

I PUNTI DI CRITICITÀ E DI POTENZIALE DEBOLEZZA

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - ACCESSIBILITÀ AL FABBRICATO - LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE EVENTO - LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE OCCUPANTI | } | <p>ACQUISIZIONE INFORMAZIONI DIRETTE INDIRETTE (OCCUPANTI) QUADRI SINOTTICI</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - RAGGIUNGIBILITÀ AREA CRITICA - TRASPORTO ATTREZZATURE | } | <p>(SCALE) ACENSORI ANTINCENDIO (promiscuità)</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - DEFINIZIONE STRATEGIE | | <p>COORDINAMENTO IN-OUT COMUNICAZIONI SOC-SOC SOC-OCC OCC-SOC</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - TRASPORTABILITÀ/EVACUABILITÀ OCCUPANTI | | <p>(SCALE) ASCENSORI ZONE DI RIFUGIO SISTEMI AUSILIARI DI EMERGENZA</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - MONITORAGGIO EVOLUZIONE | | <p>COMUNICAZIONI</p> |
| <p>+ problematiche di ordine pubblico</p> | | |

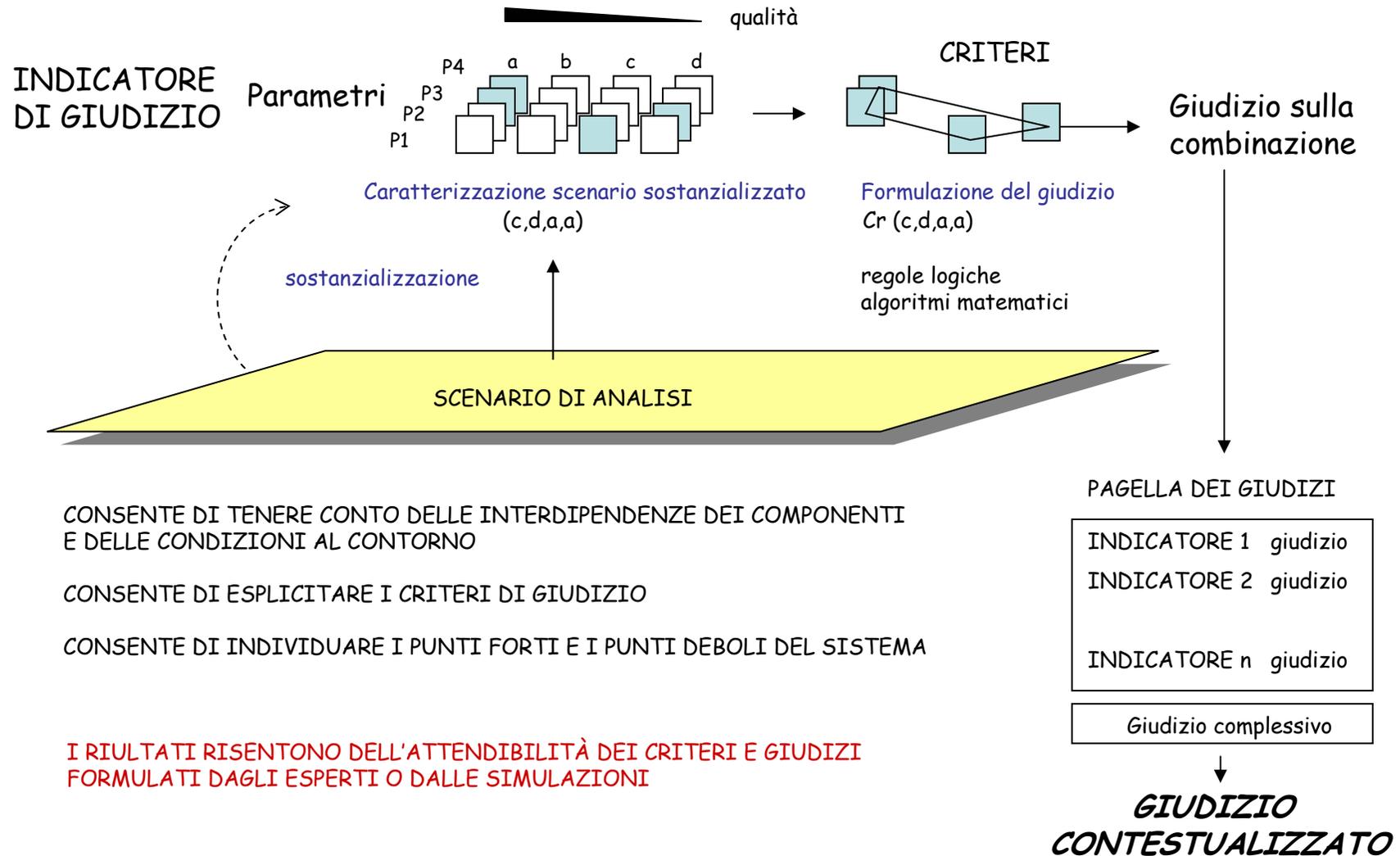


ANALISI SISTEMICA



LA TECNICA DEGLI SCENARI ELEMENTARI

Origine: teoria dei sistemi esperti e dell'intelligenza artificiale



PARAMETRI DI ANALISI DELLA VULNERABILITÀ D'EVACUAZIONE

Parametri

1. Grado di allertamento

2. Sfollabilità delle aree

3. Sfollabilità delle vie di esodo

4. Sfollabilità generale

5. Supporti all'esodo

6. Supporti alla gestione dell'esodo

Elementi di valutazione

1.1 Efficacia dell'allertamento

2.1 Raggiungibilità dei varchi

2.2 Capacità di sfollamento aree

2.3 Presenza di alternative

3.1 Raggiungibilità zone riparate e sicure

3.2 Capacità di sfollamento vie di esodo

4.1 Abbandonabilità generale

4.2 Criticità intrinseca del sistema d'esodo

5.1 Facilitazioni

5.2 Guide

5.3 Ausili

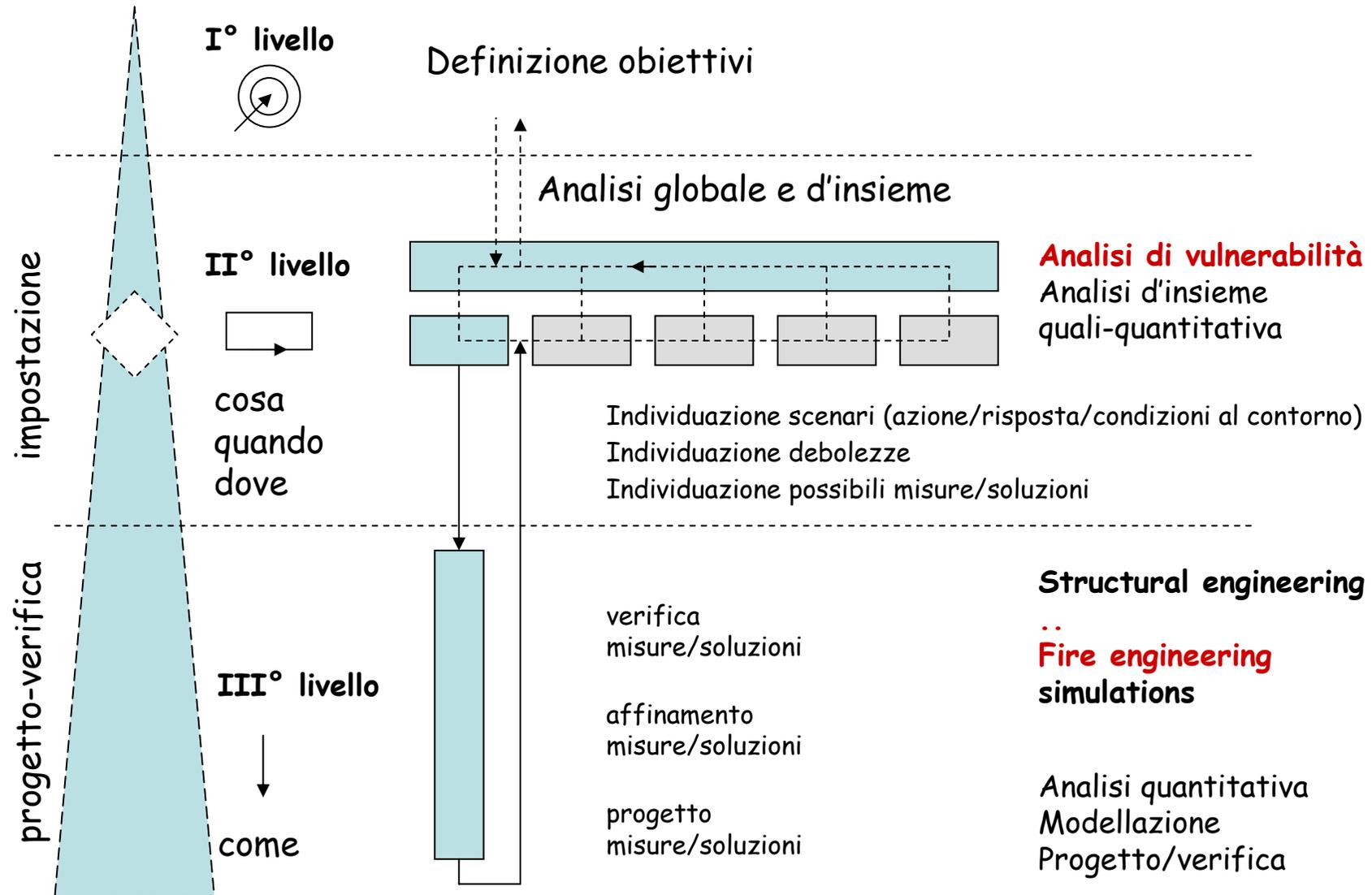
6.1 Accessibilità soccorsi

6.2 Qualità interazione soccorsi-occupanti

6.3 Comunicazioni

6.4 Ordine pubblico

APPROCCIO PROGRESSIVO (MULTILIVELLO)



PERALTRO

In vari documenti redatti dopo l'11 settembre si afferma l'importanza:



Non solo

Approccio per scenari

Approccio multi-hazard

Ma anche

Approccio interdisciplinare-multidimensionale

Analisi sistemica progressiva

Valenza strategica delle analisi di vulnerabilità

Consentono la formulazione di giudizi di supporto alle decisioni e di supporto alla individuazione coordinata delle possibili soluzioni

Consentono di impostare (e motivare) **MODELLAZIONI MIRATE**
il cui esito concorre a definire il giudizio d'insieme

CON L'AUSPICIO CHE

ESPERIENZA E SCIENZA

INGEGNERIA DELLA SICUREZZA



CI CONSENTANO DI
GIUNGERE A NON
LEGGERE PIÙ NOTIZIE
DEL GENERE

**VI RINGRAZIO
PER L'ATTENZIONE!**

Per eventuali contatti:



Stefano Grimaz

***Centro studi e ricerche SPRINT
Università degli Studi di Udine***

stefano.grimaz@uniud.it

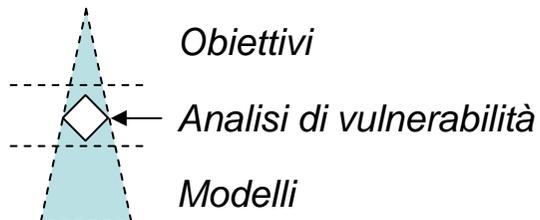
UN PRECEDENTE NOSTRANO APPLICATO A REALTÀ COMPLESSE

Comando VVF di Venezia
Comune di Venezia
Soprintendenza di Venezia
Università di Udine



IL PROGETTO PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO DI VENEZIA 1996-99

Fire Safety Engineering



REALTÀ COMPLESSA "IN ORIZZONTALE"



ANALISI SISTEMATICA DI VULNERABILITÀ

modello UNESCO (ora anche FEMA)

$$R = P \times V \times E$$

Valutazione del rischio e della sicurezza equivalente