

I CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI CASERTA



COMUNE
DI CASERTA

Caserta | 25 ottobre 2023
Belvedere di San Leucio

11^a GIORNATA
NAZIONALE
DELL'**INGEGNERIA**
DELLA SICUREZZA

Evento organizzato
con la collaborazione della:

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI



**RICERCA ACCADEMICA
E TRANSIZIONE
ENERGETICA.
STATO DELL'ARTE E
SCENARI.**

Relatore:

PAOLO MOCELLIN

COMPONENTE GDL SICUREZZA CNI

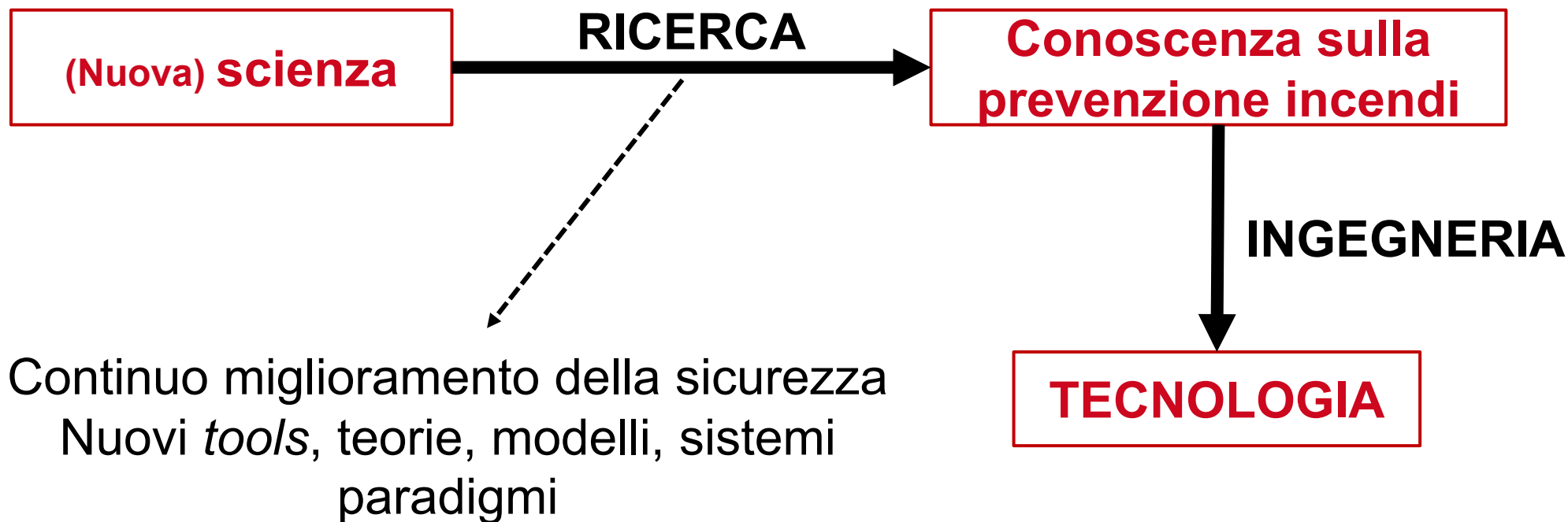
RICERCATORE - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

AGENDA

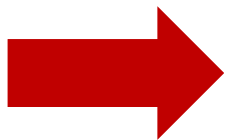
- Il ruolo della ricerca accademica nell'ambito della prevenzione incendi.
- Stato dell'arte, progressione della ricerca e ambiti.
- Tematiche specifiche.
- Riflessioni e prospettive future



INTERFACCIA TRA RICERCA E INDUSTRIA/APPLICAZIONE



Questo percorso può non essere sempre **rapido** e potrebbe non dare i risultati attesi.

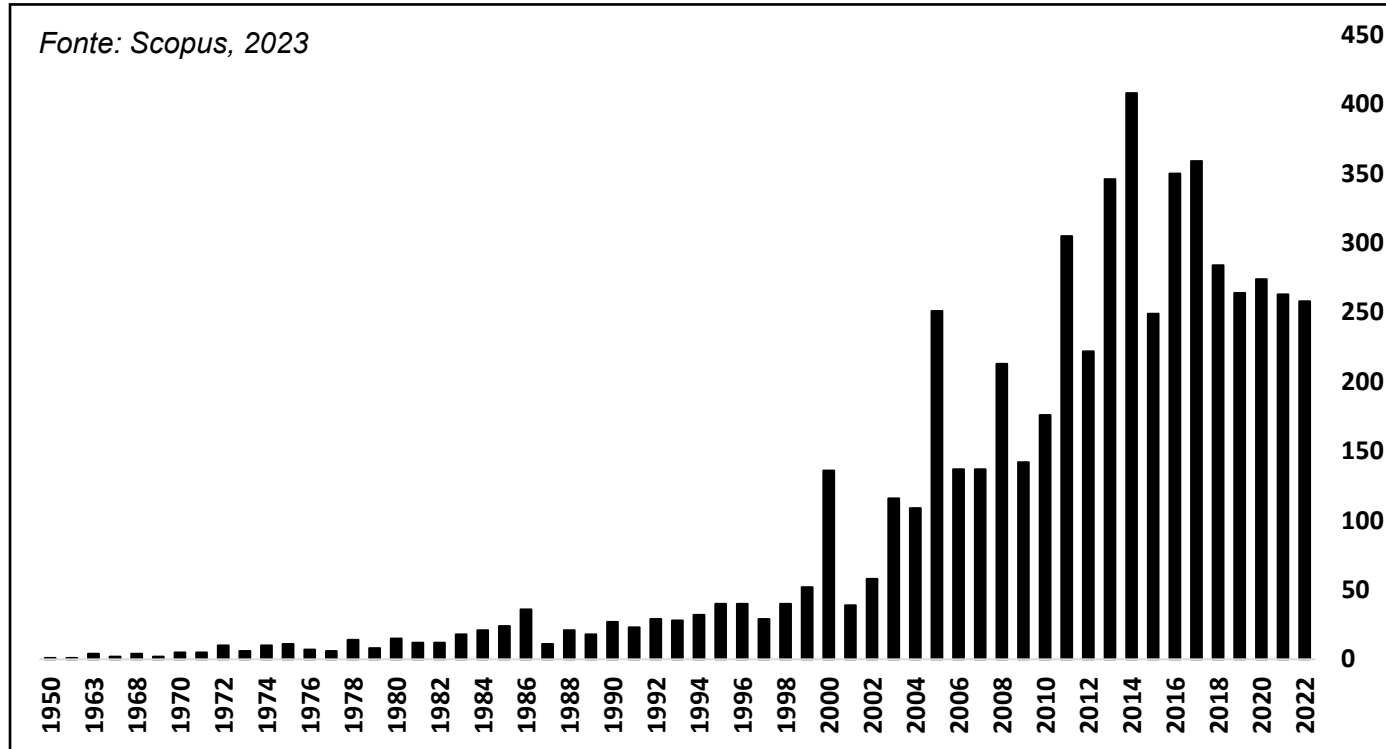


Cambiamento veloce
Nuove opportunità e sfide

11ª GIORNATA NAZIONALE DELL'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA

Caserta | 25 ottobre 2023

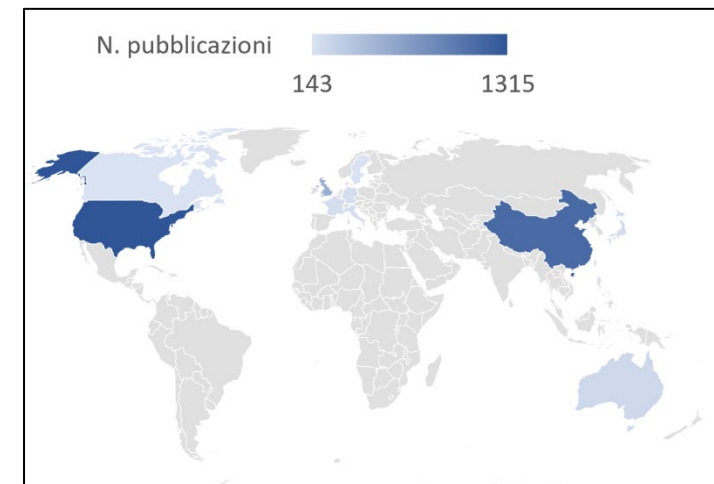
ANDAMENTO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE



FIRE SAFETY
ENGINEERING

Numero totale: 5900 articoli scientifici.

Ambiti: Ingegneria, Materiali, Energia, Ingegneria chimica.

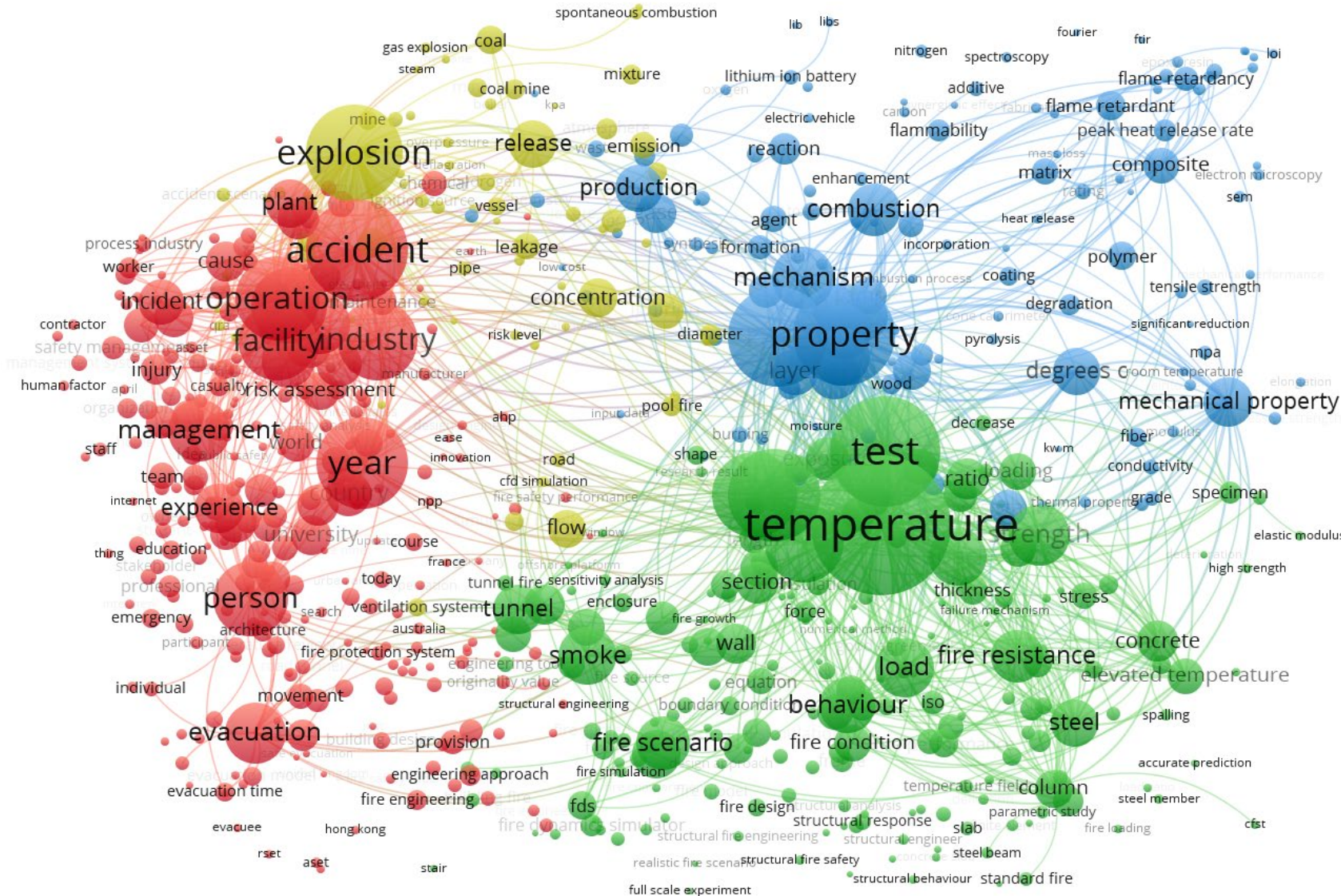


11ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

Caserta | 25 ottobre 2023

CLUSTER MAP – Fire safety engineering

Fonte: Web of Science, 2023



Proprietà,
meccanismo,
reazione

Scenario,
resistenza,
tunnel

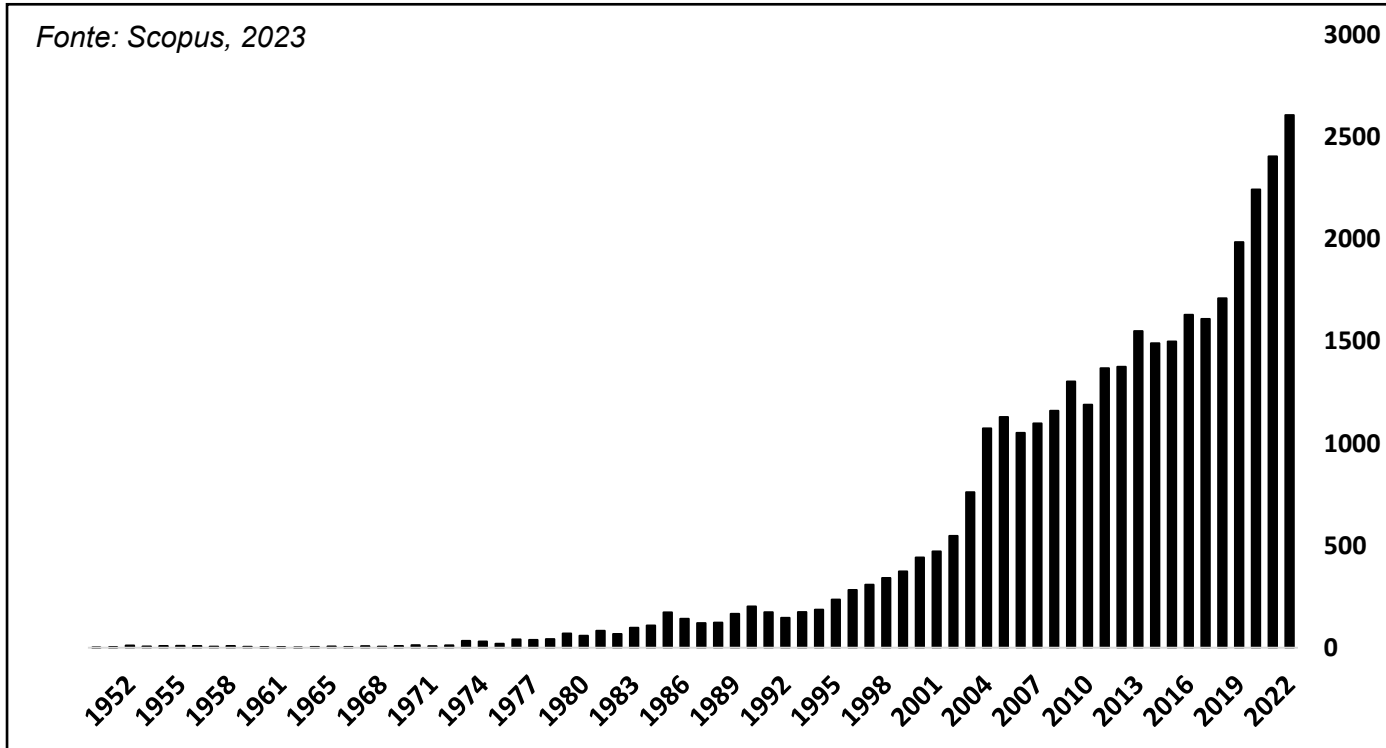
Incidente,
industria,
gestione,
evacuazione

Esplosione,
rilascio

11ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

Caserta | 25 ottobre 2023

ANDAMENTO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE



FIRE
MANAGEMENT

Numero totale: 35500 articoli scientifici.

Ambiti: Scienze ambientali, Scienze agricole, Scienze sociali, Ingegneria.



Incendi boschivi, risposta alle
emergenze, inquinamento.

11ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

Caserta | 25 ottobre 2023

COSA GUIDA LA RICERCA NELL'AMBITO DELLA PREVENZIONE INCENDI?

Protezione ambientale e sostenibilità

Progettazione del ciclo di vita secondo principi sociali, economici, ed ecologici (sostenibilità).

Green buildings ovvero nuove sfide di prevenzione incendi (materiali isolanti, facciate, edifici in legno, impiantistica)

Trasferimento di conoscenza

Approccio proattivo sui temi della sicurezza in ambito innovazione.

Nuovi tools, teorie, modelli, sistemi e paradigmi.

Rischi e scenari emergenti (**interazione multirischio**).

Nuove architetture, materiali e molecole

Nuove soluzioni progettuali e configurazioni.

Nuovi materiali e molecole con ingresso rapido nel mercato.

Scarsa conoscenza del **comportamento al fuoco**.

APPROCCIO PRESTAZIONALE

Ingegneria, per stare al passo con l'innovazione



TEMATICHE DI RICERCA RILEVANTI - PREVENZIONE INCENDI

**Comportamento e
fattore umano**



Dati demografici di popolazioni vulnerabili, effetto della percezione del rischio sulla dinamica dell'evacuazione e delle scelte.

**Scenari di incendio
(edifici e altri)**



Standardizzazione degli incendi di progetto.
Scenari emergenti.

**Resilienza dei
sistemi**



Impatto ambientale degli incendi e sistemi di controllo e soppressione del fuoco.

Dinamica del fuoco



Modelli pratici per estinzione/re-innesco, combustione con scarsa ventilazione, modellazione della rottura di vetri.

**Sistemi di
sicurezza**



Impatto dell'ispezione e della manutenzione sull'affidabilità dei sistemi.

**Incendi boschivi e
di interfaccia**



Modelli di valutazione del rischio, propagazione del fuoco e impatto sulle strutture.



PREVENZIONI INCENDI E TECNOLOGIE SMART

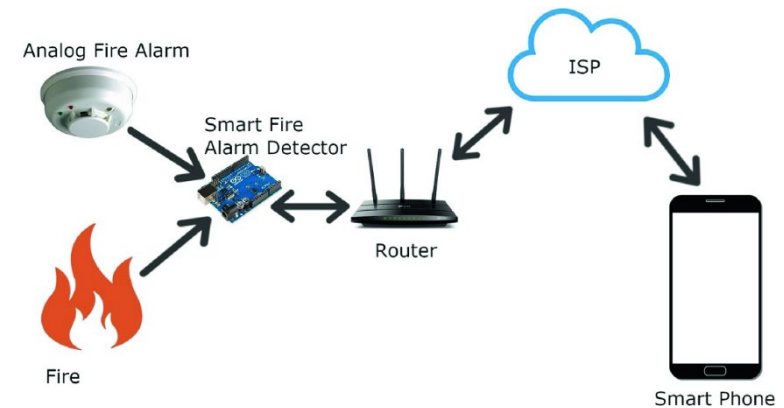
- Apparecchi e sistemi aggiornati per includere **sensori**, **algoritmi** e **connettività integrata** per comunicare dati.
- **Ambiti di applicazione**: rilevazione, soppressione del fuoco, gestione dei fumi, notifica, evacuazione e supporto alla risposta in emergenza.



Un sistema intelligente ed integrato può contribuire sensibilmente alla *life safety*. Tuttavia, se progettato o implementato impropriamente può essere deleterio.

Smart detection, notification and egress

Smart sprinklers



11ª GIORNATA NAZIONALE DELL'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA

Caserta | 25 ottobre 2023

SCENARI DI INCENDIO IN EDIFICI CON GRANDE ELEVAZIONE

Sul tema è in corso una notevole attività di ricerca (→ Codice di Prevenzione Incendi, NFPA 101).

Infiammabilità dei materiali



Nuovi materiali, efficienza energetica

Accensione e propagazione del fuoco



Edifici vicini

Risposta strutturale



Analisi dinamica combinata struttura-incendio

Trasporto dei fumi e controllo



Ventilazione meccanica e pressurizzazione vani scala

Evacuazione degli occupanti



Evacuazione utilizzando vani scale ed ascensori, con indirizzo forzato degli effluenti.



Triangle Shirtwaist Factory Fire - 1911

Caserta | 25 ottobre 2023



11ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

SCENARI EMERGENTI DI RISCHIO INCENDIO. NUOVE TECNOLOGIE.

- Introduzione di (nuove) tecnologie in (nuovi) contesti.
 - Rischi emergenti e sfide nella gestione della sicurezza.
 - Utenza non necessariamente «industriale».
 - Condizioni al contorno molto variegate.
- Gli ambiti più attenzionati sono:
 - Modalità alternative di **generazione e stoccaggio dell'energia**.
 - Incendi di **pannelli fotovoltaici**.
 - **Incendi di veicoli** ad alimentazione «non convenzionale».

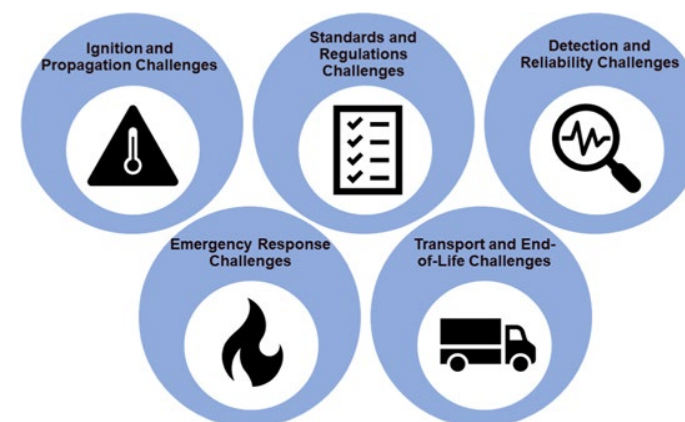


Materiali per il contenimento.
Progettazione di prodotti ad elevata affidabilità.
Modalità di stoccaggio chimico più sicure.
Modalità nuove di ispezione.
Auto-diagnosi e monitoraggio.
Trasporto sicuro.

CAUSA DEGLI
INCENDI

SCALE-UP

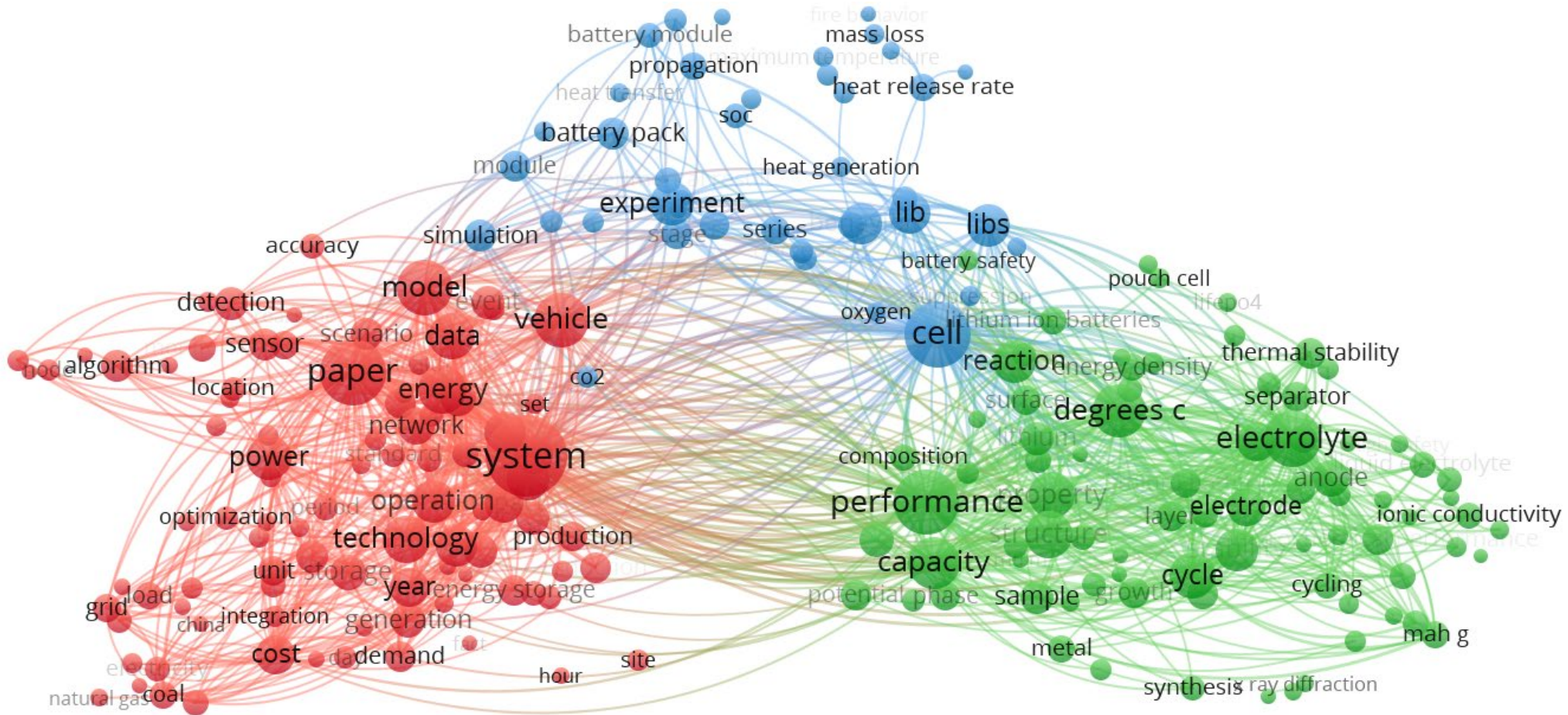
PROTEZIONE



DOI: 10.1149/1945-7111/aba8b9



CLUSTER MAP – Battery fire.



**Sistema,
tecnologia,
modelli**

**Sperimentazione,
simulazione, pacchi
batteria, cella**

**Elettrolita,
performance, reazione,
stabilità termica**



SCENARI EMERGENTI DI RISCHIO INCENDIO. INTERESSI DELLA RICERCA.

- L'attività di ricerca è concentrata, primariamente, sulle fasi precoci degli scenari di incendio:
 - Meccanismo di decomposizione (litio, sali e altri composti).
 - Progettazione di strategie per evitare reazioni indesiderate.
- Strategie di **prevenzione**:
 - Investigare soluzioni per il controllo termico della decomposizione (es. ritardanti di reazione, protezione degli elettrodi).
 - Incrementare la capacità di dissipazione del calore (es. sistemi a circolazione forzata di aria → peso, costo).
- Strategie di **compartimentazione**:
 - Progettazione della configurazione interna delle batterie (spaziatura, materiali, gusci, ...).
 - Utilizzo di materiali che assorbono il calore nel compartimento della batteria (es. cere paraffiniche → peso, infiammabilità).
- Strategie di **rilevazione e soppressione del fuoco**:
 - *Early warning detection systems* (EWDS) → voltaggio e temperatura (interna).
 - Sensoristica interna (vs. monitoraggio involucro meccanico esterno).



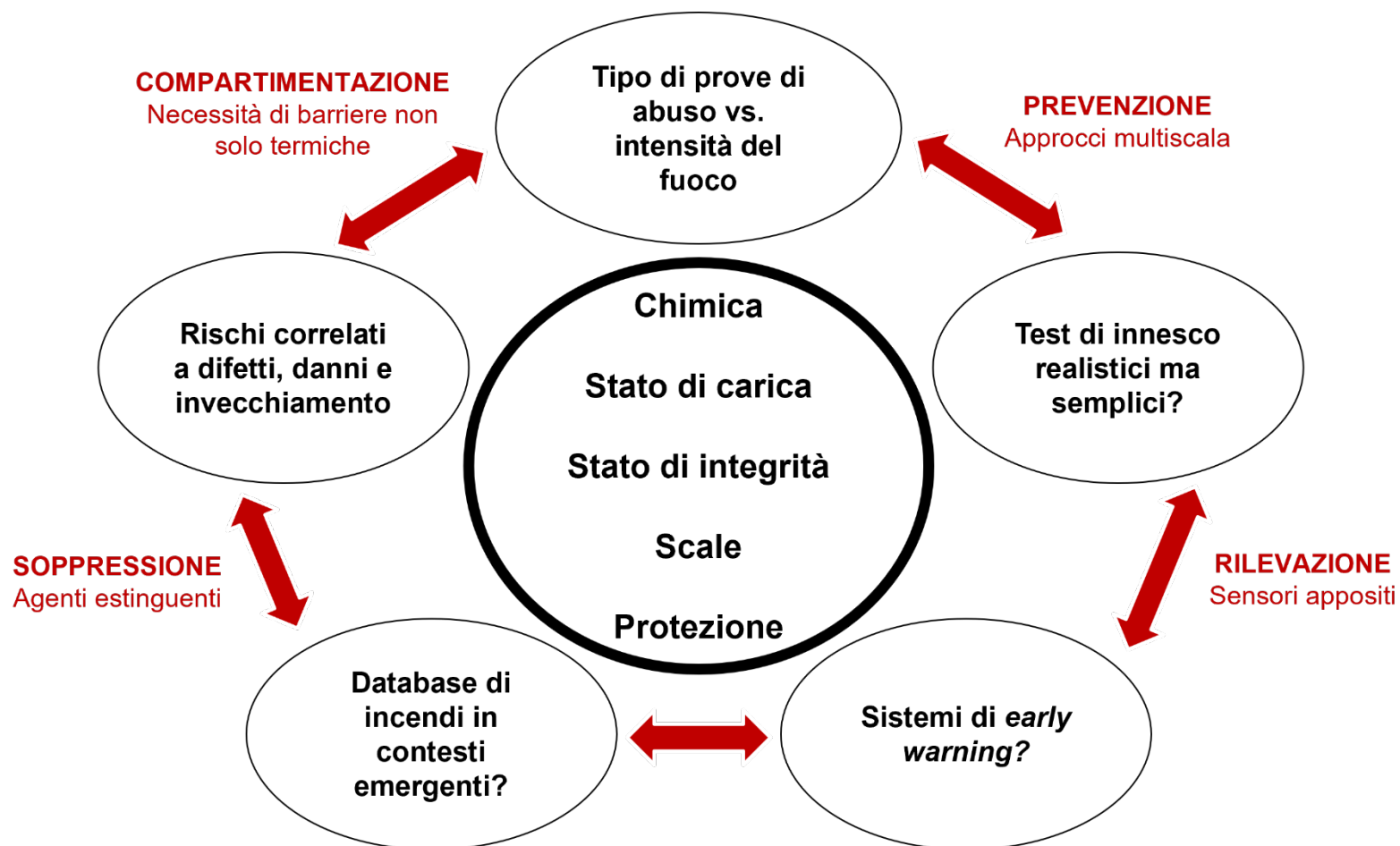
La ricerca mostra che non esistono ancora soluzioni per evitare la propagazione del fuoco.



La ricerca sui metodi di soppressione del fuoco non è ancora risolutiva.



SCENARI EMERGENTI DI RISCHIO INCENDIO. QUADRO.



Process Safety and Environmental Protection
Volume 177, September 2023, Pages 765-794



Energy transition technology comes with new process safety challenges and risks

Hans Pasman^a, Edison Sripaal^a, Faisal Khan^a, Bruno Fabiano^b



Progress in Energy and Combustion Science
Volume 73, July 2019, Pages 95-131



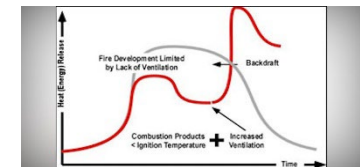
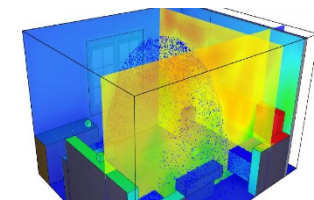
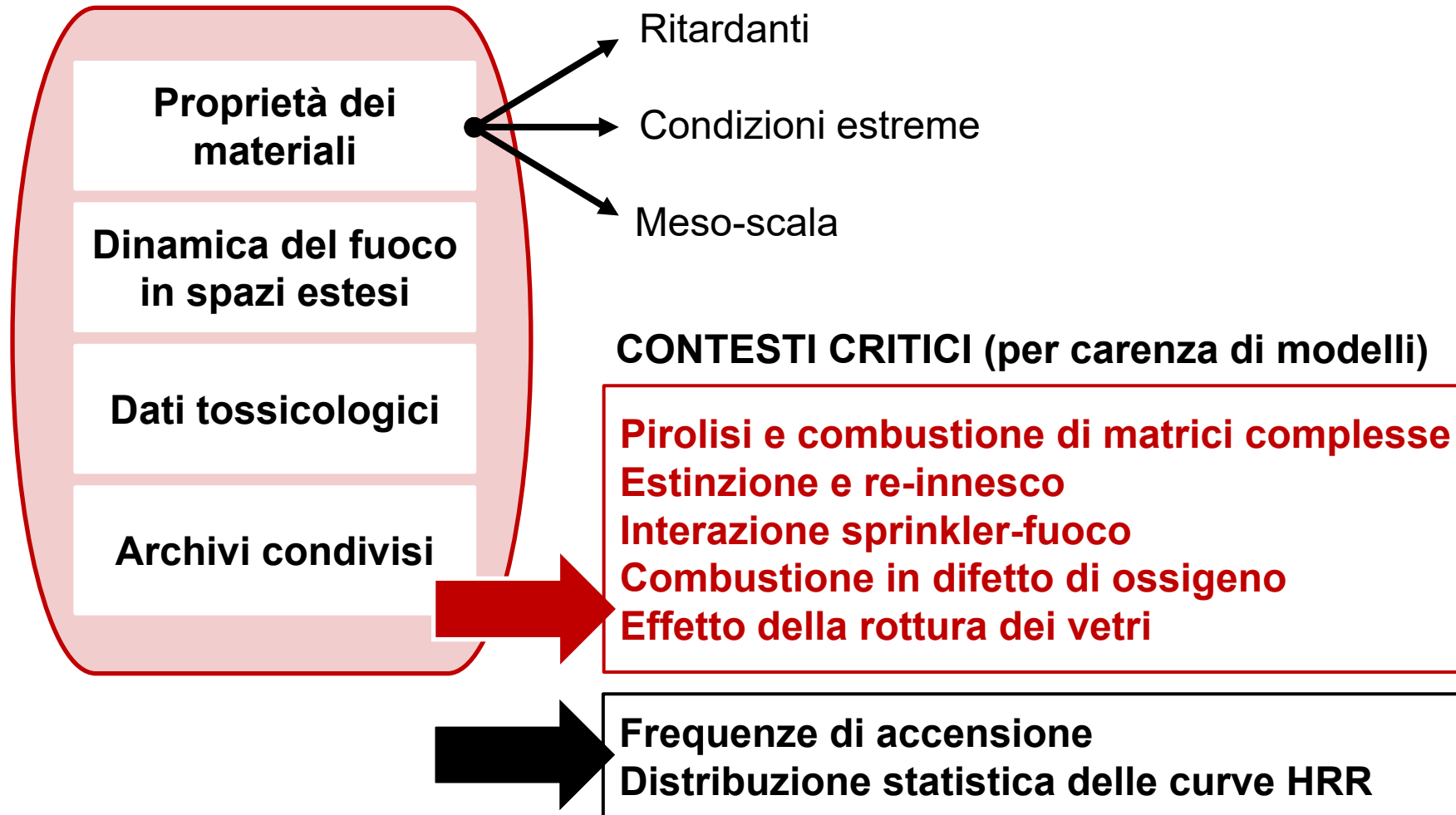
A review of lithium ion battery failure mechanisms and fire prevention strategies

Qingsong Wang^{a,1}, Binbin Mao^{a,1}, Stanislav I. Stoliarov^b, Jinhua Sun^a

11ª GIORNATA NAZIONALE DELL'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA
 Caserta | 25 ottobre 2023

È fondamentale **integrare** le diverse competenze e interfacciare i diversi attori coinvolti, anche in ottica di **armonizzazione** del contesto.

NECESSITA' DI MODELLI AFFIDABILI E VALIDATI.



Caserta | 25 ottobre 2023



11ª GIORNATA
NAZIONALE
DELL'INGEGNERIA
DELLA SICUREZZA

TUNNEL E GESTIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO

- Configurazioni tipiche per reti di trasporto in città densamente popolate e per collegare luoghi separati da barriere naturali.
- Sfide della prevenzione incendi:
 - Dinamica dei fumi in ambiente confinato.
 - Evacuazione.
 - Tutela della struttura.



Incendio traforo del Monte Bianco

Scenari di incendio di progetto



Mezzi con alimentazione non tradizionale
Scenari domino con effetto a cascata
Interazione fuoco-struttura

Dati sperimentali



Scala dell'esperimento
Interazione incendio-sistemi di mitigazione
Indagine dell'effetto della ventilazione forzata

~~Simulazioni numeriche~~

Esperimenti

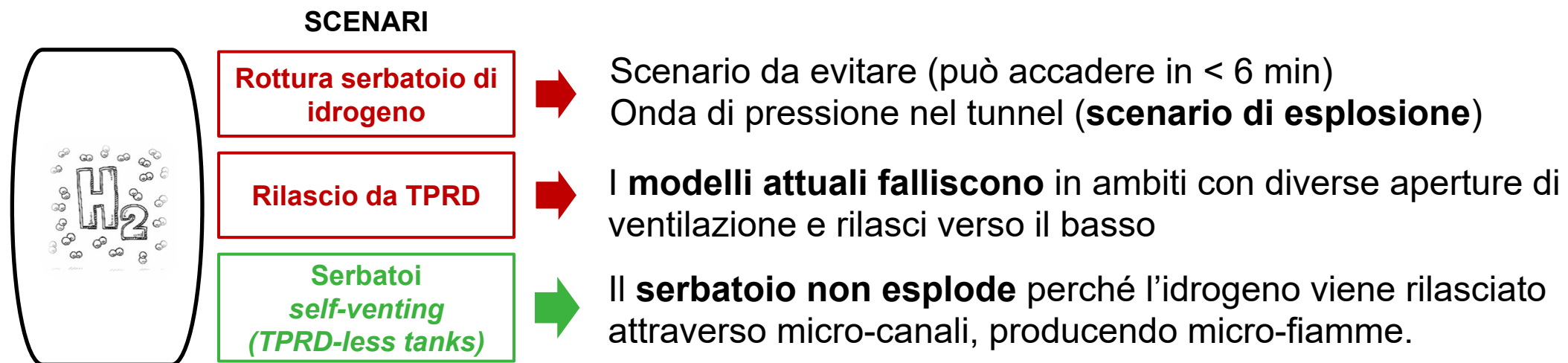
Indicizzazione del rischio

11ª GIORNATA NAZIONALE DELL'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA

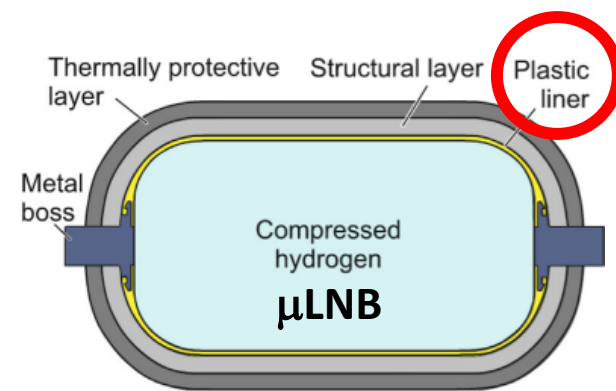
Caserta | 25 ottobre 2023

TUNNEL, SCENARI DI INCENDIO E VEICOLI «NON TRADIZIONALI»

- La circolazione di veicoli ad alimentazione non tradizionale comporta rischi emergenti e l'aggiornamenti degli scenari di incendio.



Tempo di collasso del serbatoio



<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.07.067>

INCENDI DI INTERFACCIA (WUI e WII)

- Scenario emergente che pone sfide critiche di gestione del fuoco e protezione delle comunità.
- Azione di ricerca sullo sviluppo di:
 - Modelli di vulnerabilità (di comunità e complessi industriali)
 - Modelli di propagazione del fuoco

Modelli di propagazione



Condizioni meteo, layout degli insediamenti, tipologia di strutture, tipologia di vegetazione
 Individuazione dei percorsi critici e di quelli a maggiore probabilità di accadimento
 Effetto dei fattori di mitigazione

Generare modelli di stima del rischio

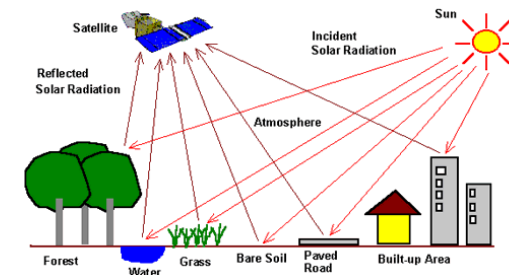
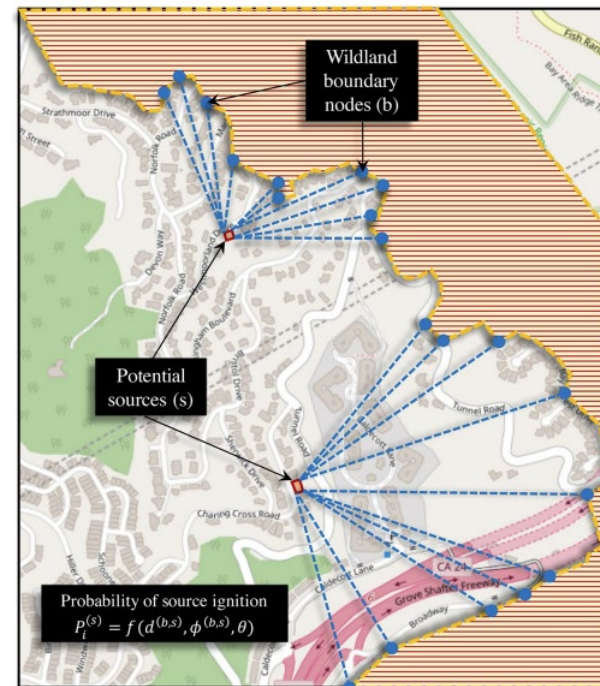


Anche **ECONOMICO**

Progettare la risposta e l'allocazione delle risorse



Anche con **SENSORISTICA** e reti intelligenti



11ª GIORNATA NAZIONALE DELL'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA
 Caserta | 25 ottobre 2023

IMPIANTI INDUSTRIALI E PREVENZIONE INCENDI

- Il tema della prevenzione incendi nel contesto industriale ha una tradizione molto solida. Tuttavia si sta confrontando con rischi emergenti.

Elettrificazione dell'industria

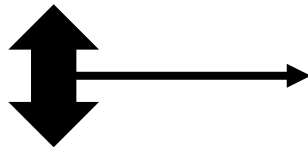


Rischio incendio/esplosione elettrolizzatori.
Inertizzazione e sistemi di protezione.
Percezione del rischio.

Rischi Natech



Interazione con pericoli naturali.
Effetti domino con incendi diffusi.
Indisponibilità dei sistemi di sicurezza.



Intelligenza artificiale
Reti neurali



Sequenze di guasto delle apparecchiature

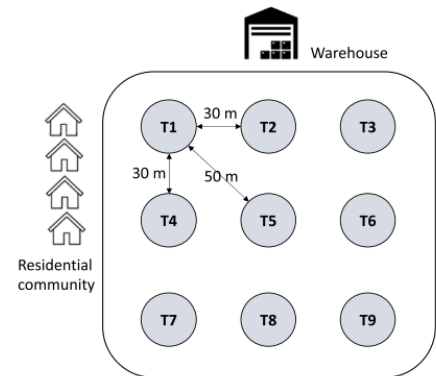
Evacuazione in caso di incidente



Dati sull'impatto dell'addestramento.
Utilizzo della realtà aumentata per l'addestramento.
Gestione di scenari a cascata.



Gangneung, South Korea (2019)



DOI: 10.1016/j.res.2023.109523



NON E' SOLO UNA QUESTIONE DI RICERCA

- Sia a livello europeo che italiano, si stanno moltiplicando **corsi di studio, moduli didattici e *masters*** sul tema della prevenzione incendi.
 - Nuovi strumenti computazionali e aggiornamento sulle conquiste della ricerca.
 - Formazione di figure competenti nei rischi emergenti e nell'approccio multirischio.
- Manca tuttavia un'**infrastruttura estesa di ricerca** su queste tematiche. Esistono alcuni centri di ricerca localizzati, perlopiù associati a gruppi di ricerca su temi complementari:
 - Evacuazione.
 - Analisi strutturale.
 - Comportamento al fuoco di materiali e molecole.
 - Progettazione architettonica degli edifici.
 - Analisi del rischio industriale.
- I finanziamenti su **progetti competitivi** stanno crescendo su temi specifici di prevenzione incendi e scenari emergenti.



CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

- L'ambito della prevenzione incendi si interfaccia con **contesti mutevoli** che pongono opportunità e sfide.
- L'attività di ricerca è fondamentale per chiarire i **rischi emergenti** e fornire strumenti (quantitativi) per conoscerli, interpretarli, evitarli o ridurli a livelli accettabili.
- **Non basta una buona progettazione.**
 - Percezione (e identificazione) dei rischi emergenti.
 - Approccio di sistema in ottica multirischio.
- **Nuova conoscenza e rapida evoluzione** delle metodologie per la valutazione delle conseguenze, a supporto dei quadri normativi.

... la velocità con cui nuovi materiali e tecnologie vengono introdotti nel mercato pone delle criticità nella gestione dei pericoli e dei rischi associati.

- È necessario uno **scambio efficace e continuo** tra il mondo della ricerca accademica e quello dei professionisti affinché vi sia un allineamento sulle necessità .

La transizione energetica è un'occasione per sviluppare ed implementare tecnologie (anche digitali) sostenibili più sicure e resilienti!



I CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI CASERTA



COMUNE
DI CASERTA

Caserta | 25 ottobre 2023
Belvedere di San Leucio

11^a GIORNATA
NAZIONALE
DELL'**INGEGNERIA**
DELLA SICUREZZA

Evento organizzato
con la collaborazione della:

FONDAZIONE
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI



**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!**

Paolo Mocellin

Contatti

paolo.mocellin@unipd.it

<https://www.linkedin.com/in/paolo-mocellin-05b966b3/>