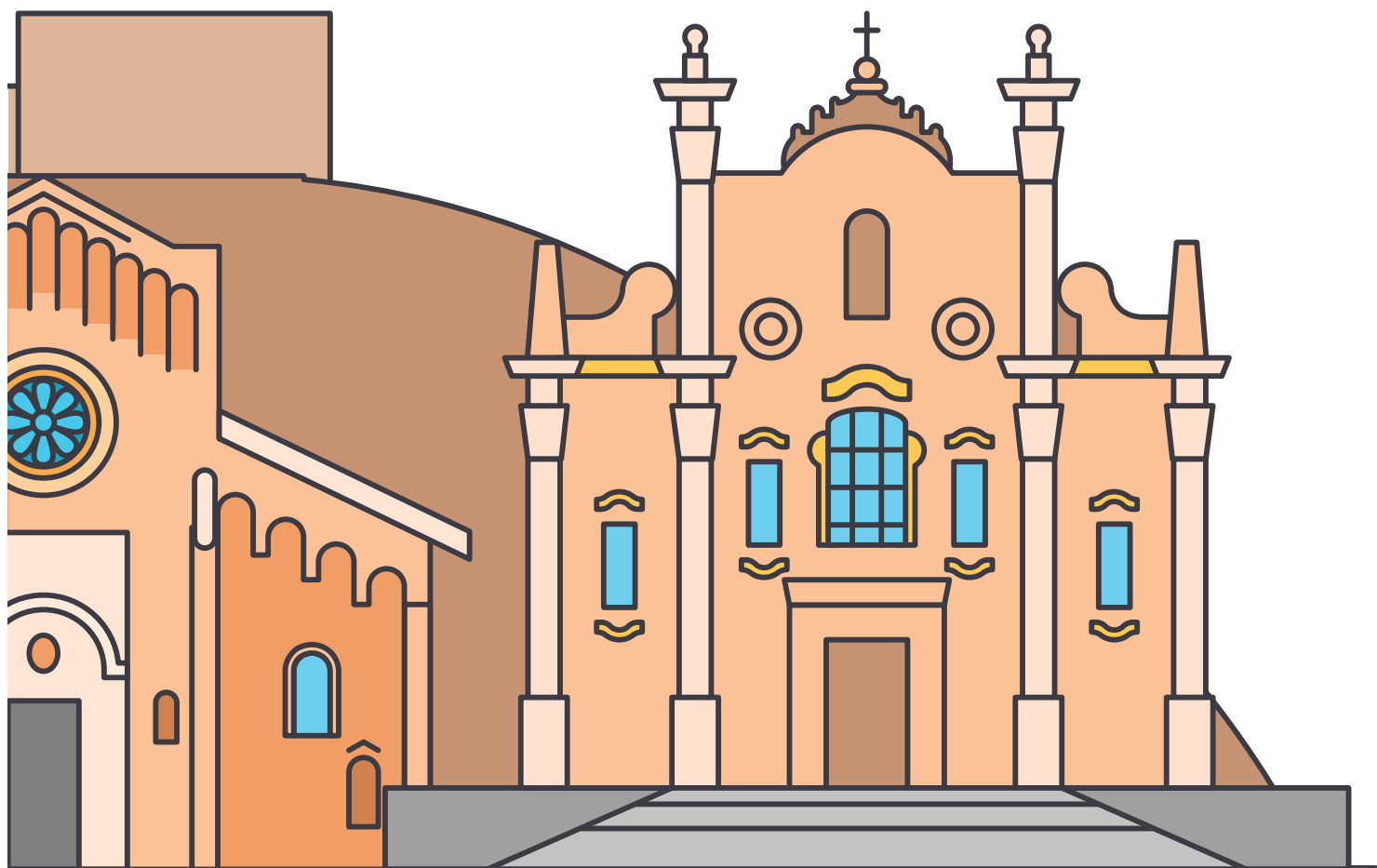


antincendio

dal 1949 la rivista della prevenzione incendi e della protezione civile

Matera, capitale europea
della cultura 2019:
integrare l'**arte e la sicurezza**
nella gestione dei grandi eventi

Fabio Dattilo | Salvatore Tafaro | Luca Fiorentini



Matera, capitale europea della cultura 2019: integrare l'**arte e la sicurezza** nella gestione dei grandi eventi

1ª Parte

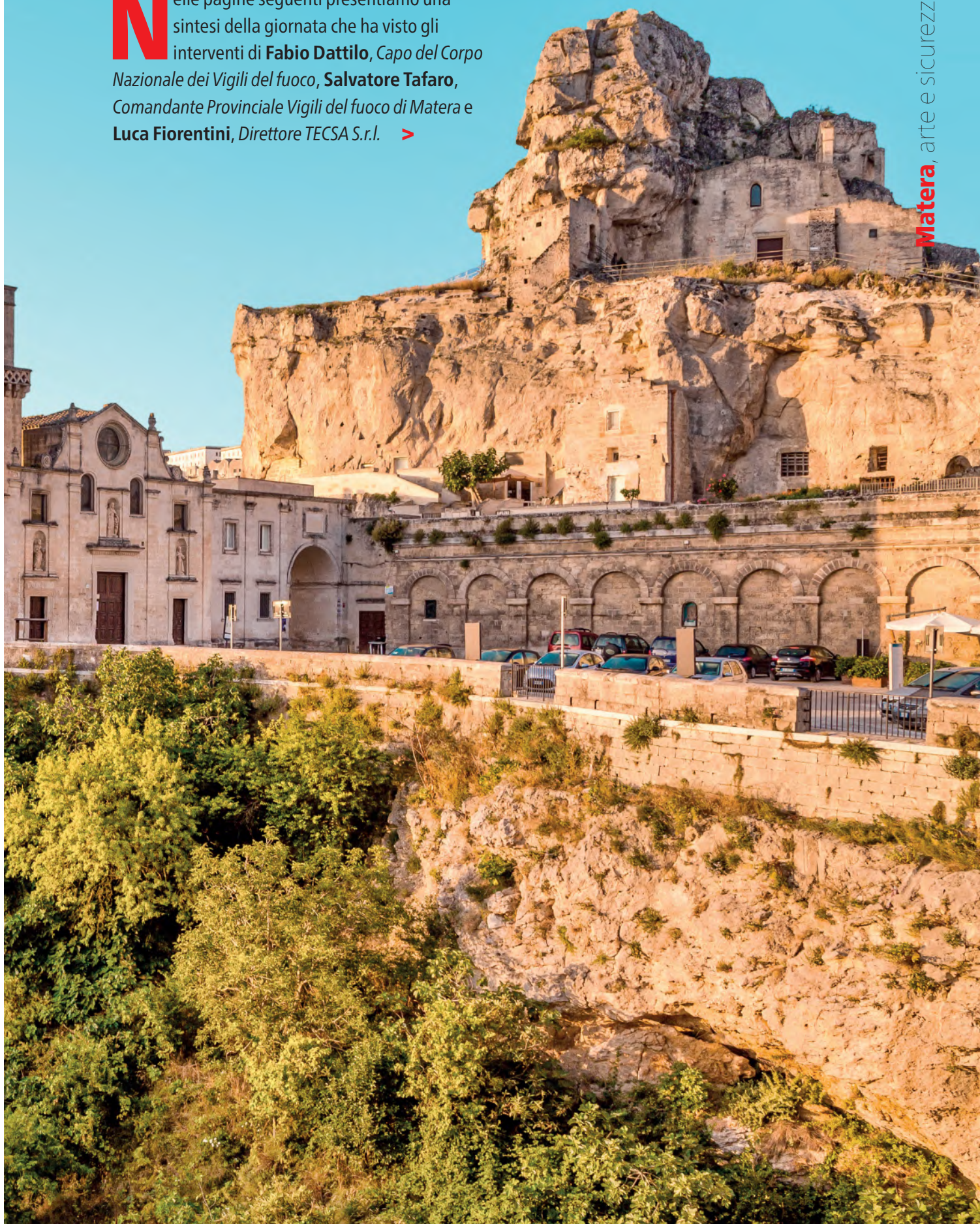
● A cura di Fabio Dattilo, Salvatore Tafaro, Luca Fiorentini

● L'abstract

Matera è la capitale della cultura per l'anno 2019; in vista delle numerose manifestazioni che si terranno nella città lucana, il 30 Novembre dello scorso anno, a Palazzo Lanfranchi di Matera, si è tenuto un Convegno dal titolo "Eventi pubblici e sicurezza: integrare arte, cultura e vincoli normativi". L'evento è stato organizzato in collaborazione con l'Osservatorio Provinciale Permanente sulla Sicurezza nei Luoghi di lavoro e delle Malattie Professionali istituito presso la Prefettura di Matera e ha visto la partecipazione di esperti nel settore della gestione degli affollamenti nell'ambito dei grandi eventi oltre che le autorità di pubblica sicurezza e di soccorso e la Fondazione "Basilicata Matera 2019", organizzatrice dell'evento".

Nelle pagine seguenti presentiamo una sintesi della giornata che ha visto gli interventi di **Fabio Dattilo**, *Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco*, **Salvatore Tafaro**, *Comandante Provinciale Vigili del fuoco di Matera* e **Luca Fiorentini**, *Direttore TECSA S.r.l.* ➤

Matera, arte e sicurezza



I Capo del Corpo ha sottolineato quattro aspetti fondamentali connessi con la sicurezza (intesa sia come "safety"¹ sia come "security"²) degli eventi pubblici caratterizzati da un numero significativo di persone: la condivisione responsabile della problematica con tutti i portatori di interesse che comporta necessariamente una risposta analitica fattiva e sempre condivisa, la valutazione del rischio quale elemento portante inalienabile per la definizione di una corretta strategia di gestione, l'importanza del rispetto di norme e standard di riferimento, l'impiego dei moderni strumenti a disposizione dei progettisti nell'ambito di un approccio teso a verificare le prestazioni rispetto ad obiettivi ben individuati

a seguito della valutazione di situazioni complesse (per numero dei partecipanti, per caratteristiche degli stessi, per le particolari condizioni al contorno, condizionate dalle risorse, dal layout e dalla configurazione).

L'ingegner Tafaro ha approfondito in particolare il corpo normativo di riferimento evidenziando, con chiaro riferimento ai più moderni disposti normativi in materia di prevenzione incendi e sicurezza antincendio, il fondamentale ruolo degli standard tecnici e delle linee guida orientate alla garanzia della prestazione quale approccio privilegiato per poter comprendere i rischi (compresi gli attuali rischi in materia di security), e la necessità di definire un percorso di studio e di valutazione di strategia alternative ai me-

L'intervento del Capo del Corpo dei Vigili del fuoco, che ha illustrato il panorama normativo italiano per la gestione delle manifestazioni pubbliche e del Comandante dei Vigili del fuoco di Matera, che ha spiegato le misure di sicurezza nell'ambito di un contesto storico – artistico così particolare, rilevano per gli aspetti tecnici afferenti le modalità di studio di flussi e folle anche ai fini di una eventuale evacuazione sicura in caso di emergenza durante un evento incidentale

todi tradizionali, insieme alla pianificazione della risposta alle varie emergenze. Particolare attenzione, secondo l'ingegner Tafaro, va posta alla sperimentazione sul campo della pianificazione ipotizzata al fine di condurre "stress test" il più possibile reali per validare o correggere le previsioni iniziali. Numerosi episodi, sia a livello nazionale, sia a livello sovranazionale, rilevanti per magnitudo dell'evento e rilevanti per l'esito negativo osservato a seguito degli incidenti hanno mostrato, anche recentemente, che una emergenza o anche una procurata emergenza, in taluni casi pongono in evidenza complessità che in assenza di un approccio condiviso e di strumenti moderni, validati anche rispetto gli scenari osservati, non

possono essere compiutamente studiati al fine di prevenirne l'accadimento o almeno limitarne la magnitudo risultante e/o la probabilità di occorrenza. Poiché la complessità della problematica è elevata ed in gran parte anche connessa con l'elevata variabilità dei parametri considerati nella valutazione del rischio, come anticipato dall'ingegner Dattilo e ripreso dall'ingegner Fiorentini in un intervento specifico, è fondamentale e probabilmente l'unico approccio possibile quello che prende in considerazione eventuali scenari di riferimento e loro eventuali cluster, rappresentativi ed opportunamente conservativi.

Ciò ancora prima dell'impiego degli strumenti avanzati di modellazione e di simulazione, presentati nello stesso intervento dall'ingegner Fiorentini, che consentono una rappresentazione quantitativa e didascalica delle problematiche ma necessitano di competenza e di un pragmatico approccio fondato su di una analisi di rischio condivisa, con condizioni di vincolo ben individuati e con risultanze da assog ➤

- 1. Disposizioni volte a preservare l'integrità fisica delle persone da fatti accidentali derivati da mal funzionamenti degli impianti e delle strutture realizzate per la manifestazione di cui l'incendio è l'evento più studiato.
- 2. Misure per garantire l'ordine e la sicurezza dei cittadini, tutelandoli da comportamenti umani (dolosi e/o colposi) che possono turbare l'ordine pubblico e la sicurezza.





Figura 1 | Scorcio della città di Matera

gettare a soglie di accettabilità che consentano di verificare, per ogni scenario, il raggiungimento o meno degli obiettivi di sicurezza definiti a priori.

L'ingegner Fiorentini ha sottolineato come la valutazione del rischio per la individuazione degli scenari di riferimento debba essere condotta in maniera tale che sia garantita la conoscenza dei comportamenti non solo riferita al singolo individuo (aspetto che caratterizza le valutazioni di esodo "classiche" in ambito FSE – ingegneria antincendio), ma anche a quelli della "massa" o "folla", la cui indeterminatezza intrinseca pone certamente nuove problematiche e quindi sfide per l'analista. Il termine "massa" stesso contraddistingue una "molitudine in genere, quantità di gente non differenziata" ove non sono note le differenziazioni che a livello individuale sono importanti anche in relazione alla gestione della sicurezza. Coesistono quindi problematiche di micro e macro livello: da qui la complessità e la necessità di disporre di un approccio pragmatico condiviso e moderno per analizzarle dal punto di vista ingegneristico.

Nelle pagine seguenti e in un successivo articolo che sarà pubblicato nel prossimo numero della rivista verranno illustrati i concetti principali emersi durante il convegno nell'ambito dei precitati interventi ed ulteriori approfondimenti che sono stati condotti successivamente sulla base degli spunti acquisiti. Approfondimenti che, di fatto, sono coincisi con casi studio elaborati e valutati attraverso le tecniche di indagine ingegneristica dei flussi di persone con moderni strumenti di calcolo a partire da scenari rappresentativi risultanti da un processo di valutazione del rischio. La gestione della sicurezza dei visitatori ai numerosi eventi pubblici, che verranno organizzati nella città di Matera per l'anno 2019, è uno degli obiettivi principali degli organizzatori, anche alla luce delle nuove normative sulle Manifestazioni Pubbliche. Gli organizzatori di manifestazioni pubbliche devono, infatti, garantire lo svolgimento in piena sicurezza dell'evento e assicurare un adeguato livello di confort per tutti i visitatori.

Matera rappresenta un caso estremamente peculiare in termini di complessità del layout, come è ➤



Figura 2 | Matera, Piazza San Francesco



Figura 5 | Matera, San Pietro Caveoso



Figura 6 | San Pietro Caveoso.
Elementi aventi impatto sulla sicurezza



Figura 3-4 | Piazza San Francesco.
Elementi aventi impatto sulla sicurezza





Figura 11 | Matera, modello digitale semplificato ai fini della verifica degli scenari assistita dal calcolatore

I riferimenti normativi

Il **Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza (TULPS)** è il testo normativo della polizia amministrativa, emanato soprattutto per la vigilanza di quelle attività pericolose ai fini della sicurezza pubblica, e attraverso l'art. 80 assicura la sicurezza dei luoghi di pubblico spettacolo mediante la verifica, da parte di una commissione tecnica, della sicurezza dell'edificio per la concessione della licenza di agibilità all'esercizio. Le licenze sono gli strumenti utilizzati per il controllo pubblico sulle attività private, mentre, strumenti quali le verifiche di agibilità, sono utili a tutelare la pubblica incolumità.

Il **D.M. 19/08/96** "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione e esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo" è stato emanato al fine di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e alla tutela dei beni nei locali di trat-

tenimento e di pubblico spettacolo; gli obiettivi del decreto si concentrano sulla prevenzione incendi e includono:

- ▶ la minimizzazione delle cause di incendio;
- ▶ la garanzia della stabilità delle strutture portanti al fine di assicurare il soccorso agli occupanti;
- ▶ la limitazione della produzione e della propagazione di un incendio all'interno del locale e a locali contigui;
- ▶ l'assicurare la possibilità che gli occupanti lascino il locale indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- ▶ il garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

Per i luoghi all'aperto, il D.M. 19/8/96 impone: la produzione dell'idoneità statica delle strutture allestite e della dichiarazione di esecuzione alla regola dell'arte degli impianti elettrici, l'approntamento e idoneità dei mezzi antincendio.

Nei decreti sopra citati non sono affrontate in maniera specifica le misure di gestione della sicurezza per le manifestazioni pubbliche, che invece dal 2017, dopo i tragici fatti di Torino, sono state emanate in una serie di circolari relative alle misure di Safety e Security per le manifestazioni di pubblico spettacolo. Oggi per garantire la sicurezza dei visitatori di un pubblico spettacolo si parla di sicurezza integrata perché si considerano sia aspetti di security che di safety. Le misure di safety hanno come obiettivo quello di preservare l'integrità fisica delle persone a causa di eventi incidentali derivanti dal malfunzionamento dell'allestimento realizzato per la manifestazione, mentre le misure di security sono quelle atte a garantire la sicurezza degli spettatori o dei visitatori, tutelandoli da comportamenti

Nei decreti citati non sono affrontate in maniera specifica le misure di gestione della sicurezza per le manifestazioni pubbliche, che dal 2017, dopo i tragici fatti di Torino, sono state emanate in una serie di circolari relative alle misure di Safety e Security per le manifestazioni di pubblico spettacolo

umani che possono turbare l'ordine pubblico. In seguito ai gravi fatti di cronaca, tra cui si ricorda quello di piazza San Carlo a Torino, si è sentita in Italia la necessità, da parte del Ministero dell'Interno, di introdurre diverse direttive per definire le misure di sicurezza da adottare nell'ambito delle manifestazioni di pubblico spettacolo. Le circolari hanno l'obiettivo di illustrare le misure di sicurezza da adottare per gli eventi con accesso libero di pubblico.

Le circolari

La prima circolare del 7/06/2017 emanata dal capo della Polizia, dott. Gabrielli, è datata e stabilisce alcune condizioni di sicurezza:

- ▶ la valutazione del massimo affollamento sostenibile al fine di evitare sovraffollamenti che pos



sano compromettere le condizioni di sicurezza e controllo e monitoraggio degli accessi.

- ▶ L'indicazione di varchi di accesso e deflusso accessibili da percorsi separati.
- ▶ La stesura di un piano di emergenza ed evacuazione con indicazione delle vie di fuga.
- ▶ La suddivisione in settori dell'area di affollamento, predisponendo appositi spazi per eventuali emergenze ed interventi di soccorso.
- ▶ La stesura di un piano di impiego di un numero adeguato di operatori adeguatamente formati.
- ▶ La predisposizione di spazi dedicati al soccorso e di spazi di supporto.
- ▶ La previsione dell'assistenza sanitaria.
- ▶ L'installazione di un impianto di diffusione sonora e/o visiva per garantire le informazioni sulle vie di esodo e i comportamenti da assumere in caso di emergenza.
- ▶ La valutazione della possibilità di vietare la vendita di alcolici.

Oltre alle misure di safety, la circolare elenca anche i servizi volti alla tutela della pubblica sicurezza.

Alla prima circolare segue, **la circolare 19/06/2017** del Capo dipartimento del Ministero dell'interno, dott. Frattasi, dal titolo **"Manifestazioni pubbliche, indicazioni di carattere tecnico in merito a misure di safety"** e la **circolare del 20/07/2017** firmata dal Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco, ingegner Giomi, dal titolo **"Manifestazioni organizzate in aree di libero accesso al pubblico. Indicazioni operative"**, che stabiliscono come sia necessaria l'attuazione di un approccio flessibile in modo che ad ogni singola manifestazione corrisponda una valutazione ad hoc del quadro complessivo dei rischi e vengano scelte in maniera critica le misure da adottare. Infine, è stata emanata, una **circolare del 28/07/2017** dal Capo gabinetto del Ministero dell'interno, dott. Morcone, sui **"Modelli organizzativi per garantire alti livelli di sicurezza in occasione di manifestazioni pubbliche"**, che porta in allegato le Linee Guida per le misure di safety

da adottare nei processi di governo e gestione delle pubbliche manifestazioni; la metodologia illustrata nelle Linee Guida costituisce uno strumento di ausilio agli organizzatori di un evento per effettuare una prima valutazione sui livelli di rischio. Come si evince dal quadro normativo, il progettista, pur tenendo conto delle diverse circolari, deve comunque effettuare una valutazione critica in base al contesto in cui si svolgerà l'evento di pubblico spettacolo. In un contesto come quello di Matera, città conosciuta in tutto il mondo per i suoi storici rioni, cosiddetti Sassi, è necessario svolgere un'analisi del rischio ad hoc per valutare le adeguate misure di safety. Il nucleo urbano di Matera si sviluppa a partire dalle grotte naturali scavate nella roccia e successivamente modellate in strutture complesse, è infatti caratterizzato dalla presenza di un groviglio di strade, caratterizzate dalla presenza di diversi scalini e tunnel di collegamento; il patrimonio architettonico rende la città unica e richiede, pertanto, valutazioni mirate nell'organizzazione di eventi pubblici.

I percorsi di accesso e di deflusso

La definizione dei percorsi di accesso e di deflusso, in un contesto come quello di Matera, può diventare critica in quanto la conformazione stessa della via di esodo potrebbe costituire essa stessa una fonte di rischio.

Ad esempio, per quanto riguarda Piazza Vittorio Veneto a Matera, il piano di calpestio non è uniforme, ma presenta dei gradini in alcuni tratti; la conformazione della piazza, con le sue disuniformità, potrebbe aumentare la probabilità di caduta che, in presenza di elevate forze compressive, derivate dalla folla, potrebbe provocare la caduta a catena di alcuni visitatori.

La presenza di scale di collegamento tra i vari ambienti della piazza potrebbe costituire un problema di accessibilità per le persone con disabilità fisiche; una misura compensativa potrebbe essere, ad esempio, la predisposizione di strutture apposite >



Figura 12 | Il Rione "Sassi" di Matera

per l'accoglienza delle persone vulnerabili, come la costruzione di piattaforme rialzate che permetta alle persone con disabilità di godere la manifesta-

zione senza rischi derivati dall'affollamento, oppure l'installazione di apposite rampe per rendere accessibili alcuni ambienti.



Figura 13 | Matera, Piazza Vittorio Veneto



Figura 14 | Rampe per favorire l'accessibilità

La comunicazione

Un altro fattore importante da considerare nell'organizzazione di un evento è la comunicazione, sia tra gli organizzatori e il pubblico che tra i diversi organizzatori; una comunicazione efficace può, infatti, garantire la buona riuscita di un evento. In caso di emergenza è cruciale fornire informazioni chiare e non ambigue in modo da prevenire comportamenti indesiderati nella folla e assicurare un buon livello di comunicazione tra gli organizzatori in modo da offrire una rapida risposta all'emergenza.

Esistono diversi canali di comunicazione e per ogni evento devono essere selezionati quelli più idonei; ad esempio, le informazioni sulle procedure di emergenza possono essere fornite sui biglietti dell'evento o sui volantini distribuiti al pubblico; oppure possono essere utilizzati altoparlanti, la segnaletica o i display informativi. Un utilizzo efficace della segnaletica di emergenza fornisce un utile mezzo di orientamento e informazione per i visitatori. Tra i fattori critici del design della segnaletica vi sono la sua posizione e dimensione: la segnaletica indicante le vie di fuga deve essere posizionata possibilmente in alto in modo da essere visibile anche da grandi distanze e deve essere chiaramente visibile, anche di notte, e di facile comprensione.

La tipologia dei visitatori previsti

Una valutazione importante da cui non può prescindere una buona gestione di un evento pubblico è l'analisi della tipologia di visitatori previsti; bisogna condurre delle valutazioni in merito a diverse caratteristiche, tra cui:

- ▶ l'età degli occupanti: le comunicazioni e le infrastrutture devono essere adatte ai differenti gruppi di età; ad esempio potrebbe essere necessa-

rio prevedere una comunicazione per immagini adatta ai più piccoli, la predisposizione di testi di grandi dimensioni per anziani oppure l'utilizzo di social network per raggiungere un pubblico di teenagers e di adulti.

- ▶ Il livello di cultura: il materiale informativo deve tenere conto della sensibilità culturale del pubblico.
- ▶ La lingua: le comunicazioni devono essere fornite in diverse lingue e gerarchie lessicali.
- ▶ La vulnerabilità: le informazioni e le infrastrutture devono essere adeguate a sostenere la mobilità anche di persone con disabilità.

Nell'organizzazione di un evento, in caso di previsione di una affluenza significativa, può essere necessario installare delle barriere fisiche di separazione tra il palco e il pubblico, questo al fine di evitare il collasso della folla a causa delle forti pressioni e ridurre il rischio di schiacciamento.

I membri dello staff devono essere localizzati nei punti critici dell'ambiente (punti di incrocio tra due strade, punti di decisione, punti in cui si prevede un grande affollamento, ingressi, uscite, barriere) e devono essere addestrati al fine di riuscire a riconoscere comportamenti anomali nella folla e prevedere possibili incidenti; grazie ad un addestramento adeguato, infatti, si può agevolare la mobilità dei visitatori in situazioni di emergenza. L'impiego di steward consente di fornire, durante l'evento, una gestione dei visitatori più che un loro controllo, in cui con gestione degli affollamenti si intende il garantire che la folla gioisca dell'evento in sicurezza e l'incoraggiamento a fare assumere un certo comportamento ai visitatori; mentre, con il termine controllo della folla ci si riferisce alle azioni da tenere per organizzare la folla una volta che ha assunto un comportamento indesiderato. ◆

Matera, capitale europea della cultura 2019: integrare l' **arte e la sicurezza** nella gestione dei grandi eventi. Dalla valutazione del rischio alla verifica della prestazione ^{2^a} Parte



◉ A cura di **Fabio Dattilo, Salvatore Tafaro, Luca Fiorentini**

Continuiamo a tenere viva l'attenzione sul Convegno dal titolo "Eventi pubblici e sicurezza: integrare arte, cultura e vincoli normativi", che si è svolto a Matera il 30 Novembre scorso nella sede di Palazzo Lanfranchi ed è stato organizzato dalla Fondazione "Basilicata Matera 2019" in collaborazione con l'Osservatorio Provinciale Permanente sulla Sicurezza nei Luoghi di lavoro e delle Malattie e che ha visto la partecipazione di esperti nel settore della gestione degli affollamenti nell'ambito dei grandi eventi e delle autorità di pubblica sicurezza e di soccorso. Nello scorso numero di maggio abbiamo pubblicato un estratto degli interventi di Fabio Dattilo, Salvatore Tafaro che hanno trattato due aspetti pecu-

liari connessi con la gestione in sicurezza dei grandi eventi e rispettivamente i cardini per la gestione in sicurezza degli eventi complessi (sia dal punto di vista "Safety" sia dal punto di vista "Security" che sono punti di vista spesso concorrenti ma imprescindibili entrambi) e l'importanza degli standard tecnici e degli strumenti di approfondimento moderni volti alla definizione di una strategia solida. In questo numero approfondiamo l'intervento dell'ingegner Tafaro che si è soffermato sulla metodologia del Bow – Tie e dell'ingegner Fiorentini che ha analizzato la valutazione del rischio e la simulazione avanzata per la sicurezza delle folle illustrando gli innovativi metodi per la gestione dei grandi affollamenti. ➤



Il percorso verso una strategia solida, sottolinea l'ingegner **Fiorentini**, che tenga conto di tutte le peculiarità e tutti gli ambiti di complessità, oltre che degli interessi dei vari portatori di interesse e delle autorità competenti, non può che partire da una opportuna valutazione del rischio che, nel rispetto dell'approccio ormai adottato nei più svariati ambiti, tra cui quello della prevenzione incendi, garantisce il coinvolgimento, la partecipazione, l'approfondimento necessari.

Per quanto attiene lo studio analitico dei flussi associabili ai diversi scenari di riferimento è possibile affermare che il D.M. 9 maggio 2007 ed il D.M. 3 agosto 2015, sezione M hanno introdotto l'impiego dell'approccio prestazionale per la progettazione dei sistemi di esodo. Lo studio dinamico dei flussi pedonali può essere tra l'altro impiegato sia in condizioni normali o di emergenza. I modelli numerici avanzati simulano anche il comportamento umano (interazione con l'ambiente e con gli altri utenti) con un apprezzabile e certamente utile grado di dettaglio. Lo studio dei modelli di flusso e/o di esodo permette l'individuazione dei punti di congestione, permettendo la selezione di strategie di percorrenza/fuga ottimali.

Tenendo conto del fatto che tra le principali cause di un incidente durante eventi con elevati livelli di affollamento si possono annoverare l'inadeguatezza del luogo e una cattiva gestione, nell'organizzazione di un grande evento bisogna dare il giusto peso sia alla progettazione della struttura che alle procedure di gestione e addestramento al fine di realizzare una strategia di esodo efficace in caso di emergenza.

Per riuscire a gestire efficacemente una folla bisogna

Tra le principali cause di un incidente durante eventi con elevati livelli di affollamento si possono annoverare l'inadeguatezza del luogo e una cattiva gestione, nell'organizzazione di un grande evento. Ecco perchè bisogna dare il giusto peso sia alla progettazione della struttura che alle procedure di gestione e addestramento al fine di realizzare una strategia di esodo efficace in caso di emergenza

effettuare una pianificazione sistematica dell'evento atta a garantire un movimento e un'aggregazione ordinata delle persone, ponendo alla base dell'organizzazione lo studio del comportamento della folla e dei fattori che lo influenzano.

La valutazione dei rischi

La valutazione dei rischi è uno strumento sistematico e strutturato per identificare i pericoli in una determinata situazione e valutarne i possibili rischi. È un approccio proattivo di analisi che permette a chi deve prendere decisioni importanti di esaminare la situazione nel complesso, determinare quali problemi potrebbero crearsi e de-

finire una scala di attenzione e miglioramento; è uno strumento utilizzato in molti settori, ma attualmente è ancora in fase di sviluppo nell'ambito della scienza degli affollamenti.

La valutazione del rischio è un processo che permette di rispondere alle seguenti domande:

- ▶ quali sono i pericoli (attività, processi, eventi)?
- ▶ qual è la probabilità che le persone si facciano male?
- ▶ quali danni possono avvenire e quante persone potrebbero essere coinvolte?

Conoscendo tali risposte gli organizzatori di un evento possono prendere decisioni più razionali per una gestione ottimale dell'evento.

Il primo passo dell'analisi consiste nell'identificazione dei pericoli in un evento pubblico per poterli analizzare nella fase di valutazione dei rischi; i problemi legati agli eventi pubblici con grandi affollamenti sono legati a diversi fattori, tra cui: il fattore umano, il layout dell'ambiente e le circostanze esterne.

La valutazione del rischio consiste essenzialmente

Identificazione dei pericoli	Strumenti
<p>Tale fase viene sviluppata sulla base di un'analisi dei report di incidenti accaduti e di studi sperimentali disponibili in letteratura.</p> <p>Da letteratura emerge che una delle cause principali di morte in caso di incidente coinvolgente grandi affollamenti è l'asfissia.</p> <p>L'asfissia è legata allo schiacciamento del torace da parte della folla, e ne evince che uno dei problemi principali da individuare in un evento è la formazione di condizioni di sovraffollamento (punti di elevata congestione).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Studi di letteratura ▶ Casi studio ▶ Investigazioni su eventi accaduti ▶ BOW – TIE
Valutazione del rischio	Strumenti
<p>L'elemento base per la valutazione del rischio è l'individuazione dei criteri di accettabilità, che nel caso del sovraffollamento potrebbero essere i Livelli di congestione (pp/m² – Level of Service).</p> <p>Successivamente un possibile approccio è lo sviluppo di un'analisi di tipo "What if?" per analizzare le misure compensative e i diversi scenari:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Presenza di ostacoli ▶ Analisi di diversi layout dell'ambiente ▶ Procedure di gestione dei flussi ▶ Distribuzione ambientale dei visitatori 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Level of Service ▶ Analisi "What if?" ▶ BOW – TIE

Tabella 1 | Fasi dell'analisi di rischio

nel giudicare la possibilità che si verifichi un risultato indesiderato a partire da un certo pericolo; ma, se nelle industrie a rischio di incidente rilevate, è disponibile una vasta banca dati di probabilità di fallimento dei singoli componenti, non è lo stesso per la scienza degli affollamenti; i dati disponibili

nella scienza degli affollamenti sono ancora scarsi e ne consegue che la valutazione dei rischi risulta più complicata.

Nella Tabella 1 si riporta una descrizione delle due fasi dell'analisi di rischio: l'identificazione dei pericoli e la valutazione del rischio. ➤



Il metodo Bow – Tie

Attualmente esistono diverse metodologie che consentono di sviluppare una analisi del rischio completa ed immediatamente comprensibile. Tra queste l'ingegner **Salvatore Tafaro** ha selezionato il metodo Bow – Tie, nato nel settore dell'analisi del rischio per il mondo Oil & Gas Onshore ed Offshore ed ampiamente impiegato nel nord Europa, i cui principali riferimenti possono essere riscontrati in:

- ▶ Std. ISO 31000:2018 – Risk management – Guidelines, 2018.
- ▶ Std. IEC 31010:2009 – Risk management – Risk assessment techniques, 2009.
- ▶ CCPS (Center for Chemical Process Safety) – AIChE (American Institute of Chemical Engineering) – Bow – ties in Risk Management. AIChE & Wiley. 2018.
- ▶ L. Fiorentini – “Bow – Tie’: Managing Risk across Industry Sectors with a Barrier Based Approach” – Wiley, 2019 (in press).

Attraverso tale metodologia è possibile condurre sia la fase di identificazione dei pericoli sia la fase di valutazione del rischio. La metodologia Bow – Tie consente, a seconda dei casi, approcci sia di tipo

qualitativo che quantitativo oltre che un grado di approfondimento commisurato alla effettiva complessità e pericolosità del sito oggetto di analisi. La tecnica prevede lo sviluppo di diagrammi logici di flusso sviluppati in tre zone distinte.

Un esempio, estremamente semplificato, di diagramma Bow – Tie è riportato in Figura 1, nel quale sono evidenziate le tre principali zone in cui si può suddividere il “Bow – Tie”.

La “Zona 1” (Prevenzione) è rappresentata sul lato sinistro del diagramma; identifica tutte le cause (rettangoli di colore blu) associabili all’evento indesiderato e, per ognuna di esse, evidenzia tutti gli specifici sistemi di protezione (sia impiantistici che di controllo operativo) che contribuiscono a prevenire l’evento indesiderato. La “Zona 1” può essere considerata equivalente ad un albero dei guasti semplificato

La “Zona 2” (“Top Event”) è rappresentata al centro del diagramma e identifica in modo univoco il pericolo considerato (rettangolo a strisce gialle e nere) l’evento incidentale primario detto Top Event (cerchio di colore rosso); tale evento può a sua vol-

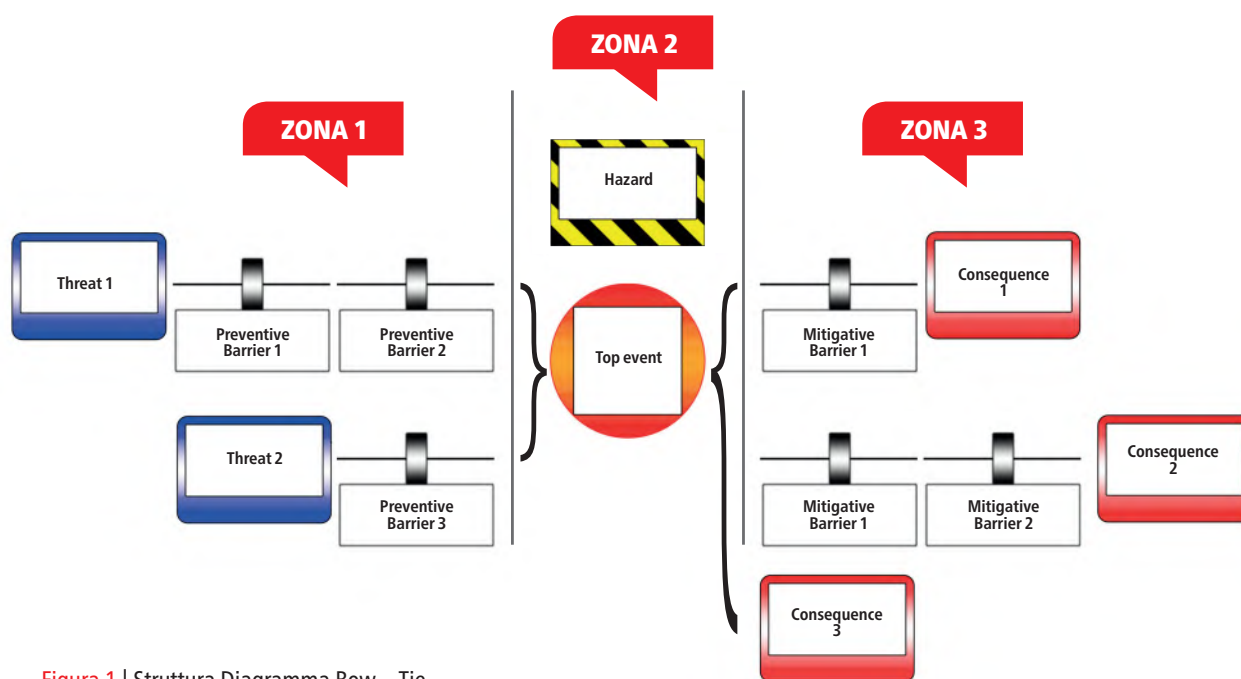


Figura 1 | Struttura Diagramma Bow – Tie

ta evolvere, in base alla dinamica dell'incidente in scenari incidentali alternativi tra loro.

La "Zona 3" (Protezione) identifica tutti gli scenari incidentali potenzialmente generati (es: incendi, esplosioni, rilasci di sostanze pericolose eccetera) e la combinazione di tutti gli elementi che ne consentono lo sviluppo, includendo tutti i sistemi di protezione che possano mitigarne gli effetti. La "Zona 3" può a tutti gli effetti essere considerata equivalente ad un albero degli eventi semplificato.

La tecnica del Bow – Tie permette quindi di identificare i possibili scenari incidentali e di tenere debitamente in conto i sistemi preventivi e mitigativi (barriere) posti in essere, consentendo di individuare subito i percorsi verso conseguenze non accettabili che non risultano essere mitigati o prevenuti da alcuna barriera oppure caratterizzati da barriere di tipologia univoca (esclusivamente misure tecniche o alternativamente esclusivamente misure organizzativo – gestionali senza alcun equilibrio) oppure ancora caratterizzati da un numero estremamente esiguo di mezzi di contrasto.

È tipicamente possibile categorizzare le barriere in quattro classi:

- ▶ P: Prevenzione dei pericoli.
- ▶ C: Individuazione e controllo dei pericoli.
- ▶ M: Mitigazione dei pericoli.
- ▶ E: Messa in sicurezza ed evacuazione.

Ai fini esemplificativi l'ingegner **Tafaro** ha elaborato un Bow – Tie relativo al pericolo di "Esodo incontrollato" nell'ambito di un grande evento. Gli elementi di rischio sono riassunti nella Tabella 2. Utilizzando tali elementi si è proceduto a sviluppare il Bow – Tie corrispondente (doppia pagina seguente).

Nell'analisi bisogna considerare che i parametri che possono avere un impatto sulla sicurezza di un evento coinvolgente grandi affollamenti sono diversi: cultura della sicurezza, layout, livello di

Elemento di rischio	Esempio
Cause (Zona 1)	Attacco terroristico, evento incidentale esterno, sovraffollamento, tensioni tra la folla...
Conseguenze (Zona 3)	Infortunio per schiacciamento, decesso per asfissia per schiacciamento, danno reputazionale degli organizzatori, danni materiali ai beni della manifestazione...
Barriere	Accessibilità V.V.F., new jersey, cartellonistica, controllo numero degli accessi, divieto consumo alcolici, percorsi separati di accesso all'area e di deflusso, perimetrazione area, piano emergenza, polizza assicurativa, ringhiere, altoparlanti, formazione steward, suddivisione in settori...

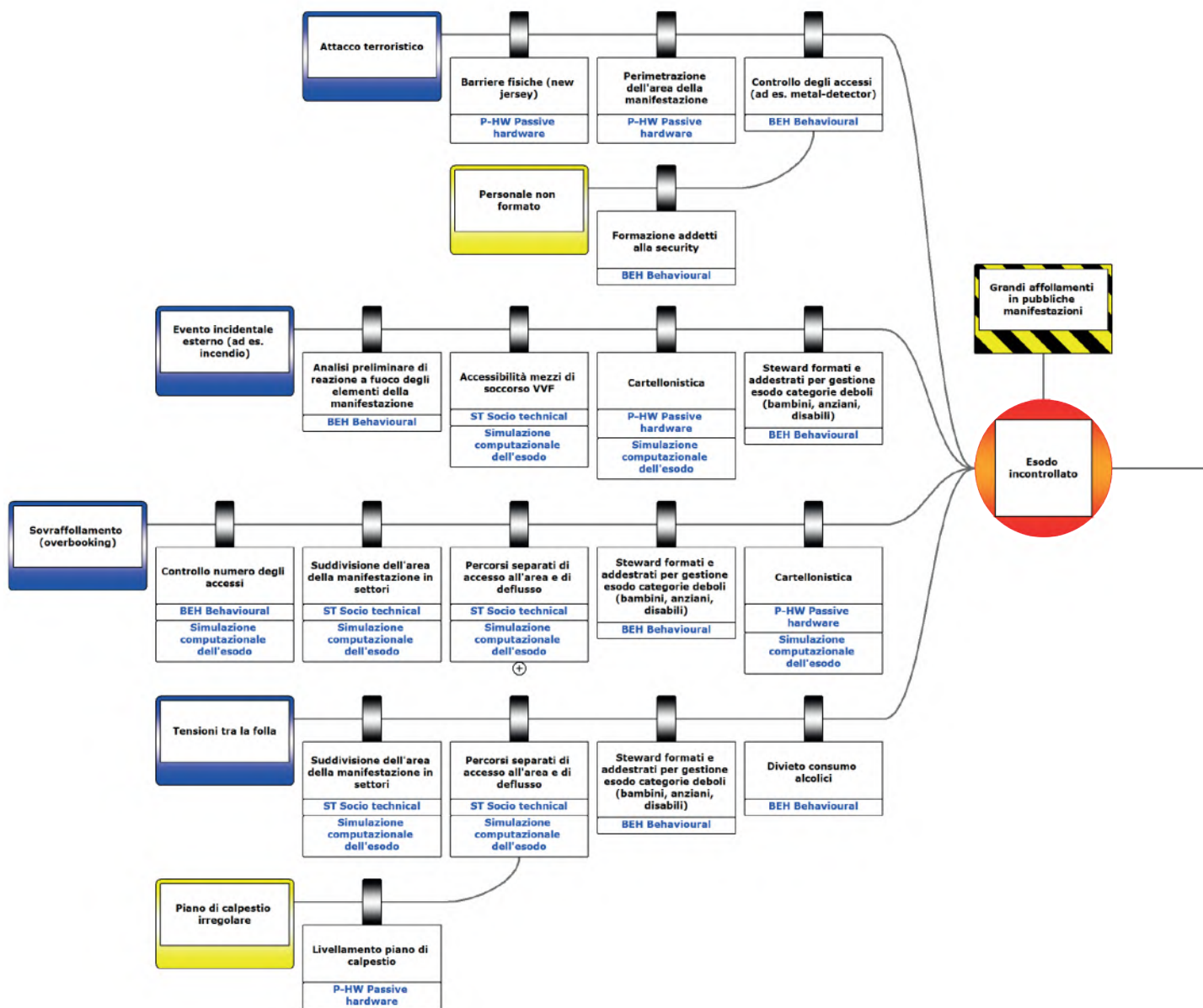
Tabella 2 | Elementi di rischio per la caratterizzazione di un "Bow – Tie"

addestramento dello staff, definizione di ruoli e responsabilità, piani e procedure di gestione degli affollamenti, livello di comunicazione ecc..

La metodologia "What – if?", le cui risultanze possono essere compiutamente rese in un diagramma Bow – Tie come quello presentato in queste pagine, consente di effettuare una analisi dei rischi per la selezione delle misure di mitigazione e protezione da implementare e consiste in una sessione di 'brainstorming' partendo dalla domanda: 'Cosa accade se...?'

Combinando quindi le metodologie "What – If?" e "Bow – Tie" è possibile disporre di un "sommaro tecnico"¹ dell'evento da utilizzarsi nell'ambito dei successivi approfondimenti di tipo quantitativo per lo studio di aspetti peculiari e per l'approfondimento degli scenari giudicati credibili e rappresentativi.

1. Tale approccio risulta completamente speculare a quanto previsto dal D.M. 9 maggio 2007 in riferimento alla analisi preliminare nell'ambito degli studi di ingegneria antincendio per quanto attiene i rischi di incendio: "L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio è caratterizzato da una **prima fase** in cui sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono i livelli di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire. Al termine della prima fase deve essere redatto un sommario tecnico, firmato congiuntamente dal progettista e dal titolare dell'attività, ove è sintetizzato il processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di pre-stazione". ➤

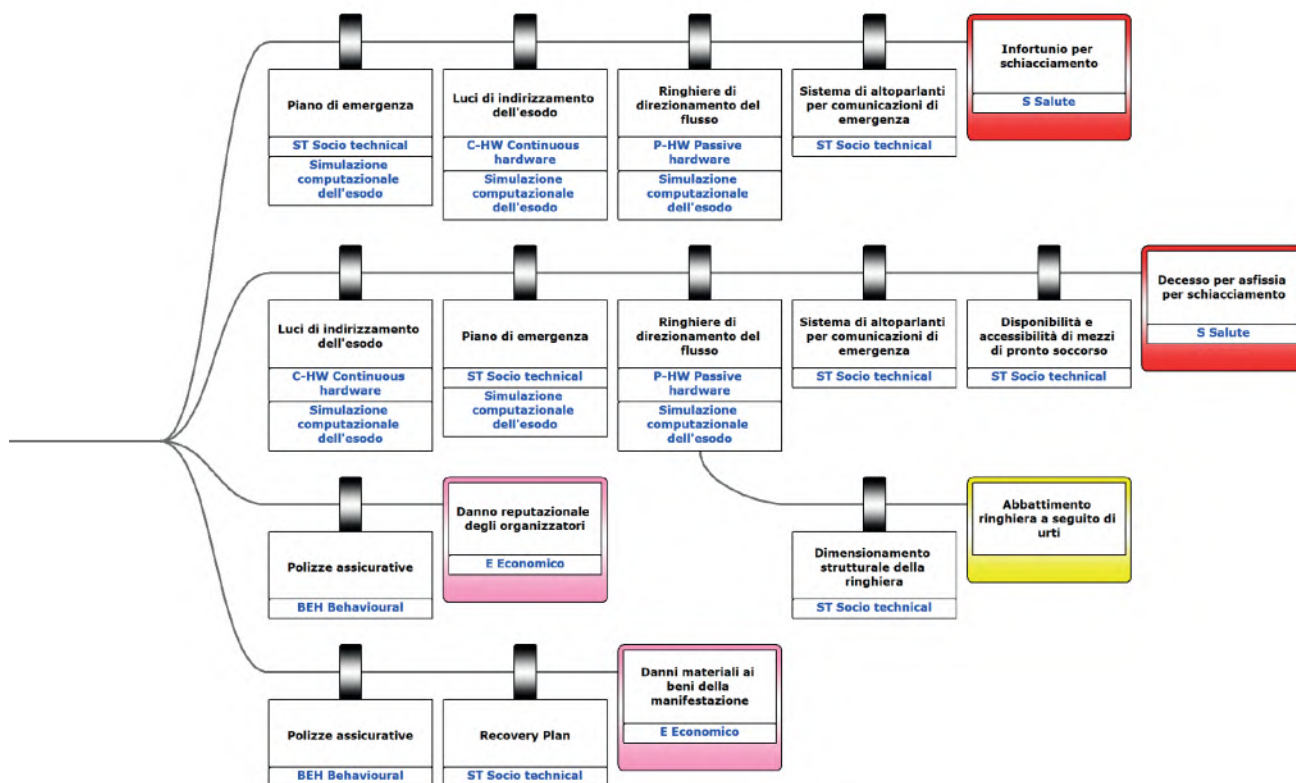


La modellazione computazionale

La metodologia può essere supportata dalla modellazione computazionale², che seppur non può essere considerata uno strumento di valutazione del rischio a sé stante, può essere utilizzata per valutare

diverse alternative (strategie di esodo, layout ecc.) e per poter scegliere l'opzione di design più opportuna; inoltre, come afferma **Luca Fiorentini**, i risultati potrebbero essere utilizzati per supportare gli addetti dello staff nell'addestramento in caso di emergenza. I software di modellazione offrono una visualizzazione realistica dei problemi e permettono al progettista di sperimentare soluzioni alternative senza un coinvolgimento diretto di visitatori o l'investimento di mezzi e risorse.

2. Anche in questo caso il parallelismo con il D.M. 9 maggio 2007 risulta evidente: "Definiti gli scenari di incendio, nella seconda fase dell'iter progettuale si passa al calcolo, e cioè all'analisi quantitativa degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con i livelli di prestazione già individuati e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione".



Per poter effettuare un'analisi affidabile della sicurezza di un evento pubblico bisogna tenere in conto del comportamento umano e dei fattori che lo influenzano. Il comportamento umano può essere analizzato preliminarmente secondo il modello riportato in Figura 3.

Nell'ambito della scienza degli affollamenti i modelli computazionali sono, quindi, utilizzati per comprendere i rischi che possono derivare dalla folla e cercare di ridurli, mitigarli o controllarli; essi costituiscono un utile strumento di controllo degli affollamenti, in termini di flussi in ingresso, formazione di file, presenza di aree ad alta congestione e individuazione di diversi comportamenti.

Per creare un piano di emergenza ed evacuazione affidabile è utile effettuare un'analisi computazionale dell'esodo in modo da avere contezza dei comportamenti che possono aversi in determinate circostanze.

I modelli sono uno strumento in mano al progettista, che deve essere utilizzato in maniera critica; se utilizzati erroneamente potrebbero produrre risultati pericolosi e scorretti, con il rischio di validare un piano di emergenza non efficace.

Alla base della valutazione del rischio vi è l'individuazione degli elementi che hanno una certa influenza sulla buona riuscita di un evento, includendo anche i fattori umani; essendo i fattori, come precedentemente visto, molteplici non è possibile integrare tutte le variabili in un solo modello, ma bisogna svolgere un'analisi parametrica su diversi fattori (metodologia "What - if?").

Il comportamento umano

Il comportamento umano è influenzato sia da fattori strutturali che da fattori ambientali, pertanto un'analisi dell'esodo completa deve considerare anche la variabilità di tali parametri. Per un'adeguata progettazione è importante definire le caratteristiche fisiche e psicologiche degli individui o dei

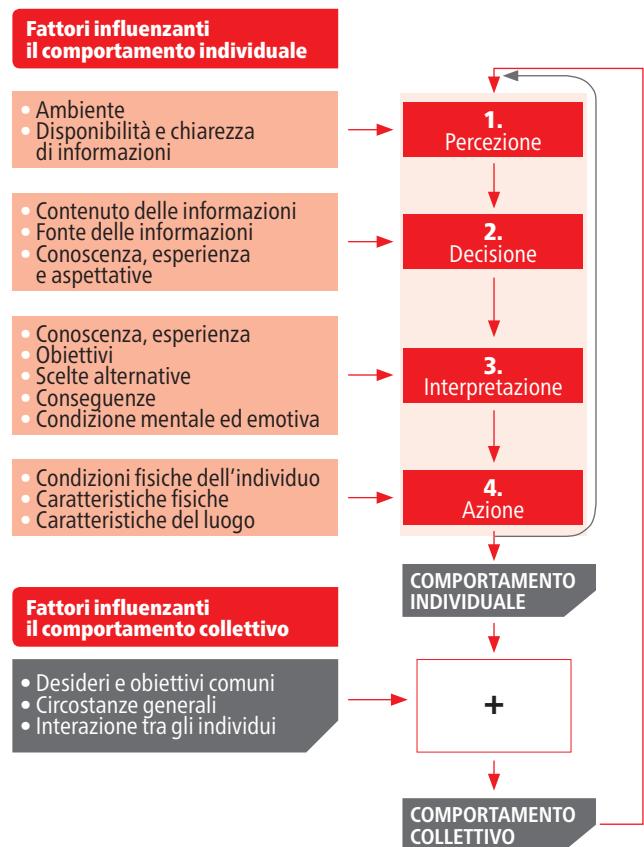


Figura 3 | Analisi del comportamento umano

gruppi all'interno della folla e individuare i fattori che ne influenzano il comportamento.

In base ai risultati dell'analisi di rischio il progettista può implementare delle misure per influenzare il comportamento della folla e ridurre il rischio.

Le teorie alla base dell'analisi del comportamento umano si basano su una serie di osservazioni, scaturite sia da eventi reali che da esperimenti di laboratorio; i dati derivati da esperimenti hanno generalmente un'affidabilità minore in quanto spesso i partecipanti sono preliminarmente informati dell'esperimento e potrebbero esserne influenzati nel comportamento. Tuttavia, i dati estrapolati da studi sperimentali permettono l'analisi di parametri che difficilmente è possibile ricavare dallo studio di eventi reali.

Grazie all'utilizzo di modelli matematici è possibile >



ottimizzare i flussi pedonali sia in condizioni normali che di emergenza; oltre all'individuazione dei livelli di congestione è possibile confrontare i diversi scenari sulla base del calcolo del tempo necessario ad evacuare un ambiente o della scelta dei percorsi pedonali.

Le condizioni di criticità

La conoscenza delle condizioni di criticità che potrebbero causare un incidente nella folla è utile al progettista per prevenire tali situazioni ed assicurare un livello di confort e un grado di sicurezza accettabili. Partendo da alcune ipotesi sulle caratteristiche fisiche degli occupanti e dell'ambiente, attraverso la modellazione è possibile definire il livello di congestione nell'ambiente; i livelli di congestione possono essere espressi attraverso i Livelli di Servizio, che variano da A a F, partendo da una circolazione libera per arrivare ad una congestione completa, come esplicitato nella figura seguente (Figura 4) per via grafica.

Nella comunità scientifica internazionale è noto ed accettato che a livelli di congestione superiori a 6 pp/m² non esiste più uno spazio tra le persone, e le forze di spinta si trasmettono direttamente attraverso la folla; in tali circostanze si crea una turbolenza nella folla, in cui gli individui non si muovono in maniera

Il progettista per prevenire situazioni che potrebbero causare incidenti nella folla e per assicurare un livello di comfort e un grado di sicurezza accettabili, deve conoscere quali sono le condizioni di criticità in grado di condurre ad eventi incidentali

indipendente ma sono letteralmente trasportati dalla folla; questa situazione è critica in quanto potrebbero crearsi onde di persone in movimento con un elevato rischio di incidente. Stabilire la **capacità occupazionale di un ambiente**, sulla base delle caratteristiche degli occupanti e dell'ambiente, è fondamentale per evitare fenomeni di congestione tali da provocare il rischio di un collasso della folla.

La modellazione prevede alcune fasi di progettazione fondamentali:

- ▶ identificazione degli scenari;
- ▶ definizione degli input (caratteristiche degli occupanti e dell'ambiente);
- ▶ valutazione dei percorsi (logiche di accesso e deflusso) e del comportamento umano
- ▶ sviluppo della modellazione e analisi dei risultati;
- ▶ stesura di un piano di emergenza ed evacuazione.

Tra gli strumenti di modellazione disponibili sul mercato, Pedestrian Dynamics di Incontrol Simulation B.V. (NL) è un simulatore di flussi pedonali sia in condizioni normali che di evacuazione, sviluppato per la modellazione di grandi affollamenti in strutture complesse; è un software di modellazione ad agenti, in cui ogni agente ha caratteristiche e scopi specifici (velocità, dimensione, distanza da-



Figura 4 | Valutazione del rischio: livelli di servizio individuati



Figura 5 | Confluenza di strade in Piazza Vittorio Veneto

gli ostacoli, distanza interpersonale, preferenza di determinati percorsi di esodo). Il punto di partenza per lo sviluppo degli scenari è **l'analisi del luogo dell'evento** (vie di esodo, tipo di piano di calpestio, presenza di ostacoli fissi ecc.); seguito dall'individuazione dei livelli di occupazione delle varie zone. Le **caratteristiche degli utenti** sono definite anticipatamente e per tenere in conto della variabilità della popolazione sono definiti parametri statistici piuttosto che deterministici; alcuni fattori comportamentali da considerare sono le differenze tra le dinamiche di comportamento tra gruppi e individui; l'analisi computazionale può valutare l'efficacia di una procedura di gestione (individui indotti a seguire un determinato percorso attraverso le direzioni degli steward) oppure gli effetti di una scelta libera del percorso da seguire (generalmente il percorso più familiare).

Un importante fattore da determinare nell'analisi è il tempo di pre – movimento, prediligendo valori

probabilistici in modo da considerare la variabilità all'interno della popolazione. Altri fattori fisici da considerare sono la velocità di movimento e le caratteristiche dimensionali (larghezza spalle, presenza di ingombri come le valigie).

L'analisi degli output permette di individuare i colli di bottiglia (elevata congestione) in funzione dei diversi parametri analizzati.

L'esempio di Piazza Vittorio Veneto a Matera

A titolo di esempio si riportano i risultati principali di un'analisi dei flussi condotta considerando un evento pubblico in Piazza Vittorio Veneto a Matera, con un'affluenza di circa 8000 persone. La piazza ha una superficie netta pari a circa 3750 m²; la piazza presenta una vasta confluenza di strade (Via La Vista, Via Persio, Via De Blasis, Via Roma, Via XX Settembre, Via San Biagio, Via del Corso e Via Beccherie). >

Colore	LoS	Densità [pp/m2]	Descrizione
Viola	F	> 2,153	Congestione
Rosso	E	<= 2,153	Molto Affollato
Giallo	D	<= 1,076	Affollato
Verde	C	<= 0,718	Medio
Blu-verde	B	<= 0,431	Pochi/Medio
Blu	A	<= 0,308	Pochi

Tabella 3 | Livelli di Servizio

SCENARIO 1	SCENARIO 2
Ingressi: 50 % Via Persio 50 % Via XX Settembre	Ingressi: 100 % Via Persio
Uscite: 33,3 % Via del Corso 33,3 % Via delle Beccherite 33,3 % Via San Biagio	Uscite: 75 % Via XX Settembre 25 % Via San Biagio

Tabella | Sviluppo scenari

Per l'individuazione dei colli di bottiglia per l'organizzazione di un evento pubblico in Piazza Vittorio Veneto, sono state svolte una serie di simulazioni, delle quali sono stati analizzati i Livelli di Servizio (secondo la Leggenda in Tabella 3). Sono state analizzate diverse strategie di esodo,

variando le vie utilizzare come ingressi e quelle utilizzate come uscite ipotizzando un evento nella piazza. Le configurazioni alternative ipotizzate sono riassunte nel prospetto seguente (Tabella 4) e rappresentate nelle figure desunte dal modello (Figure 6 e 7).

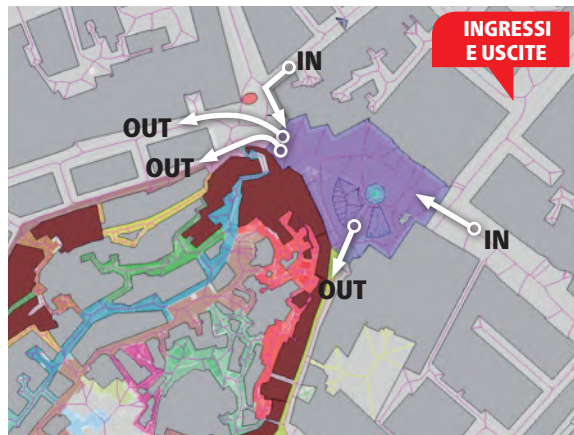


Figura 6 | Piazza Vittorio Veneto: Configurazione 1

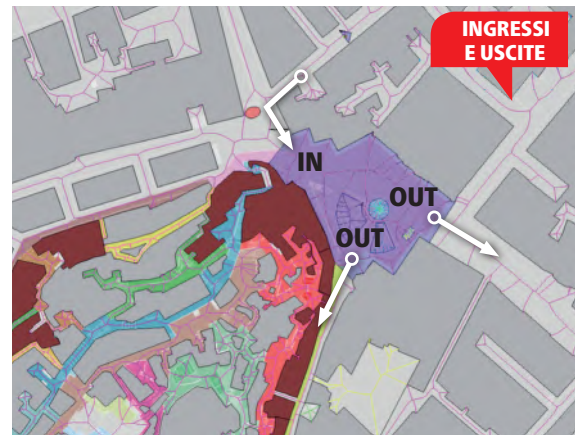


Figura 7 | Piazza Vittorio Veneto: Configurazione 2



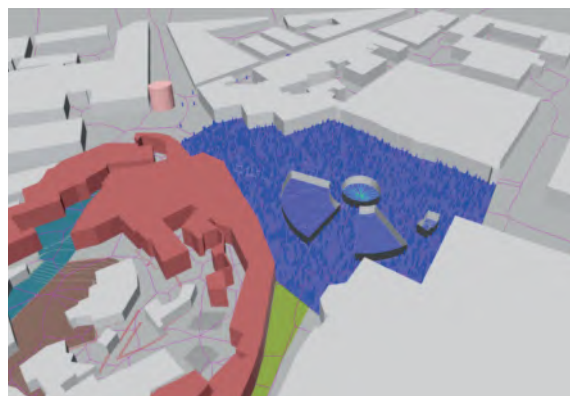


Figura 8-9 | Piazza Vittorio Veneto: stato di fatto e modello

Di seguito si riporta la comparazione per via grafica dello stato di fatto e del modello impiegato per la conduzione degli scenari alternativi.

Via San Biagio (evidenziata in Figura 10) è stata individuata come possibile collo di bottiglia ("bottleneck") in caso di esodo dalla Piazza.

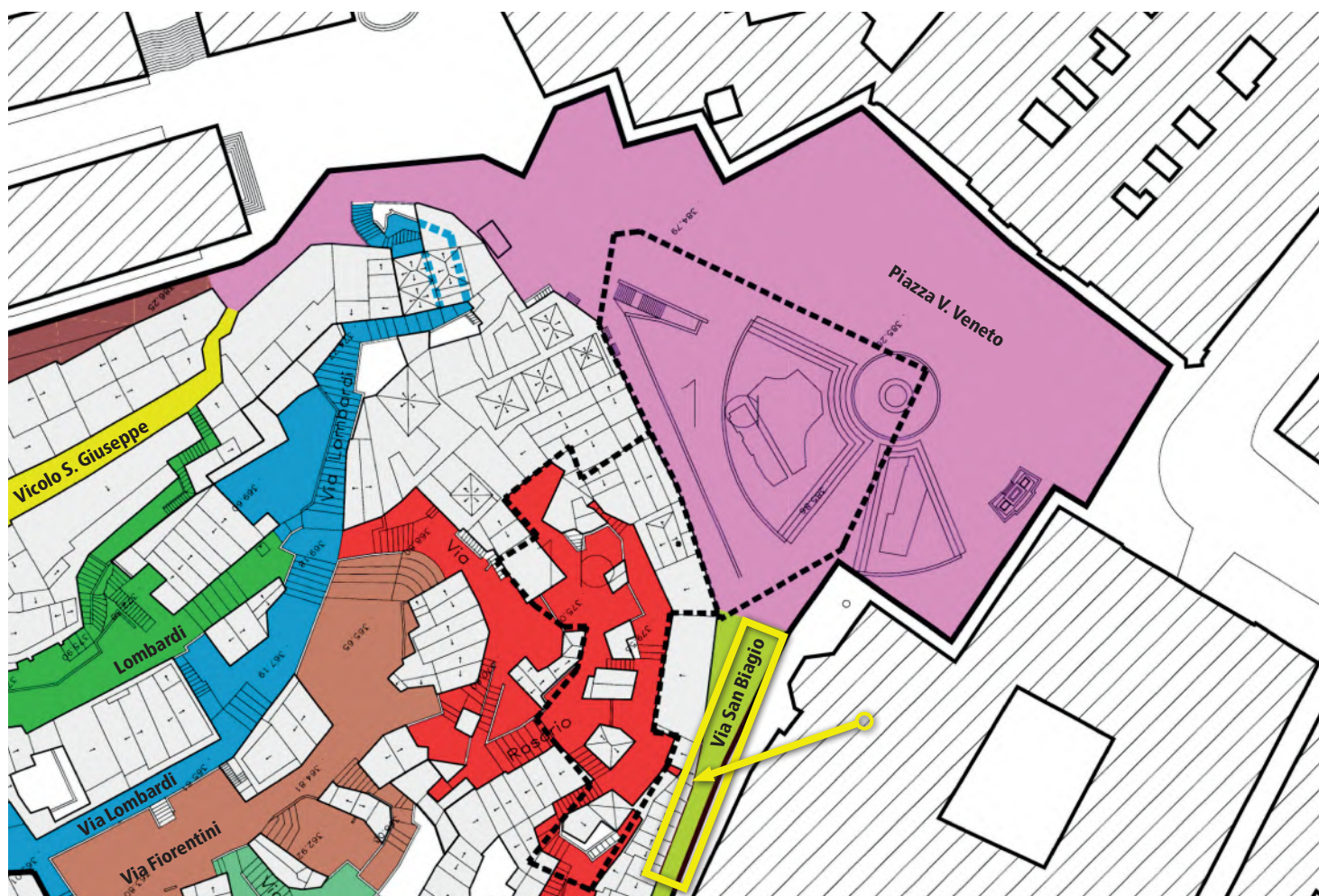


Figura 10 | Bottleneck in Via San Biagio

Density per 0:30

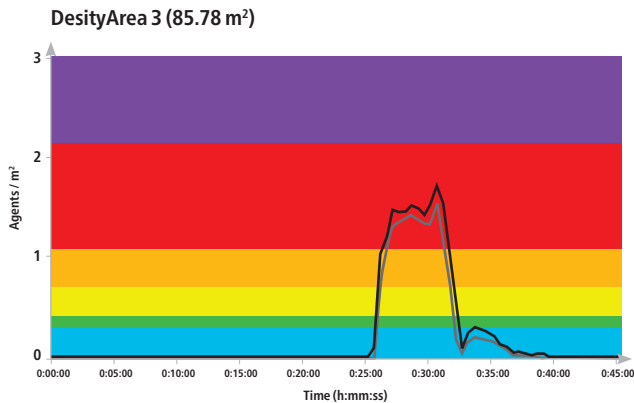


Grafico 1 | Andamento del Livello di Servizio in Via San Biagio

Per quantificare l'intensità nel fenomeno di congestione è importante anche definire la durata del fenomeno, pertanto è stato fatto uno studio approfondito su Via San Biagio per stabilire la durata di una condizione di elevata congestione durante l'esodo dalla piazza; nel Grafico 1 si riporta il livello di congestione suddiviso in bande di Livelli di Servizio e la durata del fenomeno; come si evince dal grafico, il livello di servizio E ha una durata di circa 7 minuti. Grazie ad uno studio di sensitività svolto sulle possibili strategie di esodo da Piazza Vittorio, sono stati individuati i diversi punti in cui potrebbero crearsi alti livelli di congestione; in Figura 11 sono stati evidenziati in rosso alcune zone che potrebbero costituire dei colli di bottiglia per l'esodo.

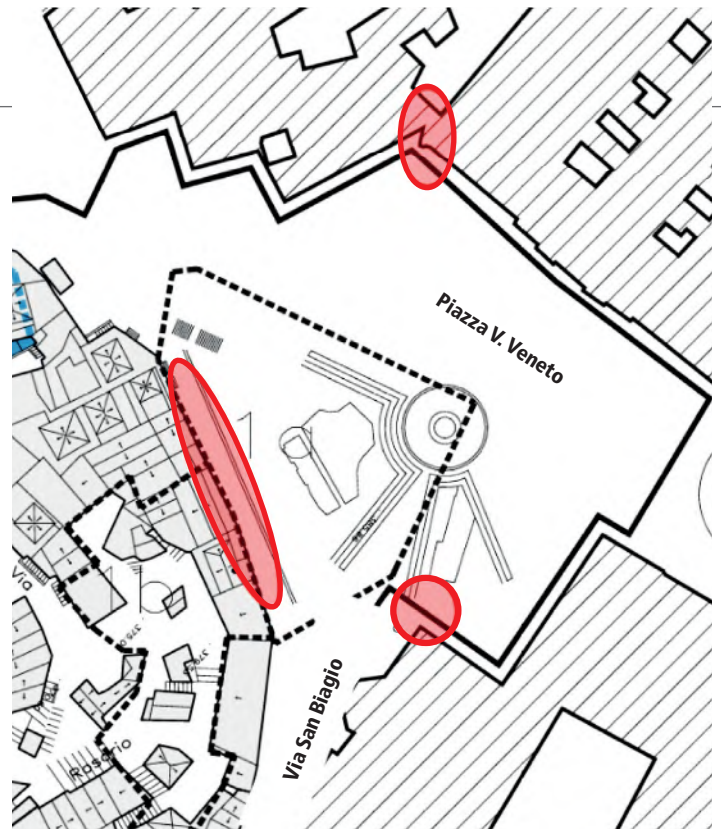


Figura 11 | Colli di bottiglia in Piazza Vittorio Veneto

Nel Grafico 2 si riporta una comparazione tra tre diverse strategie di esodo in termini di tempo totale di esodo; le strategie analizzate sono:

- ▶ Configurazione 1: l'esodo della piazza avviene attraverso le vie San Biagio (4,5 m), una porzione di XX settembre (2,4 m), Beccherie (7 m). – Totale = 13,9 m
- ▶ Configurazione 2: l'esodo della piazza avviene attraverso le vie San Biagio (4,5 m), XX settembre (2,4 m), La Vista (7 m). – Totale = 13,9 m
- ▶ Configurazione 3: l'esodo della piazza avviene attraverso le vie San Biagio (4,5 m), La Vista (7 m), una porzione di XX settembre (2,4 m), de Blasis (2,2 m) – Totale = 16,1 m

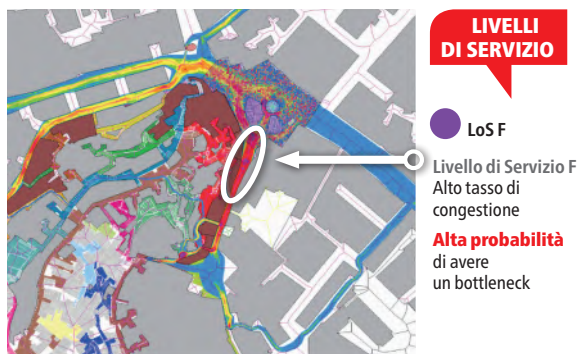
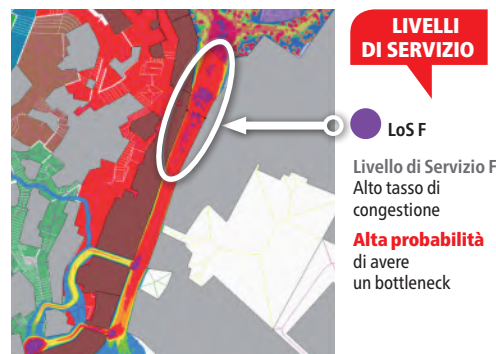


Figura 12-13 | Piazza Vittorio Veneto: Configurazione 1



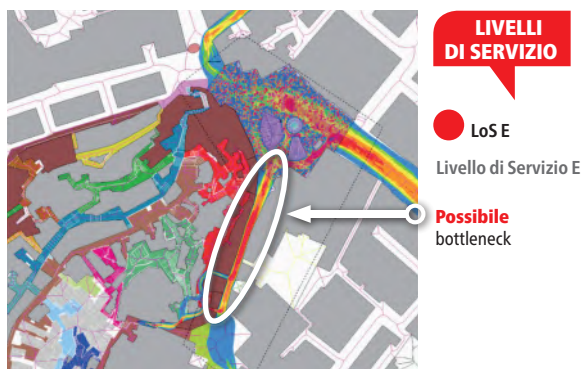
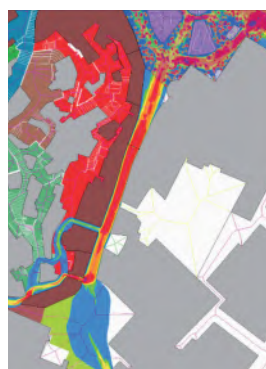


Figura 14-15 | Piazza Vittorio Veneto: Configurazione 2



LIVELLI DI SERVIZIO

OSSERVAZIONI

- Via San Biagio ha un livello di affollamento molto alto, ma inferiore rispetto alla Configurazione 1
- Utilizzando Via XX Settembre come via di esodo diminuisce il livello di affollamento verso le uscite

Nelle figure seguenti (Figura 12 e Figura 13 per la Configurazione 1, Figura 14 e Figura 15 per la Configurazione 2) si mostrano le risultanze dell'analisi condotta utilizzando i livelli di servizio definiti (LoS) mostrati in sovrapposizione al modello geometrico.

Come si evince dal grafico 2 la strategia di esodo ottimale sarebbe quella di utilizzare la strategia di esodo 1, in quanto si presenta più rapida del 15% rispetto alle altre; ma non è sufficiente effettuare un confronto solo in termini di tempo di esodo totale, ma bisogna anche considerare il grado di occupazione da ostacoli di tipo soft che presentano le diverse strade.

Densità sulla strategia di esodo

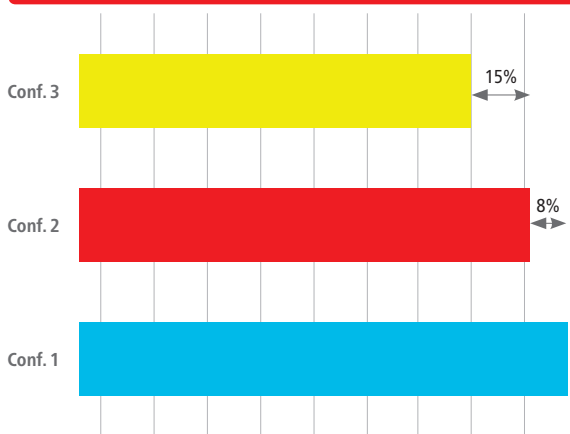


Grafico 2 | Confronto tra diverse strategie di esodo

La presenza di elementi soft lungo le vie di esodo, quali possono essere la presenza di auto parcheggiate lungo il percorso o l'occupazione del suolo pubblico con tavolini e sedie, dehor, costituisce un elemento cruciale da considerare nell'analisi dei flussi. Gli elementi soft infatti hanno un grande impatto sul movimento degli occupanti durante l'esodo in emergenza. È stata condotta un'analisi specifica per quantificare l'impatto della presenza di tali elementi durante l'esodo da Piazza Vittorio Veneto a Matera. ➤



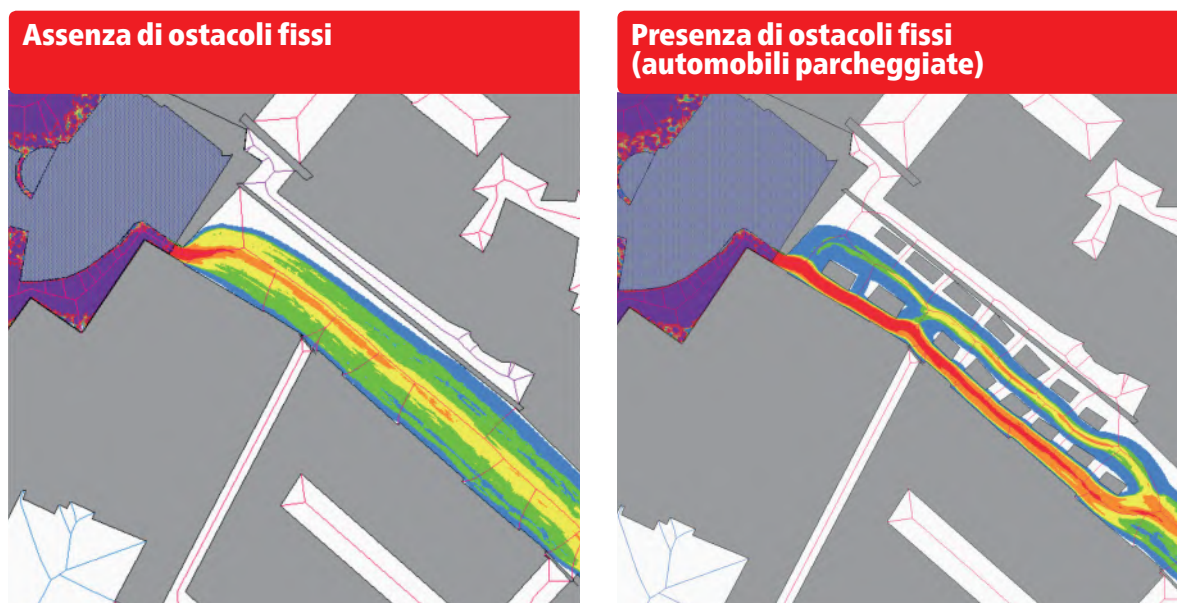


Figura 16 | Impatto degli ostacoli soft sul flusso pedonale

Come si vede dalla Figura 16 la presenza di ostacoli soft aumenta i punti di congestione locali, questo in quanto si ha un incremento dei punti di decisione che rallentano il flusso pedonale verso l'uscita. Nell'analisi dell'esodo bisogna quindi considerare: il tipo di terreno (pavé, presenza di disuniformità ecc.); la presenza di ostacoli fissi che potrebbero ostacolare il normale esodo e la presenza di ostacoli mobili (elementi per la ristorazione, botteghe artigiani ecc.). In conclusione attraverso la simulazione dei flussi pedonali in infrastrutture complesse si possono valutare le prestazioni e la sicurezza dei grandi eventi. Grazie all'utilizzo dell'ingegneria prestazione si può:

- ▶ risparmiare tempo e denaro testando le prestazioni e la sicurezza dell'evento durante la fase progettuale;
- ▶ valutare e confrontare scenari di emergenza o scenari in condizioni normali (ingresso e uscita dei visitatori);
- ▶ sviluppare piani di evacuazione e di emergenza per i servizi di organizzazione e di emergenza;

Alla simulazione avanzata è necessario affiancare una corretta definizione delle condizioni al contorno, i parametri di base e una esatta valutazione delle risultanze anche in termini di sensitività

- ▶ presentare il sito dell'evento in una visualizzazione tridimensionale ai soggetti coinvolti nell'organizzazione;
- ▶ mappare l'infrastruttura con i flussi pedonali e individuare i colli di bottiglia (fonte potenziale di rischio);
- ▶ pianificare in modo ottimale la struttura e i flussi dei visitatori;
- ▶ comprendere l'impatto che un evento ha su una città (pianificazione urbanistica).

Le conclusioni

È possibile quindi affermare che, in analogia allo spirito dei recenti provvedimenti normativi in materia di tutela della sicurezza, della prevenzione incendi e della security, oltre che degli standard internazionali di riferimento già disponibili, la garanzia di "sostenibilità" di eventi ad alta complessità come quelli esemplificati nel presente articolo non possono prescindere dalla definizione di una strategia resiliente che sia innanzitutto partecipata e condivisa tra tutti i portatori di interesse e che risulti fondata

su di una seria ed iniziale valutazione del rischio che vada a contemplare tutti gli scenari di riferimento caratterizzati sia dagli elementi "hard" sia dagli elementi "soft" e che al contempo permetta di considerare gli aspetti macroscopici ed indeterminati della folla senza dimenticare le peculiarità di cui alle caratteristiche individuali dei singoli che, effettivamente compongono la folla presa a riferimento. Certo è che la simulazione avanzata consente di addivenire ad un approfondimento importante di alcuni aspetti, tuttavia è vero anche che senza una corretta definizione delle condizioni al contorno, dei parametri di base oppure senza una corretta valutazione delle risultanze, anche in termini di sensitività, le informazioni in esito non possono costituire una base affidabile per poter prendere decisioni. Solo un processo condiviso e rigoroso permette di passare dal dato alla informazione e da qui ancora alla decisione da parte degli stakeholders. Ciò, al di là di tutti gli strumenti a disposizione, rimane essere la vera sfida per gli addetti ai lavori. ♦

Pedestrian Dynamics (Incontrol Simulation – NL)

Pedestrian Dynamics® è un ambiente di simulazione all'avanguardia, sviluppato da INCONTROL Simulations Solutions in collaborazione con l'Università di Utrecht, progettato per modellare qualsiasi tipo di infrastruttura o ambiente pedonale in cui possono essere analizzate e ottimizzate le prestazioni, le misure di safety e security. Consente di creare rapidamente modelli di esodo complessi e supporta l'importazione di qualsiasi tipo di dati di input in ambienti virtuali 2D, 3D e VR.

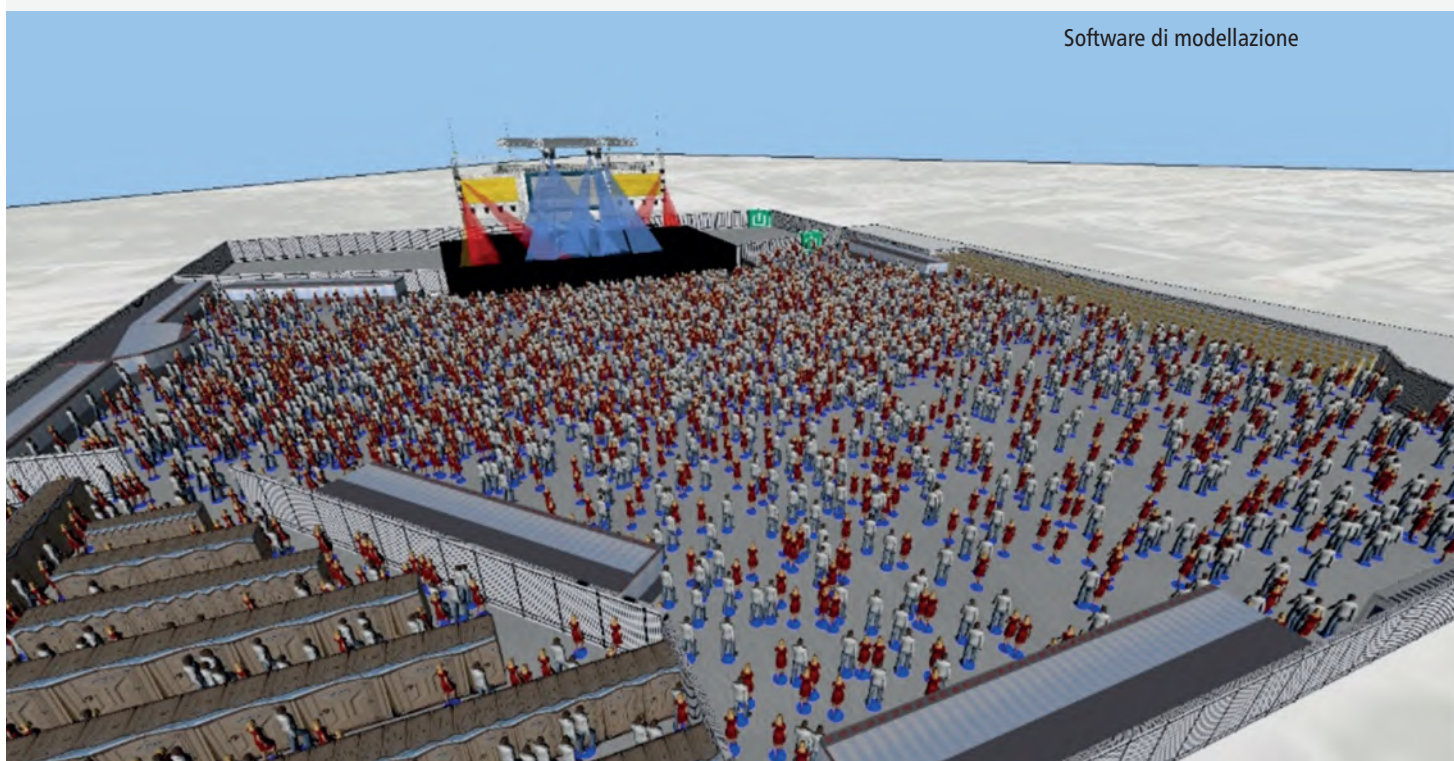
È un software di esodo basato su agenti, il cui comportamento è basato un modello cosiddetto *Vision based force model*.

Ogni agente (occupante) possiede caratteristiche e obiettivi unici che possono essere definiti dall'utente sotto forma di valori deterministici o probabilistici. Come modello per il movimento, Pedestrian Dynamics utilizza la *Explicit Corridor Map (ECM)*, cioè una griglia di navigazione che stabilisce qual è lo spazio calpestabile all'interno di un ambiente.

Il software è adatto per l'analisi di ambienti complessi, come grandi infrastrutture o grandi ambienti urbani (eventi pubblici in ambiente aperto). Le aree di applicazione

sono diverse: dal trasporto pubblico agli impianti sportivi, dagli eventi pubblici alle infrastrutture urbane.

(Si rimanda al sito per ulteriori approfondimenti: <https://www.incontrolsim.com/software/pedestrian-dynamics/>)





Tecsa S.r.l. – Tecnologie per la Sicurezza e l'Ambiente
Via Figino, 101
20016 Pero (Milano) Italy
Tel. +39 2 33910.484 | Fax +39 2 33910.737
tecsa@tecsarll.it | [www. tecsarll.it](http://www.tecsarll.it)

