SecurDomino

Co-funded by
the European Union

LIFE SECURDOMINO

Seveso sites: assessment of integrated safety-security hazards and risks and related domino effects

LAYMAN'S REPORT

- VERSIONE ITALIANA -

www.securdomino.eu

Il programma LIFE

Lo strumento finanziario per l'ambiente (LIFE), nato nel 1992, sostiene azioni dimostrative, buone pratiche, coordinamento, supporto, "capacity building" e progetti di governance. Include progetti integrati strategici e progetti strategici per la natura, che supportano l'attuazione di piani ambientali e climatici, nonché programmi e strategie sviluppati a livello regionale, multi-regionale o nazionale.
Il programma LIFE mira a:

- facilitare la transizione verso un'economia sostenibile, circolare, efficiente sotto il profilo energetico, basata su energie rinnovabili, climaticamente neutra e resiliente
- proteggere, ripristinare e migliorare la qualità dell'ambiente, compresi aria, acqua e suolo
- arrestare e invertire la perdita di biodiversità
- contrastare il degrado degli ecosistemi

Il bilancio del programma LIFE 2014-2020, pari a 3,4 miliardi di euro, è stato suddiviso in due sottoprogrammi: uno per l'ambiente (75% del totale) e uno per l'azione climatica (25%). Fonte: https://cinea.ec.europa.eu

https://www.linkedin.com/company/securdomino

https://www.facebook.com/securdomino

Contatti

Dr. Gabriele Landucci

Professore Associato
Dipartimento di
Ingegneria Civile e
Industriale
dell'Università di Pisa
Largo Lucio Lazzarino 1, 56122
Pisa, Italia
Email: gabriele.landucci@unipi.it
Tel: +39 0502217907

Panoramica LIFE SECURDOMINO

Seveso sites: assessment of integrated safety-security hazards and risks and related domino effects

LIFE20 ENV/IT/000436

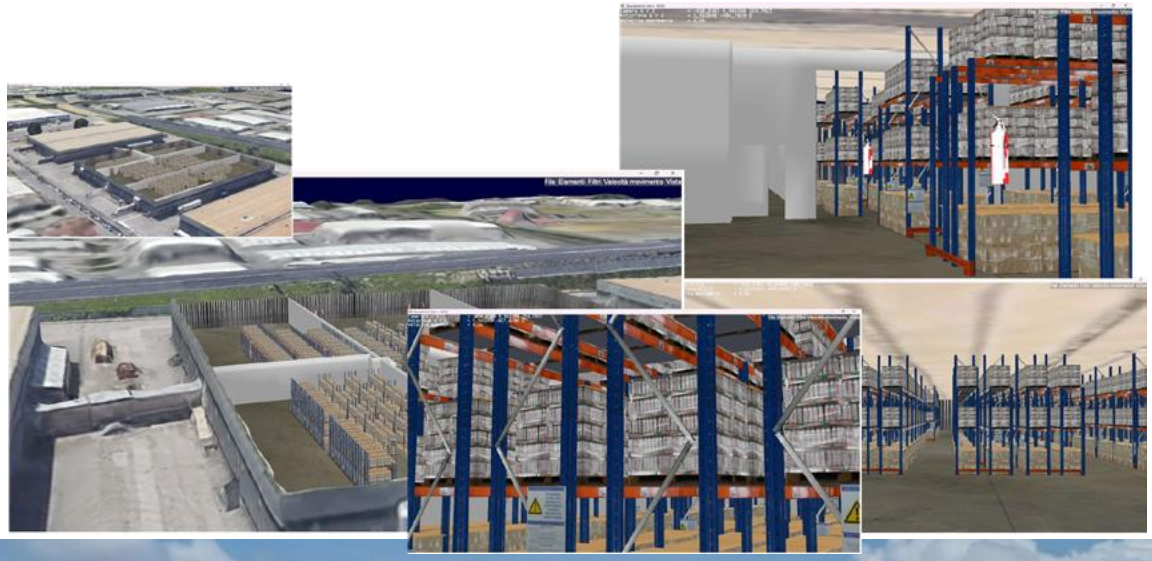
WEBSITE: www.securdomino.eu

DURATA: Inizio: 01/10/2021
fine: 30/09/2025

BUDGET: Budget totale: 1,586,206€
Contributo UE: 834,681€

Siti Seveso: valutazione integrata dei pericoli e dei rischi di safety-security e relativi effetti domino

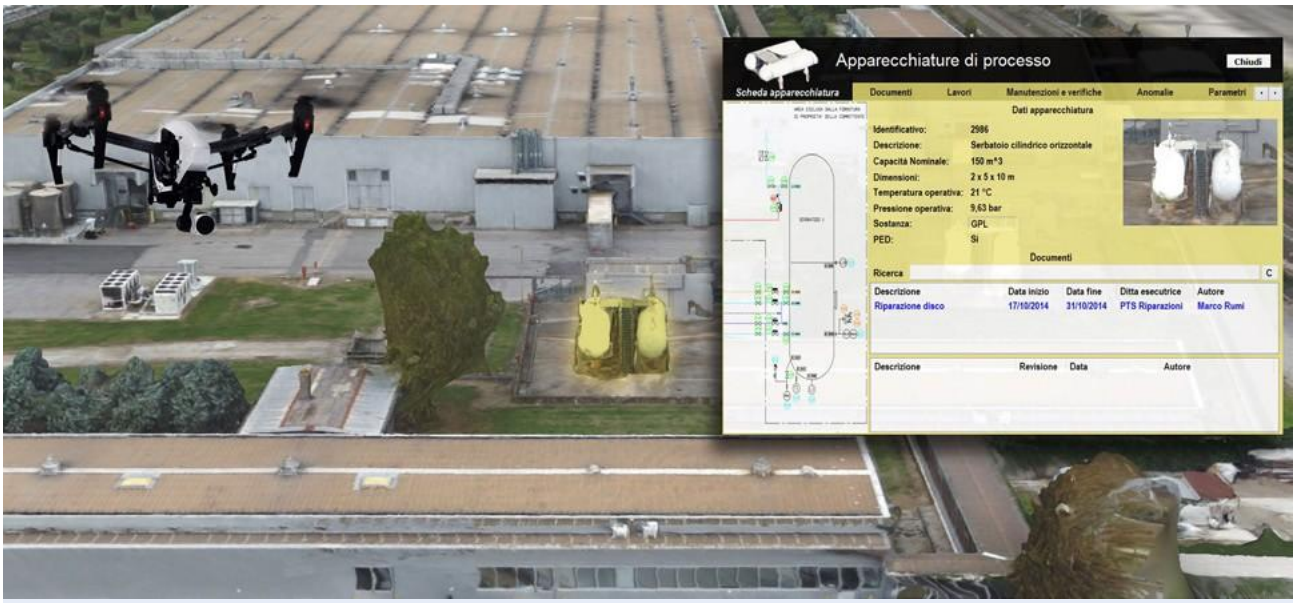
Gli impianti chimici e di processo, le infrastrutture energetiche, le installazioni petrolifere e del gas e gli impianti industriali sono potenziali bersagli di attacchi fisici e informatici. Questi attacchi possono innescare effetti domino a cascata, come il rilascio nell'ambiente di sostanze infiammabili, esplosive, tossiche o nocive, oltre a causare incidenti in altre aree dell'impianto non direttamente colpite in un primo momento.
Le minacce legate alla sicurezza possono interessare coste, fiumi, laghi e aree densamente popolate su scala regionale e nazionale. Il sistema europeo di segnalazione degli incidenti rilevanti (EU MARS - Major Accident Reporting System) ha registrato 557 incidenti nell'UE tra il 1990 e il 2020; 23 di questi hanno generato effetti domino, provocando danni per 1,1 miliardi di euro e danni ambientali per 3,2 milioni di euro.
Il Programma Europeo per la Protezione delle Infrastrutture Critiche promuove la prevenzione, la preparazione e la risposta agli attacchi terroristici contro le infrastrutture energetiche e di trasporto. La Direttiva Seveso III (2012/18/UE) richiede una valutazione degli effetti domino con un focus sugli aspetti di sicurezza.
LIFE SECURDOMINO innova e migliora le pratiche di ispezione degli impianti, consentendo un monitoraggio ottimizzato degli aspetti Safety/Security nei siti Seveso e ottenendo, di conseguenza, benefici significativi per l'ambiente e per la popolazione.



Azioni principali:

Sviluppo di uno strumento software che supporti le industrie e altri impianti soggetti agli obblighi della Direttiva Seveso III nella valutazione integrata dei pericoli e dei rischi safety/security e dei relativi effetti domino:

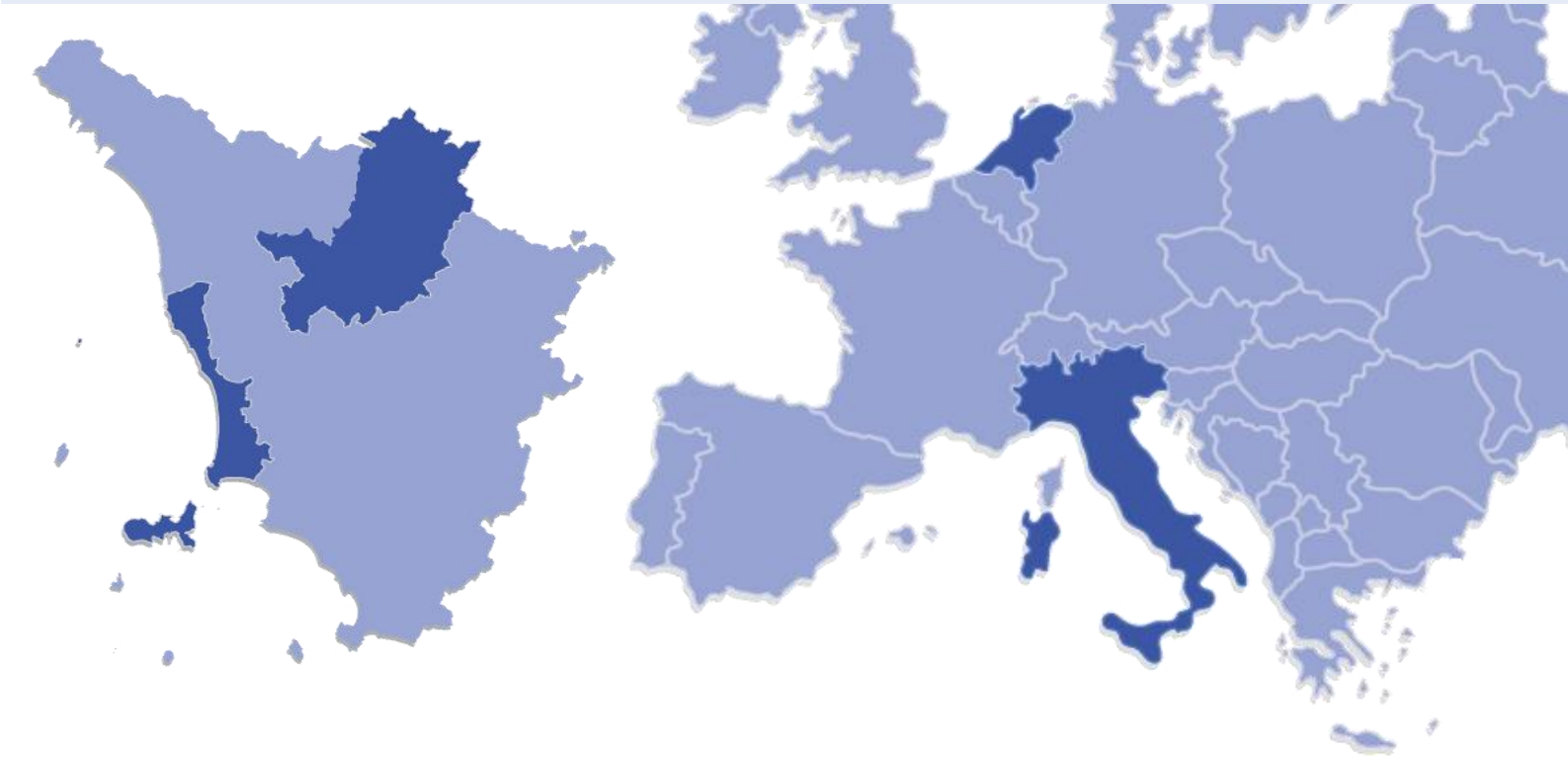
•analisi tridimensionale (3D) degli impianti di processo per migliorare la visualizzazione e il monitoraggio
•connessione in tempo reale (RT) dei parametri di input per valutare lo stato di rischio



Lo strumento consiste in: a) ispezione dell'impianto tramite drone con fotogrammetria aerea; b) ricostruzione 3D dell'impianto su un'interfaccia grafica; c) associazione di dati in tempo reale (condizioni di processo, attività di manutenzione, allarmi, ecc.) e documentazione (certificati, permessi di lavoro) a ciascun elemento mappato; d) valutazione di probabilità e conseguenze di incidenti, basata su dati in tempo reale e/o input dell'utente; e) valutazione dei pericoli e dei rischi e visualizzazione degli effetti domino conseguenti a eventi di safety/security; f) mappatura in tempo reale delle barriere e delle loro prestazioni a supporto della risposta in emergenza.

Lo strumento è stato testato in parallelo in 3 siti industriali dimostrativi (DEMO):
•DEMO1 - Costieri D'Alesio (Livorno, Italia)
•DEMO2 - Bolton Group (Manetti & Roberts) (Calenzano, Italia)
•DEMO3 - Wilhelmsen Ships Service (Rotterdam, Paesi Bassi)

Miglioramento degli aspetti safety-security: la vulnerabilità e il rischio nei siti dimostrativi sono stati ridotti grazie all'applicazione dello strumento, migliorando così lo stato di sicurezza.
I benefici ambientali sono stati quantificati tramite specifici indicatori chiave di prestazione (KPI).



Partner

Il Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa (DICI – UNIPI) coordina il progetto e si occupa dello sviluppo di modelli specifici per la valutazione 3D in tempo reale delle minacce integrate safety-security nei siti Seveso.
DataCH Technologies (DataCH) progetta e realizza sistemi informatici modulari, specializzandosi nello sviluppo di software per la gestione della sicurezza in ambito portuale e industriale.
L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) è l'autorità pubblica regionale responsabile dell'attuazione della Direttiva Seveso in Toscana, partecipando al rilascio delle autorizzazioni e all'ispezione di tutti i siti Seveso regionali.
L'Institute of Security and Global Affairs dell'Università di Leiden è un istituto scientifico specializzato in security e gestione delle crisi.
Crisisplan B.V. è un'organizzazione olandese (PMI) composta da professionisti specializzati nella gestione delle crisi, con il compito di supportare la replica del progetto nei Paesi Bassi.

Obbiettivi del progetto

- Sviluppo dello strumento software per la valutazione integrata dei pericoli e dei rischi safety-security e dei relativi effetti domino nei siti Seveso. I modelli e i dati sulle prestazioni delle barriere implementati nello strumento sono stati resi disponibili in un repository open source. Lo strumento è destinato all'uso da parte di aziende, consulenti e autorità competenti coinvolte nella valutazione, nel controllo e nella gestione degli incidenti rilevanti, in particolare nei casi che coinvolgono scenari di safety e security.
- Dimostrazione dello strumento in 3 siti industriali DEMO:

•DEMO1 - Costieri D'Alesio S.p.A. (Livorno, IT): deposito di carburanti che immagazzina e gestisce grandi quantità di prodotti finiti (benzina, diesel, olio combustibile, ecc.)

•DEMO2 - Bolton Group (Manetti & Roberts) (Calenzano, IT): impianto del settore cosmetico e della cura della persona, con attività di produzione e confezionamento

•DEMO3 - Wilhelmsen Ships Service (Rotterdam, NL): struttura che immagazzina e distribuisce prodotti chimici e marini a clienti olandesi e a sedi internazionali del gruppo Wilhelmsen

I tre siti differiscono per capacità, materiali e localizzazione, permettendo di testare tutte le possibili applicazioni dello strumento nei diversi Stati Membri UE, generando dati utili per l'implementazione della Direttiva Seveso e delle norme sulla protezione ambientale.

Ulteriori obiettivi del progetto:

•Migliorare lo stato safety-security dei siti dimostrativi tramite l'applicazione dello strumento

•Ridurre i tempi e le risorse necessarie per pianificare ispezioni e monitoraggi delle barriere safety-security

•Aumentare la consapevolezza tra regolatori, autorità competenti, responsabili industriali e consulenti riguardo la prevenzione e mitigazione degli effetti domino causati da atti esterni di interferenza, integrando safety/security nella gestione dell'impianto

•Porre le basi per la replicazione dello strumento nei 53 siti Seveso della Toscana (IT) e in 197 siti di Noord-Brabant e Zuid-Holland (NL)

•Estendere l'uso dello strumento ad altri siti non-Seveso, come impianti manifatturieri, di trasformazione alimentare e di trattamento delle acque

Reliability Engineering and System Safety 248 (2024) 109908

Contents lists available at ScienceDirect

Reliability Engineering and System Safety

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ress

Development of fragility models for process equipment affected by physical security attacks

Giulia Marroni [a], Leonardo Casini [a], Andrea Bartolucci [b], Sanneke Kuipers [b], Valeria Casson Moreno [a], Gabriele Landucci [a,*]

[a] Department of Civil and Industrial Engineering – University of Pisa, Largo Lucio Lazzarino n.2, 56126 Pisa, Italy
[b] Institute of Security and Global Affairs, Faculty of Governance and Global Affairs, Leiden University, Wijnhaven, Turfmarkt 99, 2511 DP, Den Haag, the Netherlands

ARTICLE INFO

Keywords:
Security Vulnerability Assessment
Bayesian Networks
Fragility models
Major accident hazard
Security management
Physical Protection Systems

ABSTRACT

The vulnerability of chemical and process facilities toward physical security attacks depends on the equipment resistance against such attacks and on the performance of Physical Protection Systems (PPS) in place. To enhance the protection against intentional attacks, the development of quantitative vulnerability metrics is essential, nevertheless current standard approaches only offer qualitative or semi-quantitative evaluations. The aim of the present work is to develop a quantitative methodology for the assessment of chemical and process facilities vulnerability towards external acts of interference. The proposed methodology is based both on the evaluation of equipment structural integrity in response to different types of specific impact vectors characterizing intentional attacks and on the quantitative performance assessment of related PPS. In particular, specific fragility models were developed for impact vectors associated with improvised explosive devices, firearms, and secondary weapons. The overall fragility models were implemented as a comprehensive security vulnerability assessment (SVA) based on Bayesian Networks, in which the contribution of PPS performance was also considered. A case study was defined and analyzed to exemplify the application of the proposed approach. The results obtained allowed the identification of the most critical security-related escalation scenarios and thus for an improved quantitative SVA.

Reliability Engineering and System Safety 228 (2022) 108762

Contents lists available at ScienceDirect

Reliability Engineering and System Safety

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ress

Probabilistic assessment aimed at the evaluation of escalating scenarios in process facilities combining safety and security barriers

Valeria Casson Moreno [a], Giulia Marroni [b], Gabriele Landucci [b,*]

[a] Laboratory of Industrial Safety and Environmental Sustainability - DICAM, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, via Terracini n. 28, Bologna 40131, Italy
[b] Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale, Università di Pisa, Largo Lucio Lazzarino 1, Pisa 56126, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:
Physical protection system
Safety barriers
Security vulnerability assessment
Event tree analysis
Domino effect

ABSTRACT

Over the last twenty years, physical security threats to chemical and process facilities became more and more relevant all around the world. Intentional attacks have the potential to trigger severe escalation scenarios. However, in literature there is not a comprehensive and consolidated approach to account for the effect of physical protection systems (PPSs) in the framework of conventional process safety analysis and to consider their contribution with the prevention and mitigation actions of safety barriers. Therefore, the aim of the present work is to develop a probabilistic study dedicated to chemical and process facilities accounting for the combined contribution of safety barriers and PPSs in the prevention of cascading events triggered by security attacks. The quantitative performance of PPSs was characterized in terms of availability and effectiveness, building a specific data repository. The performance data obtained were included into event trees, in which safety barriers were implemented. The analysis of an industrial case study demonstrated the potentiality of the methodology in analysing complex escalation scenarios, identifying the critical PPS elements and, at the same time, showing the critical role of safety barriers in protecting against scenarios triggered by security attacks.

Symbols and Units

AIT Adversary Intrusion Time, s
ERT Emergency Response Time, s
HEP Human Error Probability, -
NHEP Nominal Human Error Probability, -
P_{ad} Probability of Assembly Errors, -
P_d Probability of Damage, -
P_{DG} Entry Gate Probability of Degradation, -
P_{ID} Intrusion Detection Probability of Failure, -
P_f Probability of Failure, -
$P_{f,CCTV}$ CCTV Probability of Failure, -
PFD Probability of Failure on Demand, -
P_F Fence Probability of Failure, -
P_G Entry Gate Probability of Failure, -
P_{HL} Probability of High Level of training, -
P_{Hack} Intrusion Detection, -
P_H Probability of Successful Intervention of the Emergency Team, -
Q_H Heat load due to the fire, W/m^2
r_c Material Corrosion Rate, mm/y
t_{ala} Alarm Assessment time, s
t_d Detection time, s
t_{delay} Delay time accumulated by the intruder along the path, s
t_M Material thickness, mm
t_{path} Time to walk the path, s
T_r Rated Time, y
t_{task} Duration of the final task performed by the intruder, s
η Effectiveness, -
η_{ID} Intrusion Detection Effectiveness, -
$\eta_{f,CCTV}$ CCTV Effectiveness, -
η_F Fence Effectiveness, -
η_G Entry Gate Effectiveness, -
η_{HL} High Level of training Effectiveness, -

Abbreviations: AIT, adversary intrusion time; AS, attack scenarios; CCTV, closed circuit television; ERT, emergency response time; ET, event tree; ETA, event tree analysis; FTA , fault tree analysis; HEP, human error probability; HRA, human reliability assessment; IED, improvised explosive device; NHEP, nominal human error probability; PFD, probability of failure on demand; PFS, physical protection system; PSF, performance shaping factor; QRA, quantitative risk assessment; SB, safety barrier; SRMS, security risk management system; SRA, security risk assessment; SVA, security vulnerability analysis.

* Corresponding author.
E-mail address: gabriele.landucci@unipi.it (G. Landucci).

https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108762
Received 10 February 2022; Received in revised form 28 July 2022; Accepted 21 August 2022
Available online 24 August 2022
0951-8320/© 2022 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2022)
Edited by Maria Chiara Leva, Edoardo Patelli, Luca Podofillini, and Simon Wilson
©2022 ESREL2022 Organizers. *Published by* Research Publishing, Singapore.
doi: 10.3850/978-981-18-5183-4_R26-03-394-cd

ESREL 2022

CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS
VOL. 99, 2023
A publication of AIDIC
The Italian Association of Chemical Engineering
Online at www.cetjournal.it
Guest Editors: Sauro Pierucci, Flavio Manenti
Copyright © 2023, AIDIC Servizi S.r.l.
ISSN 978-88-95608-98-3; **ISSN** 2283-9216
DOI: 10.3303/CET2399059

Real-Time Assessment of Integrated Safety-Security Scenarios Triggering Cascading Events in the Process Industries

Giulia Marroni [a], Leonardo Casini [a], Sanneke Kuipers [b], Dino Dentone [c], Marcello Mossa Verre [d], Werner Overdijk [e], Valeria Casson Moreno [a], Gabriele Landucci [a,*]

[a] Department of Civil and Industrial Engineering, University of Pisa, Largo Lucio Lazzarino 2, 56126 Pisa, Italy [b] Institute of Security and Global Affairs, Leiden University, Turfmarkt 99, 2511 DP Den Haag, the Netherlands [c] DataCH Technologies S.r.l, Via L. da Vinci 5, 57123 Livorno, Italy
[d] Regional Agency for Environmental Protection of Tuscany (ARPAT), Via del Ponte alle Mosse 211, 50144 Firenze, Italy
[e] Crisisplan BV, Framboziënweg 123, 2321 KA, Leiden, the Netherlands
gabriele.landucci@unipi.it

Industrial sites processing and storing hazardous chemicals can be attractive targets of malicious acts of interference. The consequences successful intentional attacks to chemical facilities can be severe and could escalate generating domino effects, potentially affecting people and the environment. Moreover, intentional attacks have a dynamic escalation that is not well depicted by conventional analyses, which are instead static. This works focuses on the development of a comprehensive tool for Integrated Safety-Security risk assessment and related domino effects based on a three-dimensional (3D) real-time approach. Firstly, the plant is inspected using a drone to generate the graphic interface of the tool, which is the 3D reconstruction of the plant. Real-time data are associated with each mapped element, e.g., pressure/temperature conditions. The tool allows for the evaluation of probabilities and 3D consequences of accidents given real time and/or user input data. Potential domino effects of integrated safety-security scenarios will also be included in the tool, allowing for the mapping of plant vulnerability, risk and supporting the evaluation of weaknesses and need of additional countermeasures. In order to provide a sample application, a simplified version of the tool was used on a case study.

1. Introduction

Following the events of 09/11, protecting process facilities storing or processing high amounts of hazardous substances from malicious acts of interference became a concern for both industry and institutions (Baybutt and Ready, 2003). A successful intentional attack might generate the so-called domino effects, i.e., the propagation of the accident among multiple equipment and assets (Landucci et al., 2013). Security science applied to the protection of chemical installations examines the modes and effects of intentional attacks. Security assessment is regulated in Europe only for critical infrastructures or international port facilities; intentional attacks are in fact not explicitly contemplated in the European Seveso-III Directive 2012/18/EU on the control of major-accidents hazards involving dangerous substances in fixed process facilities. Still, security science is not unrelated to operational safety, which focuses on unintentional events. Indeed, these two disciplines are linked by the presence of domino effects and by the intervention of safety barriers in security scenarios.
Nevertheless, the tools currently available for industrial application may not be adequate to cope with the challenge of managing safety and security concerns in a coordinated manner, as quantitative comprehensive approaches are still lacking. Therefore, the development of Integrated Safety-Security (ISS) approaches is necessary to reduce the vulnerability of people and the environment to these threats. Given the dynamic nature of domino effect accidents and the different kind of escalation of security events, ISS approaches may benefit from dynamic real-time approaches (Marroni et al., 2022), which can capture the detailed transient evolution of the scenario and its three-dimensional (3D) features. Dynamic and 3D approaches are also beneficial for the

Paper Received: 4 December 2022; Revised: 27 March 2023; Accepted: 15 April 2023
Please cite this article as: Marroni G., Casini L., Kuipers S., Dentone D., Mossa Verre M., Overdijk W., Casson Moreno V., Landucci G., 2023, Real-time Assessment of Integrated Safety-security Scenarios Triggering Cascading Events in the Process Industries, Chemical Engineering Transactions, 99, 349-354 DOI:10.3303/CET2399059

Development of equipment fragility models to support the security management of process installations

G. Marroni, G. Landucci

Department of Civil and Industrial Engineering, University of Pisa, Pisa, Italy

F. Tamburini

Department of Political Sciences, University of Pisa, Pisa, Italy

A. Bartolucci, S. Kuipers, W. Broekema

Institute of Security and Global Affairs, Leiden University, Den Haag, the Netherlands

V. Casson Moreno

Laboratory of Industrial Safety and Environmental Sustainability- DICAM, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Bologna, Italy

A successful intentional attack to a chemical facility, where significant quantities of hazardous substances are stored and processed, might result in severe consequences and cascading events. The development of quantitative vulnerability metrics is essential to enhance the protection against external attacks, but standard approaches offer at most semi-quantitative evaluations. The aim of this work is to develop a quantitative methodology for the evaluation of attack success likelihood, which is expressed in terms of vulnerability. Vulnerability depends on the performance of Physical Protection Systems and equipment resistance against external attacks. Fragility models for process equipment exposed to military and improvised explosives were reviewed and tailored to security scenarios. A case study was defined and analyzed to exemplify the model application. Firstly, vulnerability has been evaluated using the improved fragility models; secondarily, literature conventional approaches were adopted. Based on the obtained results, the present study contributes to the identification of the more critical security- related scenarios and to the definition of key strategies for security management in process facilities.

Keywords: Physical Security, Security Vulnerability Assessment, Probabilistic assessment, Fragility models, Security management, Major accident hazard.

1. Introduction

The process industry is not unrelated to security matters; actually, chemical facilities, where relevant quantities of hazardous chemicals are stored or processed, may be possible targets intentional attacks (van Staalduinen et al. 2017). Security concerns for chemical facilities revolve around both physical and cyber-attacks, as demonstrated by available analyses of intentional attacks occurred in recent years (Casson Moreno et al. 2018; Iaiani et al. 2021). Nowadays, global affairs show that the risk of attacks at industrial infrastructures and chemical facilities is ubiquitous as part of violent conflicts in highly industrialized regions. Global and regional efforts were made to address security issues.

The European legislation does not yet address the need for a security related analysis or countermeasures. On the other hand, international security standards are available for the evaluation of security risk and vulnerabilities (American Petroleum Institute 2013; Garcia 2006), and can provide guidance to analysts and plant managers.

Currently available approaches do however present some criticalities. Firstly, the methodologies offer at-most semi-quantitative metrics; the development of quantitative techniques may help to identify weaknesses of process facilities and provide guidance on security management strategies.

Risultati e impatti

	1 strumento software che consente una valutazione completa e la mappatura degli indici di vulnerabilità e rischio nei siti Seveso. L'interfaccia 3D del software è basata sull'ispezione dei siti industriali tramite drone.
	1 Repository web open source contenente i modelli per la valutazione della fragilità delle apparecchiature di processo in diversi scenari d'attacco e in presenza di barriere di sicurezza, con dati prestazionali inclusi.
	1 manuale operativo per supportare l'uso dello strumento e comunicare i risultati su vulnerabilità e rischio in due contesti specifici: Italia e Paesi Bassi.
	2 procedure ispettive innovative per i siti Seveso coerenti con i quadri normativi europei e nazionali (una per l'Italia e una per i Paesi Bassi), e una guida per l'estensione ad altri Stati Membri UE.
	3 applicazioni dimostrative (DEMO) localizzate in due diversi Paesi (Italia e Paesi Bassi), che illustrano i risultati ottenibili in differenti contesti normativi e tipologie impiantistiche, supportando l'identificazione e il monitoraggio delle barriere safety-security critiche per prevenire effetti domino.
	Riduzione della vulnerabilità e del rischio nei siti DEMO (vulnerabilità almeno -40%, rischio almeno -20%) rispetto alla situazione iniziale, grazie all'applicazione del progetto LIFE SECURDOMINO.
	Linee guida e azioni efficaci per sensibilizzare sul tema dell'integrazione safety-security nella valutazione del rischio di incidenti rilevanti. Questo costituirà un supporto importante per la revisione e il miglioramento del quadro normativo attuale a livello di Stati Membri UE (es. evoluzione della Direttiva Seveso, pianificazione territoriale, protezione delle infrastrutture critiche).
	Un piano di business per la commercializzazione dello strumento, a supporto di studi tecnico-safety-security nei siti Seveso.

LIFE SECURDOMINO ha innovato e migliorato le pratiche ispettive negli impianti, portando a un monitoraggio ottimizzato degli aspetti safety-security nei siti Seveso. Di conseguenza, gli indici di vulnerabilità e rischio nei siti dimostrativi (DEMO) si sono ridotti, generando benefici significativi per l'ambiente e la popolazione residente.
Al termine del progetto, l'esperienza acquisita con i siti DEMO facilita e consente l'estensione della procedura nelle regioni di interesse considerate, influenzando potenzialmente il monitoraggio e la riduzione del rischio in altri 53 siti Seveso in Toscana (Italia) e 197 siti nei Paesi Bassi.
In prospettiva, l'estensione regionale prevista potrà abilitare lo sviluppo di un'implementazione a livello nazionale ed europeo, con un impatto su circa 12.000 stabilimenti Seveso attualmente esistenti.
I risultati del progetto sono stati comunicati e diffusi all'industria, alle autorità locali e alle agenzie responsabili della sicurezza e delle ispezioni ambientali degli impianti, attraverso la partecipazione a 7 conferenze specifiche, l'organizzazione di 4 eventi dedicati e 4 pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali peer-reviewed.

LIFE SECURDOMINO: meno rischi, più clima

Gli impianti chimici e di processo possono essere oggetto di attacchi esterni, che possono innescare eventi a cascata e effetti domino, con un impatto significativo sul cambiamento climatico. Il sistema europeo di segnalazione degli incidenti (eMARS) riporta 557 incidenti rilevanti nell'UE tra il 1996 e il 2020, di cui 23 hanno comportato effetti domino, con massivi rilasci di sostanze pericolose, con un impatto diretto sul riscaldamento globale, l'acidificazione delle piogge e il potenziale di eutrofizzazione.
Il solo incidente di Buncefield (Regno Unito, 2005) ha causato incendi ed esplosioni di vasta portata, con una stima di 0,1–0,2 milioni di tonnellate di CO_2 rilasciate in 5 giorni (AEA/ENV/R/2168, 2006). Questa cifra è impressionante se confrontata, ad esempio, con le emissioni totali di gas serra associate all'industria petrolchimica a livello mondiale, pari a circa 1 milione di tonnellate di CO_2 al giorno (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005).
Pertanto, la prevenzione e la mitigazione dei grandi incidenti, soprattutto quelli causati da effetti domino, sono di fondamentale importanza per ridurre l'impatto delle attività industriali sul cambiamento climatico.
Il progetto LIFE SECURDOMINO mira a sviluppare strategie per aumentare la resilienza degli impianti industriali contro attacchi esterni, riducendo la vulnerabilità e il rischio associati al rilascio massivo di sostanze pericolose.
Durante i quattro anni del progetto sono stati monitorati specifici indicatori legati al clima, poiché la riduzione della vulnerabilità nei tre siti dimostrativi (ovvero il 40% in ciascun sito) comporterà una diminuzione delle potenziali emissioni di CO_2 dovute all'escalation di incendi/esplosioni innescati da effetti domino legati alla sicurezza, con una riduzione stimata di 29 tonnellate all'anno.
Pertanto, LIFE SECURDOMINO contribuisce a limitare l'impatto dei sistemi industriali sul cambiamento climatico e, in una prospettiva più generale, promuove uno sviluppo industriale sostenibile.

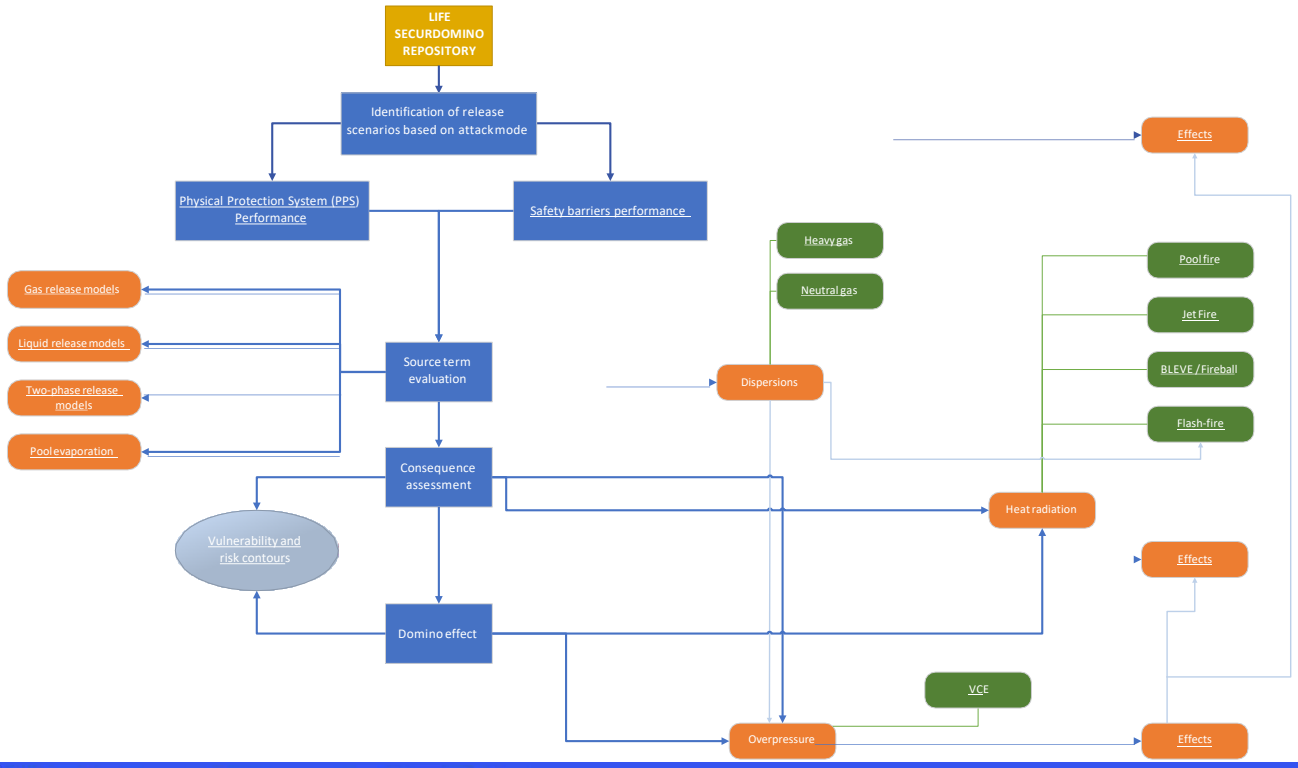
LIFE SECURDOMINO: la sicurezza che protegge la biodiversità

Gli effetti domino e, più in generale, i grandi incidenti innescati da atti esterni di interferenza possono compromettere in modo significativo l'integrità ecologica di vaste aree, a causa del rilascio di sostanze chimiche nell'ambiente. Gli incidenti del passato hanno dimostrato che le soluzioni tecniche convenzionali, pensate per contenere la dispersione degli inquinanti in caso di eventi industriali ordinari, risultano spesso inefficaci quando si verificano escalation di eventi a cascata. Tra i 557 grandi incidenti registrati nell'UE tra il 1996 e il 2020 (fonte: eMARS), 23 hanno dato origine a effetti domino con rilascio massivo di sostanze pericolose che hanno avuto un impatto diretto sulla biodiversità. Tra i casi più gravi verificatisi in Europa, l'incidente di Buncefield (Regno Unito, 2005) ha provocato il rilascio di circa 10.000 tonnellate di idrocarburi liquidi e circa 68 milioni di litri di acque antincendio, contaminando oltre 1 ettaro di falda acquifera. Inoltre, la qualità dell'aria nei dintorni del sito è peggiorata sensibilmente, minacciando la biodiversità: è stato registrato un incremento del 33% dei livelli di NOx, con un peggioramento proporzionale dell'indice di biodiversità dei licheni (LBI). Anche lo sversamento di cianuri a Baia Mare (Romania, 2000) ha avuto un impatto devastante sull'ecosistema, causando la perdita totale della comunità fito- e zooplanctonica del fiume Somes. Le attività di prevenzione, preparazione e mitigazione degli effetti domino, supportate dallo strumento LIFE SECURDOMINO, mirano a evitare o ridurre i rilasci di sostanze pericolose e delle emissioni associate, con un potenziale miglioramento degli indici di biodiversità, come il già citato LBI e il Multilevel Biodiversity Index, entrambi correlati alla qualità dell'aria. Tali indicatori saranno monitorati grazie alla riduzione delle emissioni di NOx (fonte: ANPA, 2009). La diminuzione della vulnerabilità nei tre siti dimostrativi ha portato a una riduzione potenziale delle emissioni di NOx pari a 7 kg/anno, e a un calo atteso di 11 tonnellate/anno di potenziali sversamenti di sostanze chimiche pericolose per il suolo e i corsi d'acqua. Per questo motivo, l'identificazione e la valutazione dei rischi in scenari integrati di safety e security, così come la ricerca di soluzioni proattive sostenibili e di strategie reattive efficaci per minimizzare le conseguenze degli incidenti, sono aspetti fondamentali per la tutela della biodiversità.

Scenari futuri

Continuazione del progetto

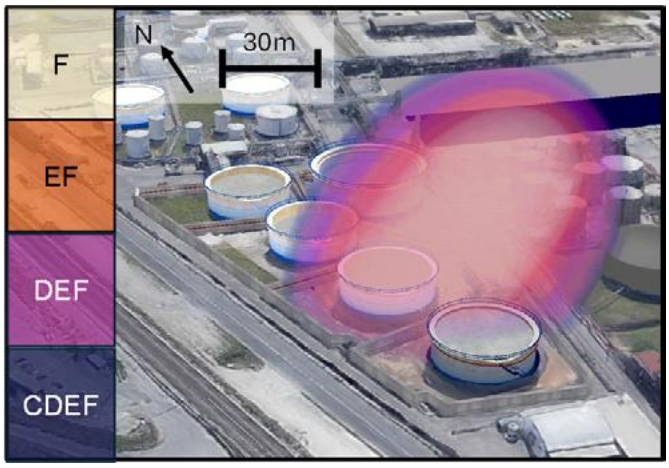
Datach svilupperà e commercializzerà lo strumento nel contesto italiano, mentre CRISISPLAN si occuperà della possibile commercializzazione nei Paesi Bassi. Un business plan è previsto tra le azioni del progetto. Gli stakeholder industriali trarranno beneficio dallo strumento e dal manuale sviluppati, utili per garantire la conformità alla Direttiva Seveso e per monitorare lo stato delle barriere di sicurezza/sicurezza fisica, riducendo i costi complessivi di monitoraggio e quelli legati agli incidenti. I dati e i metadati saranno disponibili in un repository web aperto (LINK), per consentirne l'aggiornamento e la personalizzazione, inclusi i risultati di ricerche future e l'adattamento a eventuali aggiornamenti normativi. Per promuovere la diffusione dello strumento, sono previste ulteriori azioni di disseminazione e dimostrazione nell'ambito dell'After LIFE Plan. Queste attività, sostenute unicamente dalle risorse finanziarie dei partner, permetteranno l'aggiornamento continuo dei risultati del progetto e la condivisione di eventuali potenziamenti dello strumento nei cinque anni successivi alla conclusione del progetto. ARPAT è l'autorità pubblica responsabile dell'applicazione della Direttiva Seveso in Toscana, partecipando alle attività di autorizzazione e ispezione di tutti i siti Seveso regionali. La sua partecipazione al progetto fornisce supporto allo sviluppo della metodologia.



Scenari futuri

Applicazione e trasferibilità del progetto

Lo strumento LIFE SECURDOMINO è pensato per essere riutilizzato nello stesso modo e per gli stessi scopi da altre entità e settori, sia durante che dopo la conclusione del progetto. Gli stakeholder coinvolti nel progetto saranno invitati e sollecitati a partecipare attivamente a questa fase di sperimentazione, estendendo così la fase dimostrativa a un numero più ampio di situazioni e scenari ambientali diversi. Il coinvolgimento delle autorità competenti italiane e olandesi per le ispezioni Seveso consentirà la replicazione dello strumento in altri siti Seveso, con una possibile estensione su scala nazionale. Inoltre, lo strumento è progettato per essere aperto e flessibile, in modo da poter essere trasferito facilmente ad altri settori e attività industriali, contribuendo a migliorare la pianificazione dell'uso del suolo attorno a più siti industriali, con importanti ricadute su popolazione e ambiente. È inoltre previsto il trasferimento della metodologia e dello strumento anche in contesti non specificamente regolati dalla Direttiva Seveso, come ad esempio impianti manifatturieri, stabilimenti alimentari o impianti di trattamento delle acque.



Agevolazione nell'implementazione della Seveso

La valutazione degli effetti domino intenzionali e l'integrazione tra sicurezza industriale (safety) e sicurezza fisica (security) non sono esplicitamente trattate dalla Direttiva Seveso. Il progetto mira a superare tale limitazione, beneficiando della sinergia con altre normative europee. In particolare, la Direttiva sulla protezione delle infrastrutture critiche (2008/114/CE) e la guida al rafforzamento della sicurezza delle strutture portuali (2004/725/CE) saranno utilizzate per estendere le misure di protezione adottate in altri settori anche agli impianti chimici. Inoltre, LIFE SECURDOMINO è coerente con l'Action Plan dell'UE COM (2017) 610, volto a rafforzare la preparazione contro i rischi di tipo chimico, biologico, radiologico e nucleare (CBRN), offrendo un adattamento specifico al settore industriale chimico. Infine, lo strumento fornirà un approccio integrato alla prevenzione e al controllo delle emissioni accidentali in aria, acqua e suolo, in linea con la Direttiva sulle Emissioni Industriali (2010/75/UE).

La natura aperta e flessibile dello strumento supporterà una gestione armonizzata degli scenari integrati di safety e security, un approccio uniforme alla mappatura multi-rischio a livello europeo, e la sinergia tra le normative citate. Questo approccio, aperto e flessibile, è facilmente applicabile anche ad altri settori e attività industriali, contribuendo a migliorare la pianificazione dell'uso del suolo attorno a più siti industriali, con ricadute rilevanti per la popolazione e l'ambiente. Infine, regolatori locali, nazionali ed europei, aziende industriali e consulenti saranno i destinatari delle attività di disseminazione previste per favorire l'adozione del progetto e aumentare la consapevolezza sui temi della safety e della security nel settore chimico e di processo, a beneficio dell'ambiente e dei cittadini europei. L'approccio e l'attuazione delle azioni previste da LIFE SECURDOMINO porteranno a benefici ambientali concreti, sia durante il progetto che nei cinque anni successivi alla sua conclusione.

Networking

È stata svolta un'attività di networking con altri progetti LIFE e non-LIFE che affrontano tematiche analoghe a quelle di LIFE SECURDOMINO. Tale attività ha l'obiettivo di favorire lo scambio di esperienze, conoscenze e metodologie sui temi del progetto, oltre a promuovere la disseminazione dei risultati.Le attività di networking sono state realizzate tramite contatti da remoto, visite in loco e attraverso un evento di networking LIFE dedicato, tenutosi l'11 aprile 2024 a Pisa, organizzato dall'Università di Pisa (UNIPI).

Questi sono i progetti che hanno avviato una collaborazione con il progetto LIFE SECURDOMINO:

•- INTREPID PROJECT https://intrepid-project.eu/
Entrambi i progetti sono cofinanziati dall'Unione Europea e lavorano allo sviluppo di strumenti per la valutazione in tempo reale dei disastri e la gestione delle emergenze.
Lo strumento LIFE SECURDOMINO prevede scenari di rischio integrati safety-security e relativi effetti domino, con l'obiettivo di prevenire i disastri; il sistema INTREPID, invece, valuta e monitora le aree colpite da disastri per minimizzarne gli effetti, rendendo le operazioni di soccorso più sicure, rapide ed efficienti.

Grazie alle azioni di networking, i due progetti stanno scambiando esperienze sul design degli strumenti, con l'obiettivo di aumentarne la capacità predittiva.
LIFE SECURDOMINO ha partecipato al terzo e ultimo test pilota della piattaforma INTREPID, che si è svolto a Madrid nel settembre 2023. Il test ha simulato una grave esplosione in un ospedale, con conseguenti incendi e danni strutturali all'edificio. Numerose persone incoscienti sono state segnalate nell'area, facendo sospettare anche una possibile contaminazione chimica.
Inoltre, LIFE SECURDOMINO prenderà parte all'evento finale del progetto INTREPID, previsto per ottobre 2023.

- LIFE AUGIA https://www.life-augia.unimol.it/
Entrambi i progetti sono cofinanziati dall'Unione Europea nell'ambito del programma LIFE e mirano allo sviluppo di strategie per uno sviluppo sostenibile. In particolare, SECURDOMINO si concentra sugli aspetti di safety degli impianti industriali e ha supportato i partner del progetto AUGIA nella verifica degli aspetti di sicurezza legati ai potenziali rischi associati al syngas.La sinergia tra i due progetti ha reso possibile sia il test dei modelli e delle barriere per la valutazione della safety/security presenti nel repository web aperto sviluppato dai partner di SECURDOMINO, sia lo sviluppo efficace del progetto di gasificatore AUGIA in condizioni di sicurezza..

- LIFE3H https://www.life3h.eu/
Il progetto **LIFE3H** realizzerà, testerà e replicherà **3 Hydrogen Valleys (HV)** nell'Italia centrale, a partire dalla costruzione di autobus alimentati da **idrogeno in eccesso proveniente dalla produzione industriale locale**, chiudendo così il ciclo a livello territoriale.
Il **trasporto** rappresenta una delle principali fonti di **inquinamento atmosferico**, contribuendo per il **32% alle emissioni di CO_2 nell'UE**. La necessità di **soluzioni di mobilità più sostenibili** è ormai inevitabile. L'**idrogeno** è una delle **opzioni di decarbonizzazione più promettenti** per fornire energia sufficiente al trasporto **a lungo raggio e ad alto carico**, grazie alla sua **elevata densità energetica**.
Tuttavia, **permangono preoccupazioni legate alla sicurezza**, dovute all'**alta infiammabilità dell'idrogeno**, che rappresentano ancora una sfida aperta.
Lo **strumento LIFE SECURDOMINO** potrà essere **esteso per intercettare il profilo dinamico di rischio delle Hydrogen Valleys** e **supportare la valutazione in tempo reale delle minacce safety-security** in questi impianti.

Pubblicazioni

Marroni G., Casini L., Kuipers S., Dentone D., Verre M.M., Overdijk W., Moreno V.C., Landucci G. Real-Time Assessment of Integrated Safety-Security Scenarios Triggering Cascading Events in the Process Industries (2023) Chemical Engineering Transactions, 99, pp. 349 - 354, DOI: 10.3303/CET2399059

Marroni G., Casini L., Bartolucci A., Kuipers S., Casson Moreno V., Landucci G. Development of fragility models for process equipment affected by physical security attacks (2024) Reliability Engineering and System Safety, 243, art. no. 109880, DOI: 10.1016/j.ress.2023.109880

Casson Moreno V., Marroni G., Landucci G. Probabilistic assessment aimed at the evaluation of escalating scenarios in process facilities combining safety and security barriers (2022) Reliability Engineering and System Safety, 228, art. no. 108762, DOI: 10.1016/j.ress.2022.108762

Marroni G., Moreno V.C., Kuipers S., Verre M.M., Landucci G. Securing Chemical Facilities Against Intentional Attacks: a Bayesian Network Approach for Asset Risk Assessment (2024) Chemical Engineering Transactions, 111, pp. 487 - 492, 10.3303/CET24111082

Conferenze

Loss Prevention Conference 2022, organized by the EFCE International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in Process Industries, Prague, Chech Republic, 5-8/06/2022

32nd European Safety and Reliability Conference ESREL conference, organized by the ESRA European Safety and Reliability Data Association, Dublin, Ireland, 31/08/2022

61st ESREDA conference, organized by the ESReDA European Safety and Reliability of Data Association, Turin, Italy, 22-23/09/2022

ICHEAP16, 16th International Conference on CHEMICAL AND PROCESS ENGINEERING organized by the AIDIC Italian Association of Chemical Engineering, Naples, Italy, 21-24/05/2023

33rd European Safety and Reliability Conference ESREL conference, organized by the ESRA European Safety and Reliability Data Association, Southampton, UK, 3-7/09/2023

European Researchers' Night event Bright Night -Marie Skłodowska-Curie GA101061075, organized by the University of Florence, Pisa and Siena, University for foreigners of Siena, School of Advanced Studies Sant'Anna, Scuola Normale Superiore, School for Advanced Studies Lucca (IMT), in collaboration with National Research Council (CNR), National Institute for Nuclear Physics (INFN), National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV), European Gravitational Observatory (EGO), National Institute of Astrophysics (INAF). Pisa, Italy29/09/2023

34th European Safety and Reliability Conference ESREL conference, organized by the ESRA European Safety and Reliability Data Association, Krakow, Poland, 23-27 June 2024

CISAP 11 - International Conference On Safety & Environment In Process & Power Industry, organized by the EFCE International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in Process Industries, Naples, Italy, 15-18 September 2024

Progetto SECURDOMINO

Coordinatore:

University of Pisa (UNIPI) Italy
www.unipi.it

Partner:

DataCH Technologies S.R.L. (DataCH)
Livorno, Italy
www.datachtechnologies.it

Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia della Toscana (ARPAT) Firenze, Italy.
www.arpat.toscana.it

Universiteit Leiden (LEIDENU)
Leiden, the Netherlands
www.universiteitleiden.nl

Crisisplan BV (CRISISPLAN) Leiden, the Netherlands
www.crisisplan.nl/en/

Per più informazioni:

www.securdomino.eu

The LIFE SECURDOMINO project has received funding from the European Union under Grant Agreement n° LIFE20 ENV/IT/000436

Disclaimer:
Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.