

DOTTORATO DI RICERCA IN INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
SCHEMA PER L'AMMISSIONE AL III ANNO DI CORSO

Dottorando MARTA GALUPPI

Ciclo XXXVII

Curriculum INFRASTRUTTURE, SISTEMI DI TRASPORTO E GEOMATICA

Tutore PROF.SSA MARA LOMBARDI **Co-tutor:** ING. DAVIDE BERARDI, ING. LUCA STANTERO

Argomento della ricerca: Soluzioni di sicurezza per Smart tunnel: green island, dispositivi tecnici e sistemi tecnologici per gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

DOTTORATO PON

SEZIONE A
Ricerca di Dottorato
(massimo 5 pagine)

1 – Aggiornamento del programma logico e cronologico delle attività (*Precisazione del tema prescelto per la Tesi finale; inquadramento delle attività già svolte e da compiere nell'ultimo anno, con aggiornamento delle previsioni su obiettivi e metodologia; cronoprogramma*).

Il documento presenta la disamina delle attività di ricerca, formazione e approfondimento svolte durante il secondo anno di Dottorato. Il progetto di ricerca qui proposto si inserisce nell'ambito delle attività per il miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali, in particolare per le gallerie. Le gallerie costituiscono elementi singolari di un tracciato stradale, con carattere strategico dal punto di vista socio economico e di particolare rilievo dal punto di vista progettuale, con significative implicazioni sulla sicurezza infrastrutturale e degli utenti. Possono essere sede dei cosiddetti eventi critici, tra cui gli eventi d'incendio, per i quali l'ambiente confinato della galleria determina per gli utenti rischi aggiuntivi rispetto a quelli connessi alla circolazione stradale nelle tratte a cielo aperto. La valutazione di tali rischi aggiuntivi costituisce l'obiettivo dell'analisi di rischio quantitativa ai sensi del D.Lgs 264/2006, attuazione della Direttiva CE n. 2004/54 in materia di sicurezza per le gallerie della Rete Stradale Trans-europea. L'ambiente confinato della galleria funge da modulatore della pericolosità dell'incendio e dei principali agenti del pericolo, in termini, ad esempio, di tossicità dei fumi. La rilevante presenza sul territorio nazionale di queste componenti infrastrutturali pone, quindi, il problema di garantire un adeguato livello di sicurezza per tutti gli utenti. Il rischio ritenuto accettabile dipende dal contesto sociale, economico e tecnologico di un paese. Dunque da come si evince dal titolo della tesi finale l'obiettivo è quello di inserire tecnologie e tecniche smart e green nelle gallerie, valutando l'impatto (negativo e positivo) di quest'ultime sul rischio residuo calcolato secondo l'analisi di rischio. Con il presente progetto di ricerca si vuole mettere in evidenza l'importanza della metodologia di analisi di rischio quale strumento di supporto per la scelta di soluzioni progettuali più adeguate al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza nelle gallerie stradali. Le condizioni di sicurezza in fase progettuale mirano al raggiungimento di un obiettivo statico (probabilizzato), basato sull'ottemperanza ad un criterio di accettabilità (nel caso della direttiva europea, il criterio ALARP) del rischio residuo. Nel caso della verifica delle

condizioni di sicurezza in esercizio è fondamentale il monitoraggio dell'infrastruttura per l'acquisizione di dati (tempo dipendenti) che obbligano ad una costante rivalutazione del rischio residuo (anch'esso tempo dipendente) per la gestione delle condizioni di congruenza con gli obiettivi di sicurezza. Difatti, la gestione della resilienza dell'infrastruttura si esplica nella necessità di monitoraggio e gestione in condizioni ordinarie, emergenza e nel post – emergenza. Dunque, l'innovazione risiede in questa fase della verifica di sicurezza nell'introduzione di una procedura Decision Support System for Safety and Sustainability of Tunnels (DS4T) basata sul calcolo del rischio in tempo reale e sull'analisi previsionale dei consumi energetici sia in esercizio che in emergenza per le condizioni ottimali di gestione. Il lavoro di ricerca è strutturato in tre fasi corrispondenti ai tre anni di Dottorato. La prima fase, con carattere formativo e di indirizzo, ha compreso la ricerca e l'approfondimento della letteratura tecnico - scientifica selezionata inerente le materie oggetto di interesse. Nel corso del secondo anno sono stati messi a punto gli strumenti concettuali e operativi per la costruzione del modello teorico e l'inquadramento del caso di studio test per la sperimentazione. Il terzo anno sarà volto ad effettuare la sperimentazione in situ, taratura dei modelli e proseguo di algoritmo per lo sviluppo del sistema di supporto alle decisioni a supporto dell'analisi di rischio real time. Per fornire il necessario supporto di capacità di calcolo e simulazione al programma di ricerca sono stati individuati i seguenti software: FDS e EVAC elaborato e reso gratuitamente disponibile dal National Institute of Standards and Technology (NIST), per le simulazioni termofluidodinamiche degli scenari incidentali e di esodo; Pathfinder rilasciato dalla Thunderhead Engineering che consente di approfondire le condizioni di esodo e di effettuare una cross-validazione dei risultati forniti. Inoltre, si prevede l'applicazione delle tecniche di Machine Learning per l'analisi dei dati di incidentalità, composizione e volume di traffico, dati di guasto e affidabilità dei sistemi di protezione per risolvere il modello di analisi di rischio e restituire i risultati comparativi in termini di indicatori quantitativi.

2 – Attività di ricerca realizzata nei primi due anni (*identificazione e documentazione delle attività di: raccolta dati, sviluppo modelli, calibrazione, validazione delle procedure, eventuali criteri di autoverifica, etc.*).

Durante il primo anno di dottorato, mi sono concentrata sulla ricerca bibliografica che ha portato alla pubblicazione di due recensioni (vedi Articoli n.2 e n.3 nella sezione delle informazioni) su riviste scientifiche con un impact factor e indicizzate su Scopus. La ricerca bibliografica ha analizzato il concetto centrale della mia ricerca di dottorato, il "GREEN TUNNEL" (*Green Tunnel Solutions: An Overview of Sustainability Trends in the Last Decade (2013–2022)*). Questo concetto è emerso dall'obiettivo di sviluppo sostenibile di ridurre i consumi energetici e di utilizzare fonti rinnovabili, considerando temi come l'uso di pannelli fotovoltaici, l'ottimizzazione dei sistemi in base alle esigenze specifiche di ogni infrastruttura tunnel e l'adozione di moderne tecnologie per ridurre gli sprechi di risorse. Un punto chiave per una progettazione sostenibile è il consumo di energia dei sistemi di sicurezza, che includono la ventilazione dei tunnel, la gestione del traffico, l'illuminazione e le comunicazioni. Questo richiede un nuovo concetto di "SMART TUNNEL" (*A Critical Review of Fire Tests and Safety Systems in Road Tunnels: Limitations and Open Points*) all'interno di un approccio completo volto a risolvere le sfide legate alla sicurezza e ai consumi energetici. e misure di sicurezza che mitigano i danni consentono ai servizi di soccorso esterni di intervenire in modo più efficace in caso di eventi pericolosi come incendi. Di conseguenza, c'è la necessità di integrare i sistemi di sicurezza necessari per favorire l'autosoccorso in caso di incendio (ventilazione, comunicazione, spegnimento automatico, illuminazione di emergenza) con l'uso di energie rinnovabili al fine di aumentare l'affidabilità del sistema. Questa combinazione di energia "green" e innovazione tecnologica mira a ottimizzare i progetti migliorandone il rapporto costo/beneficio o ottenendo esenzioni da requisiti normativi che potrebbero non essere adatti al contesto reale delle opere. L'obiettivo finale è realizzare impianti e sistemi affidabili, la cui performance sia valutata nell'analisi di rischio real time.

Durante il corso del secondo anno, ho sviluppato un modello chiamato "Decision Support System for Safety and Sustainability" (DS4T), che consente l'integrazione dei sistemi nell'infrastruttura tunnel. Il sistema tunnel è suddiviso in diversi livelli: il primo è il livello fisico, che include l'infrastruttura stessa e i sistemi necessari come la ventilazione, l'estinzione dell'incendio e l'illuminazione; il secondo è il livello di produzione energetica, in cui vengono utilizzate fonti rinnovabili (solare, eolico, geotermico) per garantire la sostenibilità; il terzo livello riguarda lo stoccaggio dell'energia attraverso l'uso di batterie e la connessione alla rete elettrica. Tutti questi livelli sono interconnessi e supportati da un sistema di gestione basato su un approccio probabilistico Bayesiano per supportare le decisioni (DS4T). Il compito principale del DS4T è monitorare le condizioni dell'infrastruttura e la domanda energetica, interfacciarsi con la produzione di energia sostenibile e, se necessario, attivare il livello di stoccaggio energetico. Le decisioni vengono prese utilizzando tecniche probabilistiche combinate con l'apprendimento automatico, basandosi sul livello di rischio e sul consumo energetico associati a scenari possibili. Ad esempio, la scelta della direzione di ventilazione del tunnel si basa sul rischio associato alle condizioni locali come il meteo, il traffico e lo stato dei sistemi di sicurezza, nonché sul consumo energetico previsto in base alle condizioni locali e alla disponibilità di energia autoprodotta. Il sistema DS4T ha come priorità la sicurezza degli utenti, garantendo sempre un livello di rischio accettabile e attivando funzioni di risparmio energetico solo quando è possibile farlo senza compromettere la sicurezza.

3 – Esame delle problematiche emerse e degli aspetti critici *(breve discussione degli elementi caratterizzanti il lavoro compiuto, con particolare attenzione agli aspetti più critici ed alle difficoltà emerse, con indicazione delle soluzioni individuate o delle alternative praticabili per la prosecuzione delle attività).*

Nel corso del lavoro di ricerca è evidente che si incontrano problematiche organizzative e aspetti critici rispetto alle possibilità di effettuare prove in scala reale in una galleria stradale. Il caso di studio, riconfermato dagli accordi per la sperimentazione rende possibile effettuare i test a scala reale nel corso del terzo anno. Inoltre, una parte di calibrazione e validazione del modello si svilupperà in collaborazione con la DTU Technical University of Denmark.

Inoltre, l'integrazione di diverse tecnologie e fonti di energia rinnovabile nell'infrastruttura tunnel può comportare sfide complesse legate alla compatibilità, all'efficienza e alla gestione di queste risorse. Per ultimo, implementare un sistema complesso come quello descritto richiederebbe notevoli risorse finanziarie e umane. Quindi per adesso, la ricerca restituirà un modello che dovrà essere esteso e generalizzato alla totalità delle infrastrutture.

4 – Potenzialità di conseguire un “impatto” scientifico significativo *(giudizio critico sulla efficacia ed originalità che la ricerca, al termine del Dottorato, potrà dispiegare, in relazione al quadro scientifico di riferimento e all'evoluzione delle conoscenze in corso in ambito nazionale ed internazionale).*

Il contributo originale della ricerca proposta riguarda la crescente domanda di sicurezza nei sistemi di trasporto sotterranei, che cresce parallelamente all'aumento dei volumi di passeggeri e merci trainati dalla crescita economica delle nazioni. L'aumento del traffico e le caratteristiche dei materiali trasportati richiedono la costruzione di infrastrutture capaci di affrontare i potenziali pericoli dell'ambiente sotterraneo. Le infrastrutture esistenti richiedono anche interventi di adeguamento per renderle compatibili con gli obiettivi operativi di sicurezza legati alle previsioni di traffico per le future decadi. I test a fuoco nelle gallerie stradali rappresentano uno strumento innovativo ed essenziale per la progettazione di misure di sicurezza. Questi test forniscono preziose informazioni sul comportamento del fuoco nell'ambiente galleria e consentono la valutazione di varie tecniche di spegnimento e mitigazione dell'incendio. Sottoponendo scenari simulati a condizioni controllate di incendio si possono valutare l'efficacia e l'affidabilità dei sistemi di protezione antincendio, delle strategie di ventilazione e delle procedure di evacuazione. I dati

ottenuti dalle prove a fuoco contribuiscono allo sviluppo e all'ottimizzazione delle misure di sicurezza specifiche per gli ambienti tunnel, considerando fattori come il tasso di rilascio di calore, la produzione di fumo e il comportamento dei materiali strutturali in condizioni di incendio. Questo approccio innovativo consente di prendere decisioni basate su prove nella progettazione della sicurezza nelle gallerie, garantendo il massimo livello di protezione per gli utenti e agevolando protocolli di risposta alle emergenze efficienti. Continuando a migliorare e perfezionare le metodologie delle prove a fuoco e della progettazione basata sul rischio, possiamo migliorare gli standard di sicurezza complessivi e la resilienza dei tunnel stradali, garantendo in ultima analisi la protezione delle vite e delle infrastrutture. Oggi, come sottolineato con la Direttiva Europea 2022/2557, la protezione delle infrastrutture critiche ha suscitato l'interesse della comunità scientifica riguardo alla protezione di queste ultime. Il contributo innovativo del progetto risiede nella possibilità di effettuare test in scala reale che consentono la verifica sul campo delle richieste normative europee e italiane, contribuendo quindi alla verifica degli standard tecnici e delle loro applicazioni al fine di perseguire gli obiettivi di sicurezza. Inoltre, la possibilità di integrare nuove tecnologie smart e green e di poter rendere l'approccio dell'analisi di rischio *real time* nel tempo per la garanzia delle condizioni di sicurezza non solo in fase di progettazione ,ma anche in fase di esercizio dell'infrastruttura.

5 – Schema di impostazione della Tesi finale di Dottorato e programmazione delle attività di completamento.

Di seguito si riporta un indice sintetico ed indicativo della Tesi di Dottorato:

ABSTRACT – Italian	
ABSTRACT – English	
PREAMBLE	
INTRODUCTION	
<i>The aim of research</i>	
<i>Significance of Research</i>	
<i>Structure of Thesis</i>	
SECTION I - Risk Based Design	
<i>Chapter 1. The concept of risk</i>	
<i>1.1 Background Analysis: Major Accidents in Road Tunnels</i>	
<i>Chapter 2. Risk Analysis in Road Tunnel: Law requirements</i>	
<i>2.1 European Directive of 2004/54</i>	
<i>2.2 Italian Legislative Decree of 264/2006</i>	
<i>2.3 Risk Acceptability Criteria</i>	
<i>2.4 Risk Analysis rules in European Countries</i>	
<i>Chapter 3. Risk Analysis: Fundamentals and Scientific basics</i>	
<i>3.1 Bow tie model</i>	

5	Applicazione del codice FDS per simulazione di curve di rilascio termico (HRR) confrontate con le prove sperimentali FIRE TEST galleria stradale VERTA - OMEGNA	X	X										
6	FIRE TEST galleria Verta Omegna in collaborazione con ANAS E SIA: prove in situ e successiva elaborazione dei dati ottenuti	X	X	X	X								
7	Applicazione delle tecniche di Machine Learning and Deep Learning per l'analisi dei dati di incidentalità, composizione e volume di traffico, dati di guasto e affidabilità dei sistemi di sicurezza			X	X	X	X						
8	Studio efficienza energetica e green solutions (fotovoltaico ed eolico) per dispositivi della galleria			X	X	X	X						
9	Implementazione algoritmo per utilizzo di un grande volume di dati ottenuti da sensoristica (collaborazione con SIA)				X	X	X						
10	Analisi di rischio real-time applicato al caso di studio				X	X	X						
11	Progettazione di soluzioni green per gallerie stradali: integrazione dei risultati ottenuti e costruzione di un modello applicabile a tutte le infrastrutture galleria					X	X	X					
12	Pubblicazioni riguardanti tema di ricerca	X	X	X	X								
13	Stesura tesi di dottorato e pubblicazioni scientifiche riguardanti il tema di ricerca e risultati ottenuti				X	X	X	X	X				

SEZIONE B

Attività di collaborazione e supporto; formazione ed acquisizione di capacità evolute

1 – Partecipazione alle attività di didattica presso la struttura di afferenza (*attività seminariale, supporto alla didattica frontale, preparazione di materiale didattico, collaborazione per ricevimento studenti, collaborazione allo svolgimento di tesi di laurea e stages*).

Partecipazione e supporto attività didattica nel corso Rischio e Resilienza Territoriale, tenuto dalla Professoressa Mara Lombardi: esercitazioni software FDS e modellazione esodo con i gruppi di discenti e aiuto preparazione elaborato finale per esame;

- Partecipazione alla didattica per il progetto PCTO “Rendi la tua città sostenibile” 2022-2023, aperto a studenti delle scuole superiori;

- Supporto attività didattica nei corsi di perfezionamento in sicurezza sul lavoro A.A. 2022 - 2023: Corso di Specializzazione per Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) ai

sensi dell'art. 32 del D.Lgs 81/08 e s.m.i (24 ore); Corso per Coordinatori della Sicurezza in fase di Progettazione e di Esecuzione ai sensi dell'art.98 del D.Lgs 81/08 e s.m.i. (120 ore);

-Correlatrice di Laurea Magistrale nel Corso di Laurea in Ingegneria della Sicurezza e Protezione Civile dal titolo:

-Risk Based design for Smart tunnel, Laureanda (Gennaio 2023): Elisabetta Calmanti;

-Sicurezza nelle gallerie stradali: l'effetto della pavimentazione sulle caratteristiche dell'incendio, Laureanda (Gennaio 2023): Cinzia Caino;

-Scenari di rischio indotti da nuovi sistemi di alimentazione dei treni. Case study: linea Sulmona-Carpinone, Laureando(luglio 2023): Francesco Ullo

-Rischio Incendio Boschivo: verifica in back analysis degli inneschi e della propagazione con riferimento al Caso di Studio della Riserva Naturale di Monte Catillo, Laureando(luglio 2023): Matteo Cacioni;

-Analisi degli incendi di stabilimento di trattamento dei rifiuti solidi urbani in Italia e in Europa dal 2017 al 2022, Laureando (ottobre 2023): Luca bonello;

-Sicurezza in cantiere: la galleria tramezzina, Laureando (ottobre 2023): Sergio Aureli;

-Analisi di rischio real time per le gallerie stradali: Sviluppo di un tool per la stima delle probabilità degli eventi incidentali, Laureando (ottobre 2023): Mauro Botrugno;

-Vincitrice al Bando di concorso mediante valutazione comparativa borse di tutorato per l' a.a. 2022/2023: tutor Risk and Territorial Resilience (ING/IND 28).

-Vincitrice al Bando di concorso mediante valutazione comparativa borse di tutorato per l' a.a. 2022/2023: tutor Sustainable Use of Underground Resources (ING/IND 30).

-Vincitrice al Bando di concorso mediante valutazione comparativa progetto "Orientamento Next Generation – Università del Lazio – Sapienza", finanziato dal Piano di Ripresa e Resilienza - PNRR;

Attività di collaborazione con il gruppo di ricerca :

- Simulazioni Termofluidodinamiche Dimensionamento del focolaio d'incendio per la prova a fuoco, impianto water mist, Galleria Borghese Roma, Tema Sistemi s.r.l.;

-Analisi di rischio del Nodo di torino;

2 – Attività di formazione (*soggiorni presso strutture di didattica e ricerca in Italia e all'estero, corsi curricolari o speciali frequentati, partecipazione a seminari, convegni, workshop, etc.*).

-Partecipazione concorso Nazionale PIARC, *Le Strade del Futuro - Immagina la tua strada, 2023 con elaborato dal titolo "Decision Support System for Safety and Sustainability of Tunnels (DS4T)";*

-Seminario: Il ruolo del RSPP nelle organizzazioni, 4 Maggio 2023, Prof. Ferraro, Prof.ssa Mara Lombardi;

-Seminario: Monitoraggio delle opere geotecniche, 11 Maggio 2023, Prof. Francesco Russo;

- Giornata di studio Dall'emergenza al metodo: protezione civile e sicurezza,Centro Studi Città di Foligno, 18 Maggio 2023.

- Seminario: PIARC, le strade del Futuro, 24 Maggio 2023;
 - Seminario: Life Cycle Analysis in tunnelling activities, 13, Giugno 2023;
 - Seminario: Fire Safety Engineering Principles, 21 Giugno 2023, Prof. Lars Schiøtt Sørensen, Sapienza, aula 34;
 - Giornata di Studio CEI Roma, 22 giugno 2023, Sicurezza Nelle Gallerie Stradali;
 - Seminario: Passive and Active Fire Protection, 23 Giugno 2023, Prof. Lars Schiøtt Sørensen, Sapienza, aula 34;
 - Seminario: WebGIS Platform Presentation, Gentile Guido, 25 Giugno, Lab Trasporti;
 - Convegno - "Un Nuovo Strumento Per La Valutazione Preventiva Del Rischio Chimico Nell'impiego Dei Pesticidi In Agricoltura: L'applicativo Informatizzato Pestirisk", Prof.ssa Mara Lombardi, 27 Settembre 2023;
 - Conseguimento attestato in corso base di specializzazione in prevenzione incendi (data presunta 27 ottobre 2023)
- Corso Tunnel Fire Dynamics, Prof. Haukur Ingason, inizio 10 Ottobre 2023, Lund, termine 19 Gennaio 2023,Lund. ECTS: 7,5.
- seminario 1: Introduction to basic fire dynamics in underground structures: Fire development in vehicles, fire growth rates, fuel and ventilation control (chapters 2, 4 and 5), 10th of Oct, Time 13.15- 17.00 (Haukur Ingason)
 - seminario 2: Environmental effects of fires in underground structures (combustion products, gas temperature, flame lengths), (Chapters 7, 8 and 9), 11th of Oct, Time 8.15-12.00 (Haukur Ingason)
 - accordo per Soggiorno estero come guest PHD presso DTU Technical University of Denmark dal 1° novembre 2023 al 31 Gennaio 2024 , tutor estero: Prof. Lars Schiøtt Sørensen.
 - Seminario: Introduzione all'uso della statistica per quantificare la sismicità di un territorio e di un sito. 17- 18 Ottobre.
- 3 – Collaborazione a studi, ricerche, programmi strutturati** (*contributi in PRIN, ricerche di Facoltà e di Ateneo, convenzioni, etc., con inquadramento del programma e specificazione dell'attività prestata*).
- Partecipazione al gruppo di ricerca FOREST FIRE;
 - Partecipazione al gruppo di ricerca PNRR – RETURN – SPOKE 6 – TS2 Multi Risk Resilience of Critical Infrastructures.
 - Partecipazione alla commissione Comunicazione e valorizzazione, piano strategico DICEA 2023 - 2025.

SEZIONE C

Informazioni

(Tale sezione contiene le informazioni richieste alla fine ogni anno dall'Ufficio Dottorati)

- 1) Titolare di borsa erogata dalla Sapienza - Università di Roma..... SI
- 2) Nazionalità ...ITALIANA.....

- 3) Dottorato in cotutela NO
(se si indicare il cotutore.....)
- 4) Dottorato con doppio titoloNO
- 5) Borsa con finanziamento esterno NO
- 6) Università di provenienza ...SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA.....
- 7) Numero di mensilità di ricerca spese in una struttura di ricerca estera0.....
- 8) Finanziamenti all'interno di reti internazionali di formazione alla ricerca .. NO
- 9) Pubblicazioni e altri prodotti degli ultimi 3 anni

Per le aree bibliometriche. Articoli pubblicati su riviste peer-reviewed internazionali (ed eventualmente proceedings per le aree che accettano) con impact factor (indicizzate WoS) o indicizzate Scopus.

1. Berardi, D.; Galuppi, M.; Libertà, A.; Lombardi, M. Geostatistical Modeling of Wildfire Occurrence Probability: The Case Study of Monte Catillo Natural Reserve in Italy., Fire, 2023. (under review)

2. Berardi, D.; Galuppi, M.; Lombardi, M. Experimental Study on the Effectiveness of Water Mist Extinguishing Systems for Protecting Paintings in Art Gallery Museums: Developing an Initial Methodological Model. Buildings 2023, 13, 1806. <https://doi.org/10.3390/buildings13071806>

3. Lombardi, M.; Berardi, D.; Galuppi, M. A Critical Review of Fire Tests and Safety Systems in Road Tunnels: Limitations and Open Points. Fire 2023, 6, 213. <https://doi.org/10.3390/fire6050213>.

4. Lombardi, M.; Berardi, D.; Galuppi, M.; Barbieri, M. Green Tunnel Solutions: An Overview of Sustainability Trends in the Last Decade (2013–2022). Buildings 2023, 13, 392. <https://doi.org/10.3390/buildings13020392>

5. Lombardi, M.; Mauro, F.; Berardi, D.; Galuppi, M. Occupational Road Safety Management: A Preliminary Insight for a Landfill Remediation Site. Buildings 2023, 13, 1238. <https://doi.org/10.3390/buildings13051238>

6. Guarascio, M.; Berardi, B.; Alakbarli, E.; Galuppi, M.; Lombardi, M. Road tunnel risk-based safety design methodology by GU@LARP Quantum risk model, 2022, SAFERISK2022.

Per le aree non bibliometriche. Prodotti editoriali pubblicati dai dottorandi come Monografie dotate di ISBN e/o pubblicazioni in riviste di fascia A (o prodotti editoriali equivalenti ammessi dalla VQR).

- Lombardi, M.; Berardi, D.; Stantero, L.; Galuppi, M. Real Time dynamic quantitative risk analysis approach for smart tunnel, 2022, 5th European international conference on industrial engineering and operations management.

- Lombardi, M.; Berardi, D., Galuppi M. Sorensen S.L., Investigation of Fire Safety Facades: A Comparative Analysis between Italy and Denmark (abstract per 4th international Symposium of Fire Safety Facades), Lund 2024.