

 TOUR 2024

L'innovazione accade e
prende forma.
Raccontiamo un progetto

Giuseppe Gaspare Amaro

 **ENGINEERING**
BY YOURSIDE
ingegneria esponenziale

 agorà



SAFETY VILLAGE

FIRE & LIFE SAFETY

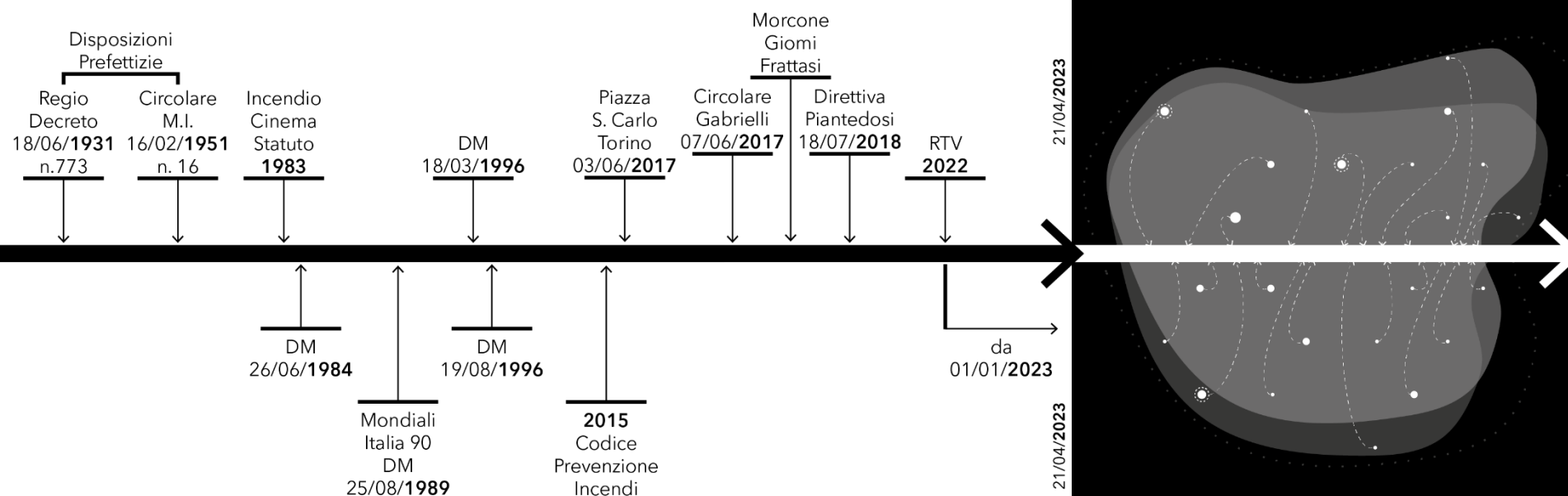
Summary

1. **Contesto Normativo**
2. **Crowd Management**
3. **Evoluzione**



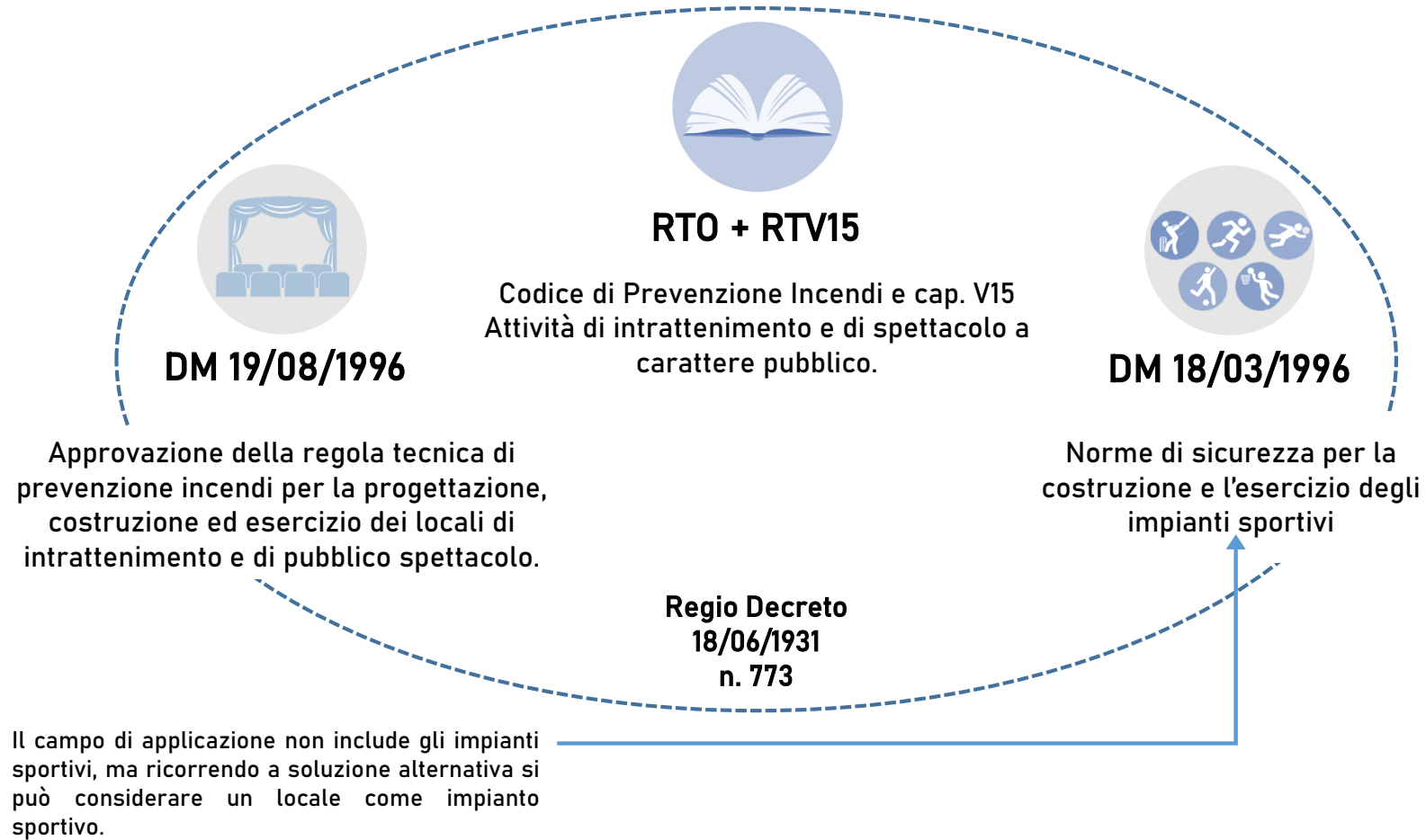
1. Contesto Normativo

Il percorso
Lo stato dell'arte
L'evoluzione



1. Contesto Normativo

Flessibilità progettuale nell'approccio normativo italiano



1. Contesto Normativo

Flessibilità – Es: Pala Alpitour Torino

DM 18.3.96

Impianto sportivo che occasionalmente può ospitare eventi di intrattenimento e spettacolo [DM 19.08.96]



RTO + RTV15

Impianto sportivo che regolarmente può ospitare eventi di intrattenimento e spettacolo mediante ricorso a soluzione alternative, anche con riferimento a Norme / Guide internazionali (GREE GUIDE):

- S2. Resistenza al fuoco
- S4. Affollamento/esodo
[caratteristiche tribune] UNI EN 13200
Visibilità
- S8. Smaltimento fumo e calore

1. Contesto Normativo

Concetti chiave RTV 15



RTV15

Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico:
Reca disposizioni di prevenzione incendi riguardanti le attività di intrattenimento e di spettacolo in genere, a carattere pubblico, svolte al chiuso o all'aperto, anche a carattere temporaneo

Anche a carattere temporaneo

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INCENDIO comportamento

Sovraffollamento **Crowd Crush** **GESTIONE DELLA FOLLA** *soluzioni alternative*

Ambiti, comprensivi delle relative vie di esodo, all'aperto ed accessibili al pubblico **DEROGA** *Luoghi non delimitati* *Tempo di coda*
A CARATTERE PUBBLICO

densità di affollamento

Controflusso

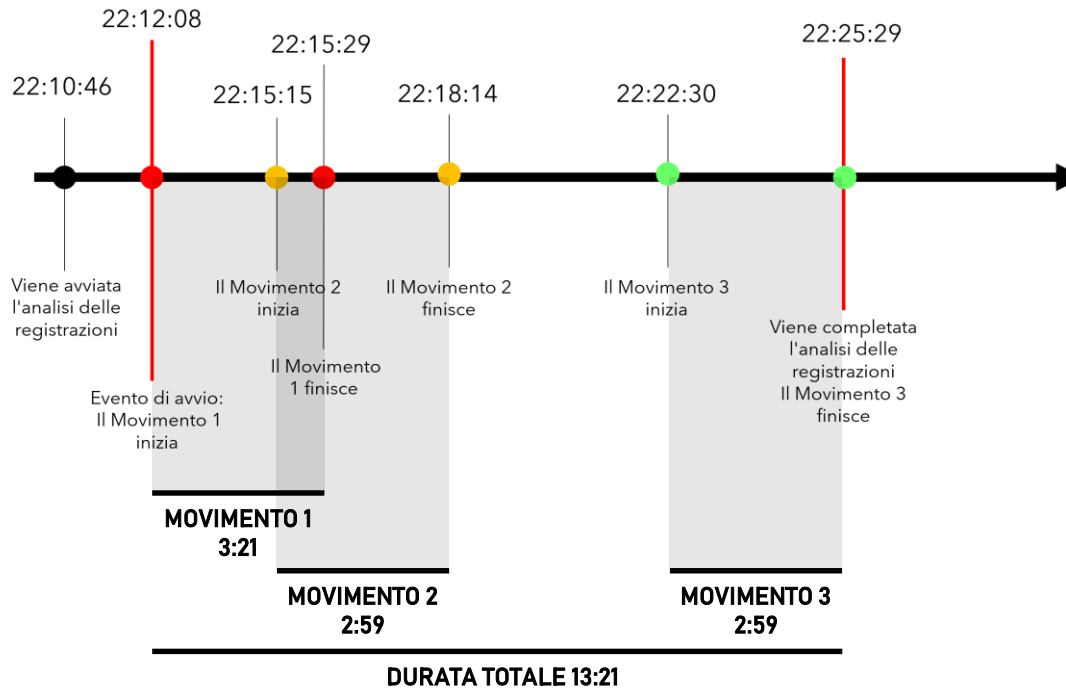
Da dove siamo partiti / Il fenomeno / Il movimento anomalo



2. Crowd Management

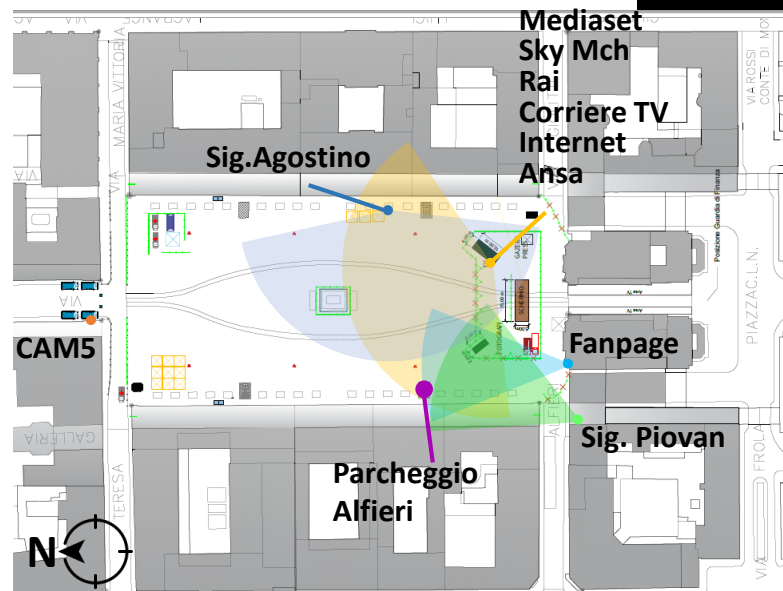
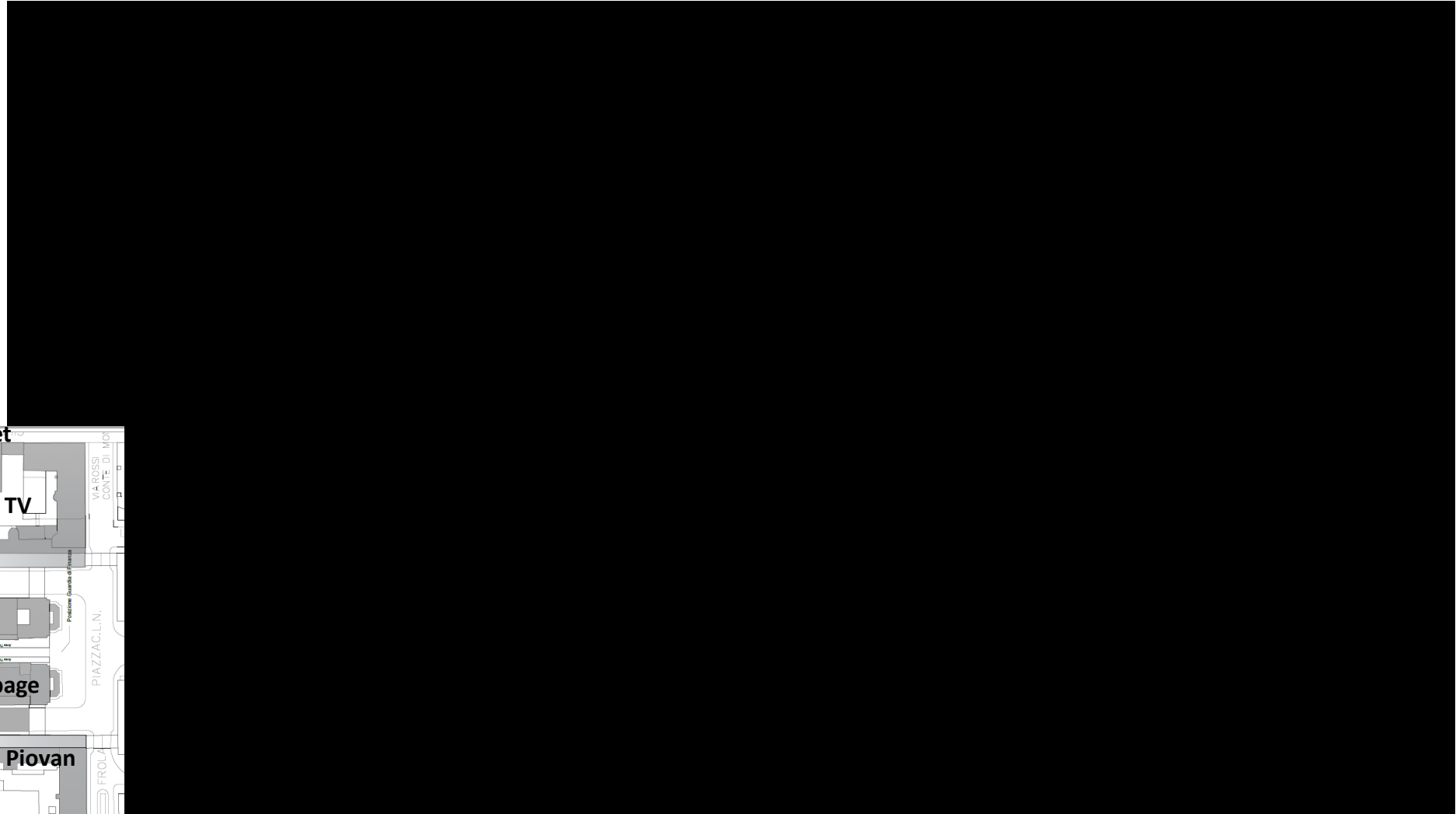
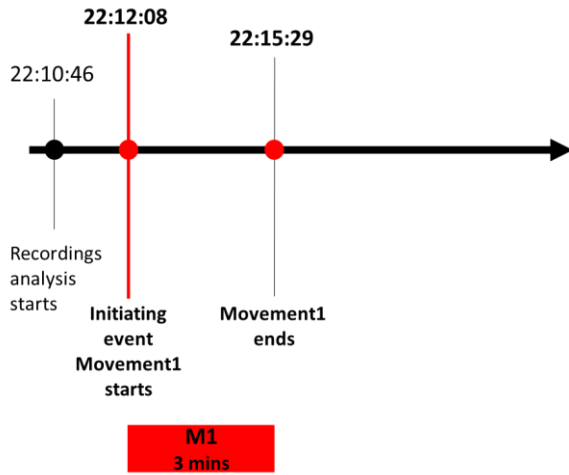
Interazione Safety&Security

Ricostruzione della dinamica dell'evento: Analisi



| Parametri di descrizione dell'attività tratto da ISO TR 16738 | Tempi di attività di pre-movimento ISO TR 16738 | |
|---|--|--|
| | $\Delta t_{pre} (D=0)$ primi occupanti in fuga | $\Delta t_{pre} (D=20)$ ultimi occupanti in fuga |
| Esempio 1: albergo di media complessità <ul style="list-style-type: none"> occupanti: <i>Ciii, sleeping and unfamiliar</i>; sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout semplice</i>; gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>. | 20' | 40' |
| Esempio 2: grande attività produttiva <ul style="list-style-type: none"> occupanti: <i>A, awake and familiar</i>; sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout complesso</i>; gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>. | 1' 30" | 3' 30" |
| Esempio 3: residenza sanitaria assistenziale <ul style="list-style-type: none"> occupanti: <i>D, sleeping and unfamiliar</i>; sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout semplice</i>; gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>; presenza di addetti in quantità sufficiente a gestire l'evacuazione dei diversamente abili. | 5' | 10' |



Tabella M.3-1: Esempi di valutazione del tempo di pre-movimento, tratto da ISO TR 16738

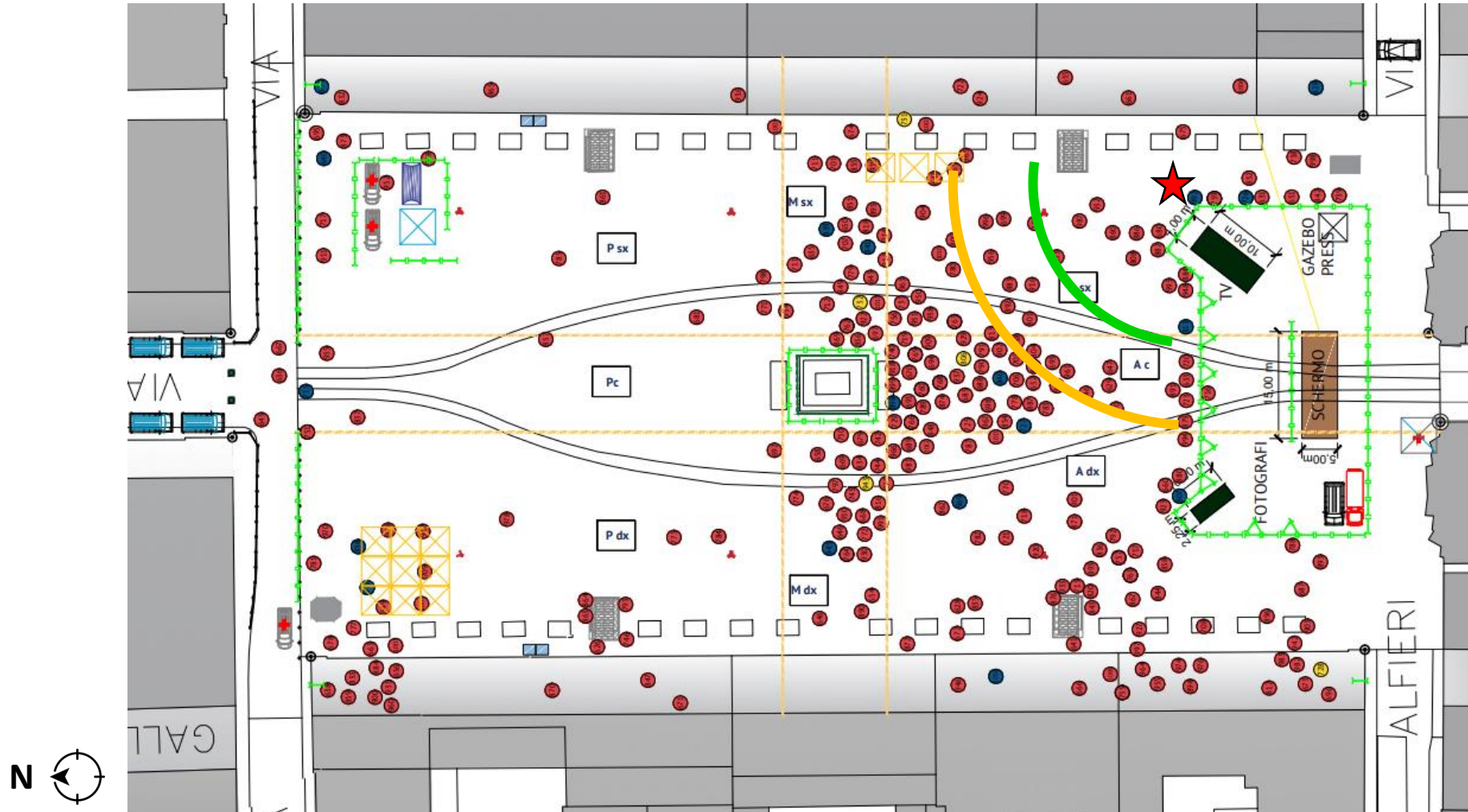


2. Crowd Management

Interazione Safety&Security

Ricostruzione della dinamica dell'evento: Analisi

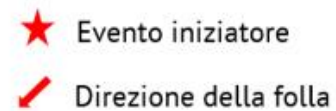
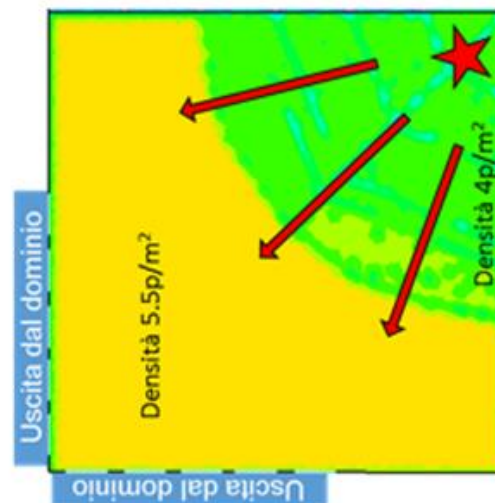
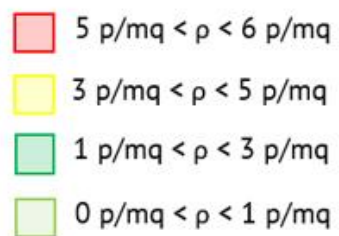
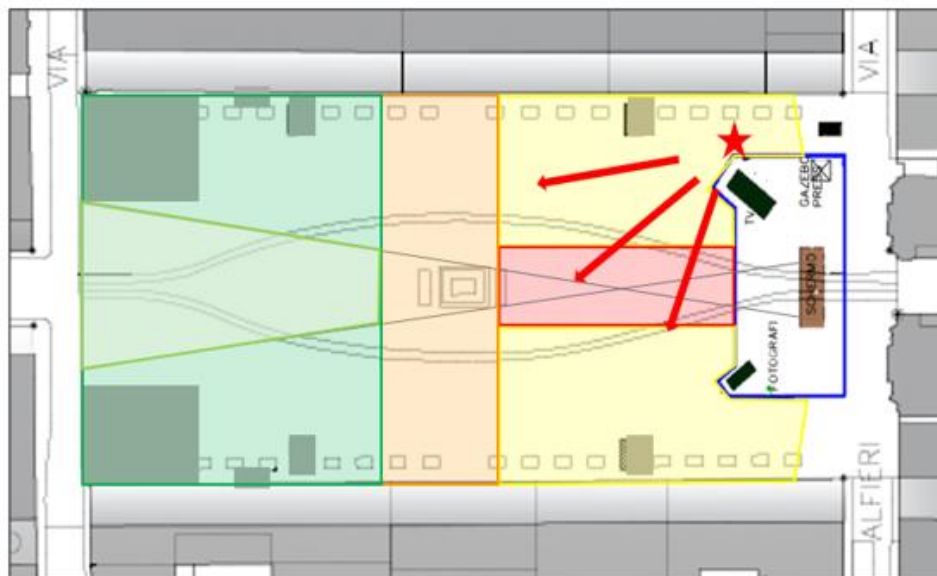
-  Feriti
-  Persone che hanno citato le transenne nelle deposizioni
-  Evento iniziale



2. Crowd Management

Interazione Safety&Security

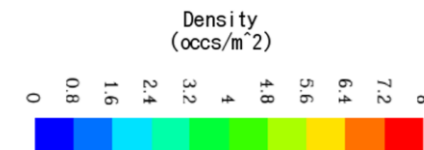
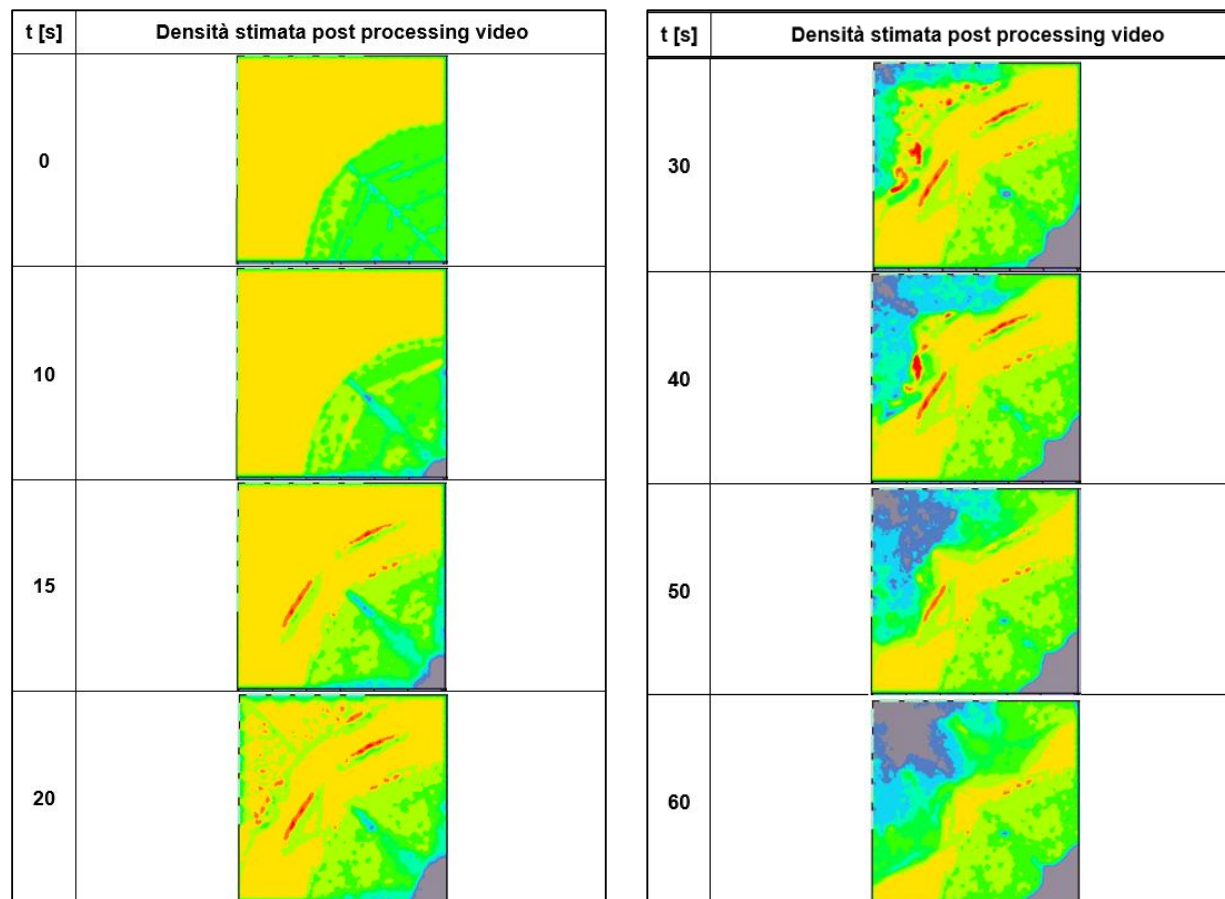
Analisi dell'evento iniziatore: Simulazioni



2. Crowd Management

Interazione Safety&Security

Analisi dell'evento iniziatore: Simulazioni



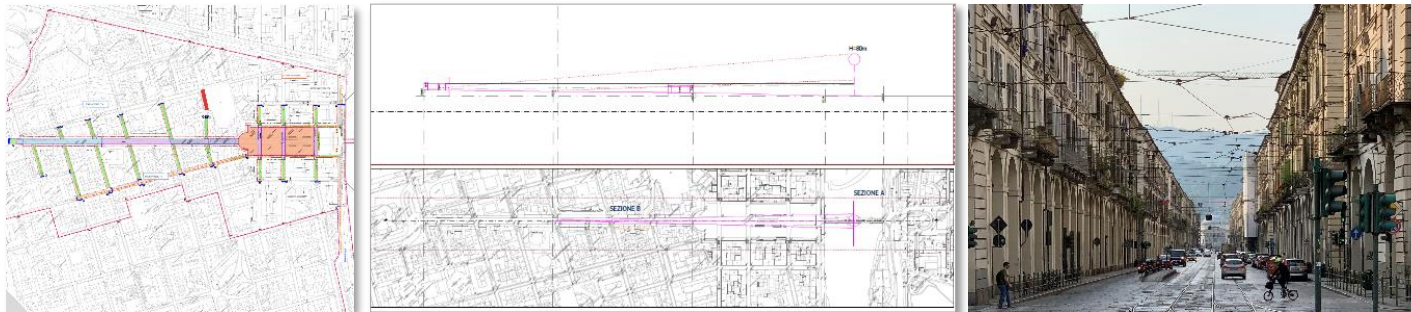
La densità raggiunge valori di picco superiori a **7 persone/mq** in corrispondenza del fronte d'onda

“A densità di circa 7 persone/mq, la folla diviene simile a un corpo fluido, le onde che si propagano tramite essa sono sufficienti a spostare gli individui di oltre 3 metri, le scarpe possono scivolare via di dosso e gli abiti strapparsi”.

2. Crowd Management

Caratteristiche di Evento

Aree della Visibilità:



Caratteristiche Urbane:



Gli Ostacoli:

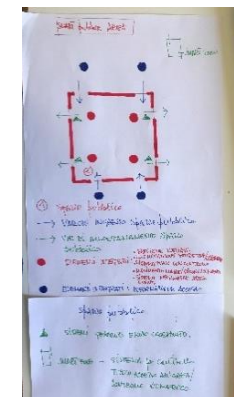


Sistemi delle Vie di Allontanamento:

Il Sistema delle Vie di esodo in un'area non progettata per ospitare grandi eventi viene assunto dalle vie cittadine.

Si è dimostrato tramite simulazioni che quando la folla raggiunge i 2/3 della larghezza del varco non si ravvisano criticità in termini di densità.

Per evidenziare maggiormente, nelle ore serali, tali vie si provvede a posizionare dei totem luminosi in prossimità di esse. Tali palloni possono modificare il loro colore in funzione delle condizioni di utilizzo della via di allontanamento.



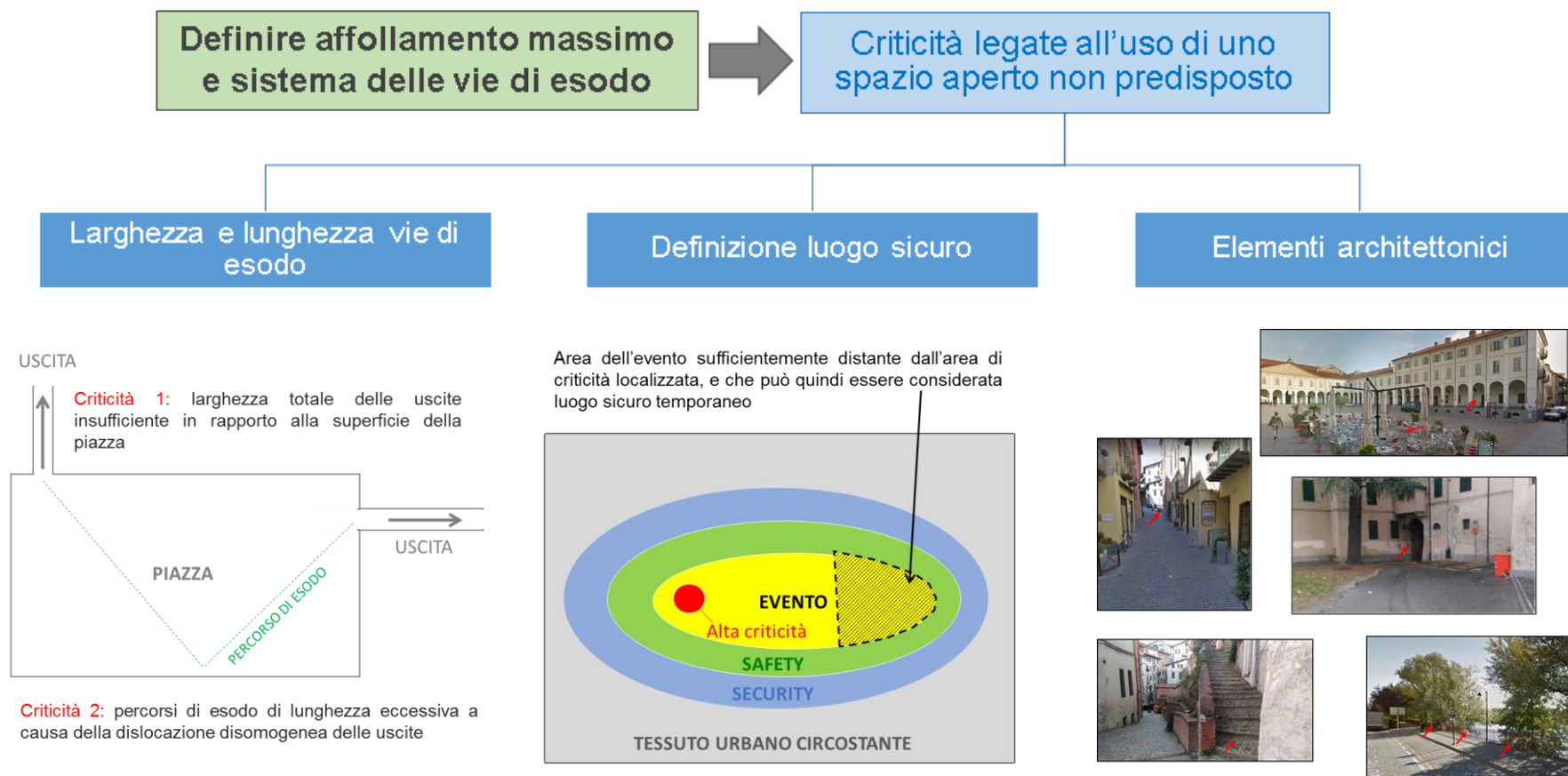
2. Crowd Management

Caratterizzazione ai fini della Safety

| | Carnevale dei bambini in piazza | Battaglia delle arance | Volo dell'Angelo | Concerto rock | Cinema o musica classica all'aperto | Mercatini di Natale |
|-------------------------------------|--|---|---|--------------------------------|--------------------------------------|---|
| Tipologia di evento | Evento pubblico di piazza | Evento pubblico di piazza | Evento di pubblico spettacolo | Evento di pubblico spettacolo | Evento di pubblico spettacolo | Evento pubblico di piazza |
| Modalità di somministrazione | In piedi, in movimento | In piedi, in movimento | In piedi, fermi | In piedi, in movimento | Posti a sedere assegnati | In piedi, in movimento |
| Punti di attrazione | Multipli, distribuiti (bancarelle, giochi) | Concentrato (carro aranceri) | Singolo, distribuito (passaggio angelo) | Concentrato (palco) | Concentrato (schermo / palco) | Multipli, distribuiti (bancarelle) |
| Durata / tempistiche | Una giornata, diurno | Più giornate, diurno | Alcune decine di minuti, diurno | Alcune ore, serale | Alcune ore, serale | Più giornate, diurno e/o serale |
| Estensione | Una piazza | Diverse piazze all'interno di un centro cittadino | Una piazza | Una piazza, un parco, un'arena | Una piazza, un'arena | Una o più piazze e vie |
| Tipologia di pubblico | Bambini, anziani, famiglie | Giovani, gruppi di amici, squadre | Variegato, famiglie, gruppi di amici, turisti | Giovani, gruppi di amici | Variegato, famiglie, gruppi di amici | Variegato, famiglie, gruppi di amici, turisti |

2. Crowd Management

Luogo sicuro, aree di responsabilità / peculiarità geometriche del sito



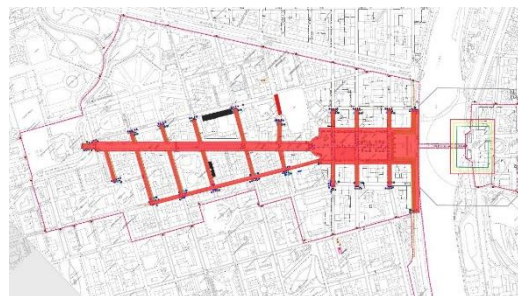
2. Crowd Management

Definizioni



AREA DI SECURITY:

- Area esterna all'area dell'evento, dove si mettono in atto gli aspetti di security.
- Perimetro di competenza delle forze dell'ordine
- Area all'interno del quale vige il divieto di circolazione veicolare
- Solitamente è posto a un isolato dall'area di Safety
- Perimetro delimitato tramite l'uso di dissuasori o veicoli atti a bloccare l'avvento di atti terroristici



AREA DI SAFETY:

- Rappresenta il perimetro di competenza tra la gestione degli aspetti di ordine pubblico e quelli di sicurezza
- Rappresenta il punto di accesso all'area dell'evento e di conseguenza dove avvengono i controlli sul pubblico.
- Solitamente è posto a un isolato dall'area dell'evento



AREA DELL'EVENTO:

- Area dove avviene la manifestazione
- All'interno vengono predisposte le aree per lo stazionamento del pubblico definendo così le densità per ogni settore a seconda del tipo di afflusso di pubblico che l'organizzatore si aspetta
- Area in cui vigono divieti di introduzione di vetro e lattine, circolazione veicolare a seguito di ordinanze Comunali

AREA DI RACCOLTA GESTITA:

- Area non ad uso del pubblico per l'evento ma libera e accessibile da utilizzare in caso di emergenza per stazionare in un'area sicura dove attendere ulteriori indicazioni da parte del coordinatore dell'emergenza
- Sono aree chiuse ma presidiate da personale formato che in caso di emergenza ha il compito di portare le persone in quest'area e attendere ulteriori indicazioni.

BY PASS:

- Rappresenta un percorso alternativo identificato da apposita cartellonistica che ha la funzione di alleggerire i varchi principali, maggiormente utilizzati, e segnalare il percorso per accedere ai varchi successivi

2. Crowd Management Comunicazione e Informazione



Fig. Opuscolo informativo distribuiti agli esercenti di Piazza San Marco - Venezia



Fig. Pieghevole di sicurezza distribuito ai partecipanti del Carnevale di Ivrea



2. Crowd Management

Ruoli e responsabilità

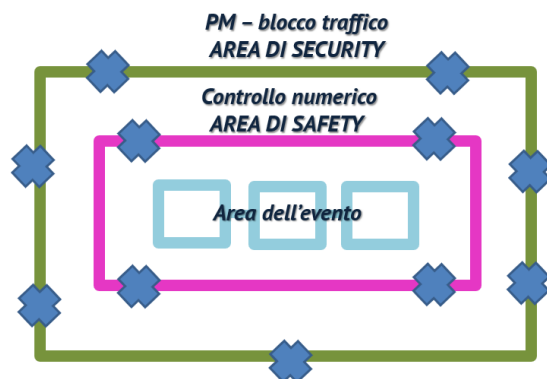


Fig. Schema a blocchi delle aree di competenza e responsabilità

ORGANIZZATORE- TITOLARE DELLA LICENZA:

- Persona fisica con responsabilità giuridiche
- Responsabile dell'evento

SAFETY MANAGER:

- Delegato della Sicurezza da parte dell'organizzatore tramite atto notarile.
- Responsabile dell'area dell'evento
- Mette in atto le prescrizioni discendenti dal piano di sicurezza
- E' il referente per gli aspetti di Safety e coordina con le forze dell'ordine gli aspetti di Security
- Coordina il Safety Team e il Responsabile degli addetti alla gestione del pubblico.



Fig. Riunione di coordinamento tra Safety Manager, Safety Team e Coordinatori addetti al pubblico



Fig. Coordinamento tra gli addetti alla gestione del Pubblico ai varchi



SAFETY TEAM:

- Rappresentano il Safety Manager in campo,
- Coordinano gli addetti alla gestione del pubblico in affiancamento al loro Responsabile,
- Valutano con il Safety Manager eventuali criticità per poi metterle in atto.
- Verificano che i varchi siano stati predisposti come da progetto

COORDINATORE DEGLI ADDETTI AL PUBBLICO:

- Responsabile degli addetti alla gestione del pubblico,
- Si coordina con il Safety Manager per le indicazioni da impartire agli addetti,
- Interagisce con i Safety Team che valutano gli aspetti di loro competenza

ADDETTI ALLA GESTIONE DEL PUBBLICO:

- Figure coordinate dal loro responsabile,
- Rappresentano coloro che interagiscono con il pubblico ai varchi di accesso,
- Hanno il compito di effettuare i controlli dei bagagli,
- In caso di emergenza hanno la funzione di indirizzamento del pubblico

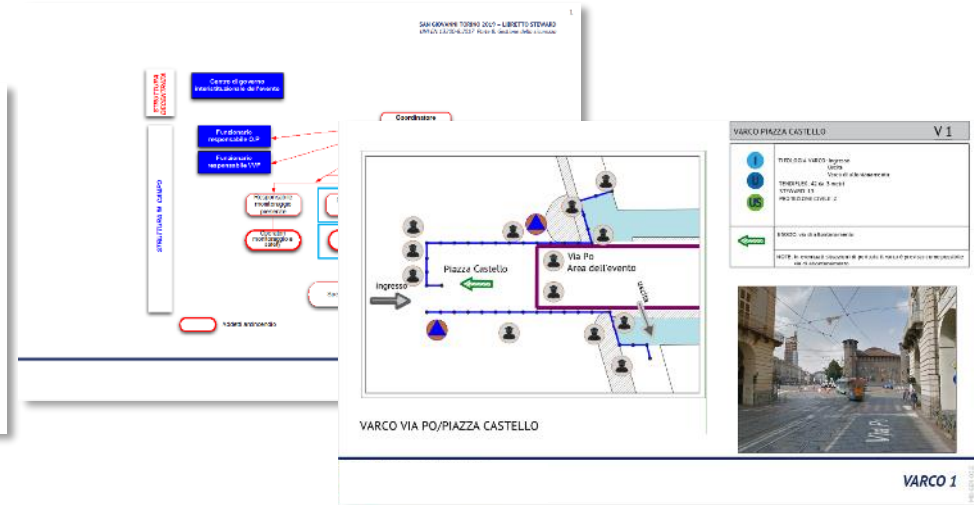
RESPONSABILI DI VARCO:

- Sono i responsabili del varco e interagiscono con il loro coordinatore o con il Safety Team per riportare le criticità o le migliorie del varco di riferimento.
- Predispongono il varco come riportato sul Libretto per gli Steward e descritto durante la riunione di coordinamento

2. Crowd Management Formazione



Libretto Steward



Ricerca: Le interviste

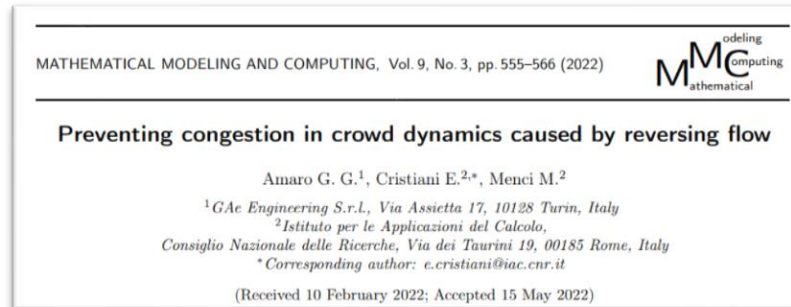
| PERCEZIONE AFFOLLAMENTO | | | |
|---|---------------------------------------|--|---|
| 75,6% | 11% | 13,4% | Considerazioni |
| Sensazione di normalità dell'affollamento | Percezione negativa dell'affollamento | Apprezzamento di un numero consistente di persone nel loro intorno | <p>Sulla base del contenuto delle risposte le persone non temono l'affollamento per due motivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ricerca di una condizione ambientale ideale all'interno dell'area della manifestazione; Percezione delle misure di sicurezza attuate per lo svolgimento dell'evento. |

| | MESSAGGIO DI SICUREZZA | | |
|----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|
| | Numero | % su chi ha sentito | % su tutti gli intervistati |
| Rivolgersi agli steward | 54 | 47 | 30 |
| Vedere le vie di allontanamento | 40 | 35 | 22 |
| Luce verde e rossa (*) | 39 | 34 | 21,5 |
| Braccio di distanza | 24 | 21 | 13 |
| Comunicati dell'organizzazione | 18 | 16 | 10 |
| Palloni bianchi | 7 | 6 | 4 |
| Aiutare gli altri | 4 | 3,5 | 2 |
| Non ho capito/ricordo/era chiaro | 7 | 6 | 4 |

| STEWARD | |
|--|-----|
| Percentuale di persone che hanno compreso il ruolo dello steward | 47% |
| Percentuale di persone che sanno identificare lo steward | 71% |
| Percentuale di persone che NON sanno identificare lo steward | 29% |
| VIE DI ALLONTANAMENTO | |
| Rilevazione preventiva delle vie di allontanamento | 35% |
| Individuazione della via di allontanamento più vicina | 28% |
| Allontanamento dal varco di Ingresso | 37% |

3. Evoluzione

a CONGESTIONE DELLA FOLLA CAUSATA DAL CONTROFLUSSO



Articolo pubblicato su Mathematical Modelling and Computing

Abstract È stato sviluppato un modello matematico microscopico (basato su agenti) per riprodurre il comportamento della folla in uno scenario specifico: un certo numero di pedoni, costituiti da numerosi gruppi sociali, fluisce lungo un corridoio fino alla chiusura di un cancello situato alla fine del corridoio. Le persone non sono informate della chiusura del cancello e percepiscono il blocco osservando dinamicamente le condizioni locali della folla. Una volta che le persone si rendono conto delle nuove condizioni, si fermano e decidono di rimanere, in attesa della riapertura, o di tornare indietro e lasciare il corridoio per sempre. Le persone che tornano indietro si scontrano con le nuove persone in arrivo, che non sono ancora consapevoli del blocco o hanno già deciso di rimanere. Si crea così un pericoloso controflusso che può facilmente portare a incidenti. Si eseguono diverse simulazioni numeriche variando i parametri che controllano il comportamento della folla, per capire quali sono i fattori che hanno il maggiore impatto sulla dinamica.

b COMPORTAMENTO DELLA FOLLA AD ELEVATE DENSITA'



Articolo pubblicato su Physica A
Ricevuta proposta di integrazione nel software «Vadere»

Abstract L'articolo si pone l'obiettivo di simulare il comportamento della folla in scenari normali e di emergenza, compresi gli eventi di massa altamente congestionati. In particolare, è stato sviluppato un nuovo modello ad agenti, continuo nello spazio e discreto nel tempo, non differenziale, in cui i pedoni hanno dimensioni finite e sono comprimibili in una certa misura. Il modello tiene conto anche del comportamento di spinta che si manifesta a densità estremamente elevate. La novità principale è che non si ipotizza che i pedoni generino alcun tipo di "campo" che governi la dinamica degli altri nello spazio circostante. Invece, il comportamento di ogni pedone si basa esclusivamente sulla sua conoscenza dell'ambiente e sulla valutazione delle distanze interpersonali tra lui e gli altri. Il modello è in grado di riprodurre il diagramma fondamentale concavo/concavo con una "doppia gobba" (cioè con un secondo picco) che si manifesta quando entrano in gioco le forze del corpo.

3. Evoluzione

a

CONGESTIONE DELLA FOLLA CAUSATA DAL CONTROFLUSSO

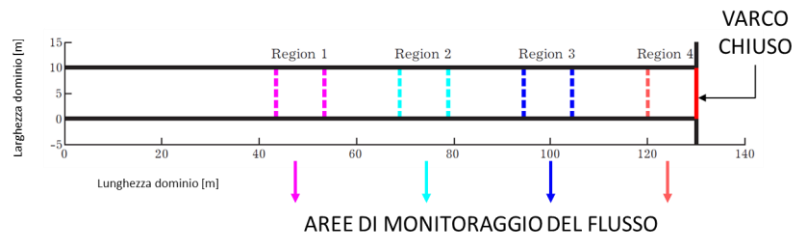
- **OBIETTIVO:** Sviluppo di un modello matematico microscopico (basato su agenti) per riprodurre il comportamento della folla e studiare le migliori procedure di gestione della folla al fine di evitare il pericoloso fenomeno del controflusso all'interno di una strada cittadina durante un evento.
- **INNOVAZIONI:** rispetto ai software disponibili in commercio:
 - Le persone, che vengono modellate come appartenenti a gruppi sociali distinti, percepiscono la chiusura del varco osservando dinamicamente le condizioni locali della folla. Nei modelli commerciali, gli agenti sono tutti consapevoli della chiusura di un varco, indipendentemente dalla loro posizione all'interno del dominio.
 - Si considerano interazioni topologiche, anziché metriche. Mentre i software basati sul modello standard delle forze sociali assumono che vi sia interazione con tutti gli agenti presenti all'interno di una determinata distanza, il modello sviluppato considera un numero di interazioni limitato ai vicini più prossimi, distinti per tipologia (leader del gruppo, membro del gruppo, esterno al gruppo), ottenendo gli stessi risultati con un carico computazionale ridotto.
 - È possibile impostare delle distanze tollerabili dagli agenti in funzione della loro volontà di aspettare che riapra il varco (si accetta una distanza ridotta dal vicino per non perdere la priorità di accesso quando il varco sarà riaperto) oppure di allontanarsi.



3. Evoluzione

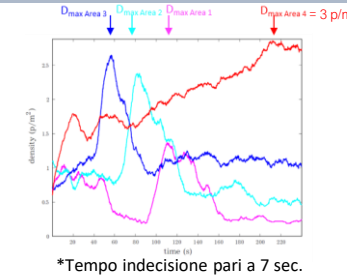
a CONGESTIONE DELLA FOLLA CAUSATA DAL CONTROFLUSSO

1. Simulazioni con 1200 persone, larghezza dominio 10 m

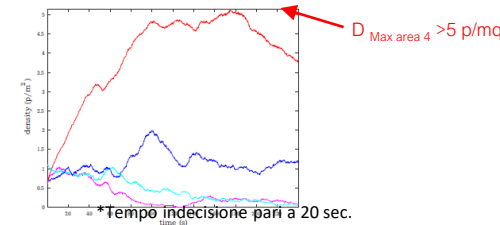
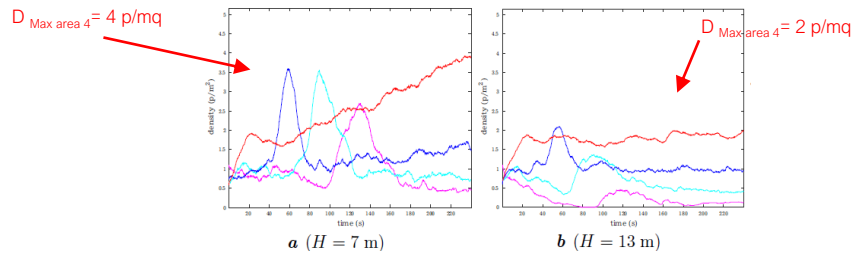


POSSIBILI STATI DEGLI AGENTI:

- Sk=1: procedere verso il varco
- Sk=2: stato di indecisione
- Sk=3: tornare indietro
- Sk=4: restare in fila

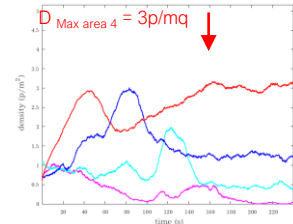


2. Effetti della variazione della larghezza del dominio: 3. Effetti dell'indecisione sul rimanere in attesa che il varco riapra*:

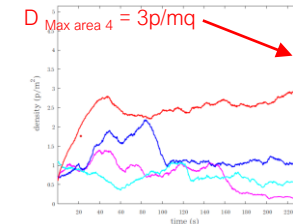


1. Simulazioni con migliori procedure di gestione della folla

Inserimento di un «Info Point» nella regione 3, realizzabile con cartellonistica o predisposizione di stewards nello scenario più gravoso. La densità di picco nella zona 4 passa da $5p/mq$ a $3p/mq$

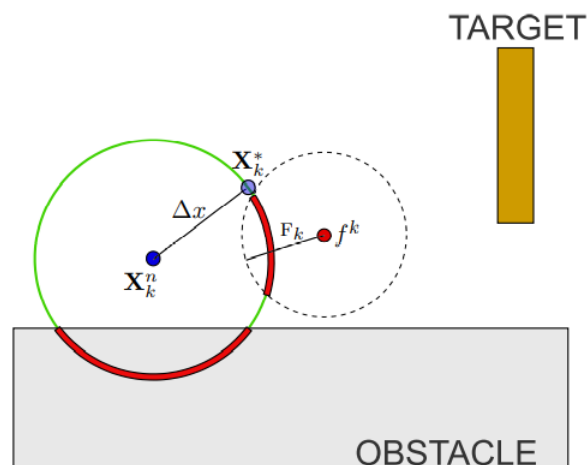


Inserimento di 2 «Info Point» nella regione 3 e 1, realizzabile con cartellonistica o predisposizione di stewards nello scenario più gravoso. La densità di picco nella zona 4 passa da $5p/mq$ a $3p/mq$, ma rispetto al caso con 1 info point si ha una densità più uniforme nel tempo.



3. Evoluzione

b COMPORTAMENTO DELLA FOLLA AD ELEVATE DENSITA'



Il modello sviluppato è stato sviluppato secondo Standard ISO 20414

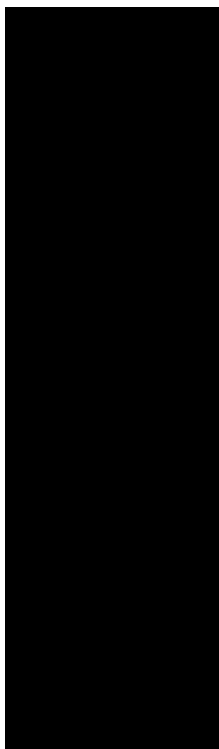
➤ OBIETTIVO: Sviluppo di un modello matematico microscopico (basato su agenti) per riprodurre il comportamento della folla nei casi via sia una transizione da scenari a densità ordinaria e scenari con elevati livelli di congestione, senza utilizzare un diagramma fondamentale pre-calcolato.

➤ INNOVAZIONI rispetto ai software disponibili in commercio:

- Il modello si basa sulla valutazione delle distanze interpersonali tra agenti e non sulle forze di attrazione/repulsione generate dai target/ostacoli.
- Simulazione del comportamento di pushing: gli agenti cominciano a spingere quando le distanze interpersonali si riducono oltre un soglia impostata. In questi casi, si ha trasferimento di energia da un corpo all'altro. I software commerciali non consentono di simulare tale comportamento.
- La folla non genera alcun tipo di "campo" nello spazio circostante. Gli agenti prendono decisioni sulla base della loro conoscenza dell'ambiente circostante, percepito dal loro punto di vista.

3. Evoluzione

b COMPORTAMENTO DELLA FOLLA AD ELEVATE DENSITA'

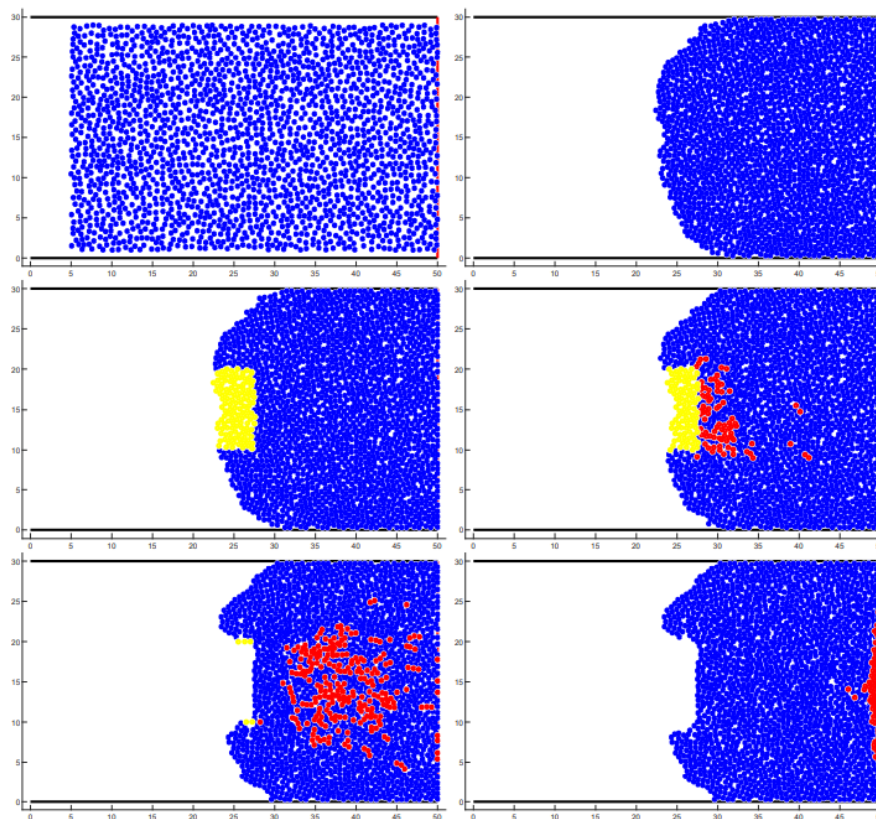


Il modello sviluppato consente di ricreare il modello a doppia gobba osservato in studi empirici* del pellegrinaggio annuale verso Mina, Mecca, Saudi Arabia, 2006

* D. Helbing, A. Johansson, H. Z. Al-Abideen, Dynamics of crowd disasters: An empirical study, Physical Review E 75 (2007) 046109. doi:10.1103/PhysRevE.75.046109.

3. Evoluzione

b COMPORTAMENTO DELLA FOLLA AD ELEVATE DENSITA'



Onda di shock durante un concerto*

L'analisi e modellazione dei comportamenti della folla diventa uno strumento indispensabile nella gestione di grandi eventi ma anche degli spazi pubblici dove si prevedono affollamenti elevati.

- pedoni che innescano l'onda
- pedoni spinti
- Pedoni fermi o che si muovono in maniera regolare, senza contatto fisico con altri pedoni

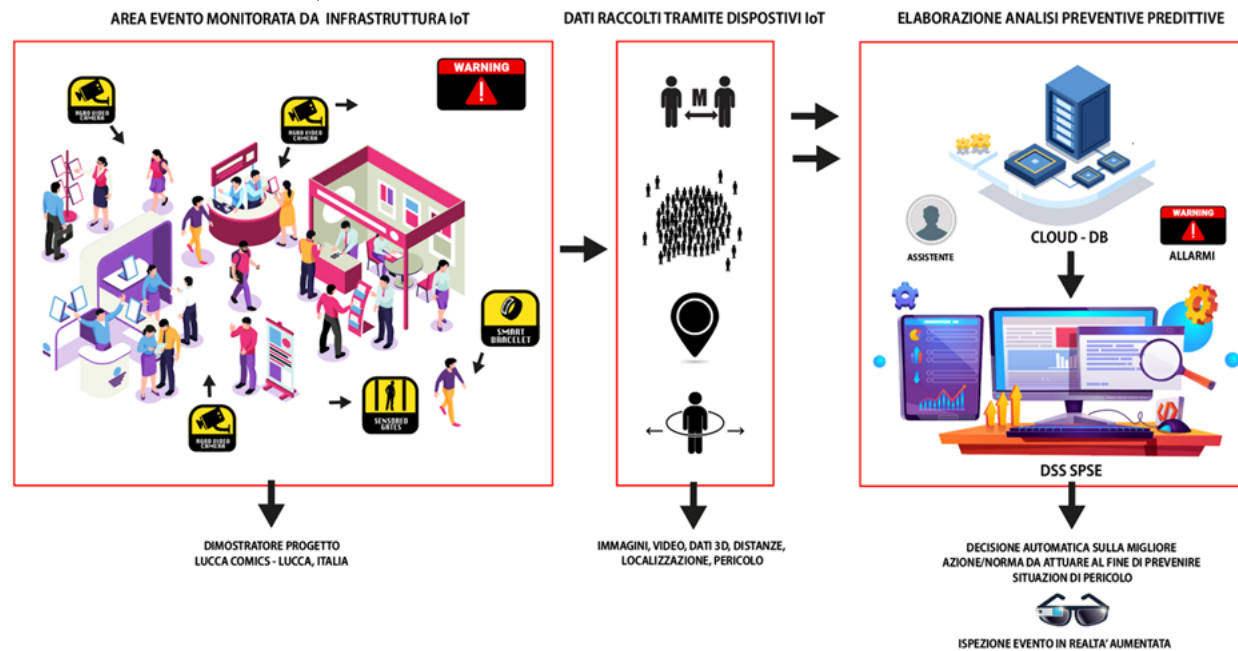
L'onda si propaga verso destra fino a raggiungere il confine, dove si immagina essere posizionato il palco.

PALCO

* Simulated also in: W. van Toll, T. Chatagnon, C. Braga, B. Solenthaler, J. Pettr'e, SPH crowds: Agent-based crowd simulation up to extreme densities using fluid dynamics, Computers & Graphics 98 (2021) 306–321. doi:10.1016/j. 697 cag.2021.06.005.

3. Evoluzione

SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI: INTELLIGENZA ARTIFICIALE, IoT E REALTA' VIRTUALE PER LA GESTIONE DEGLI EVENTI



**GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE**

Giuseppe G. Amaro
info@gae-engineering.com

