



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura*

---

*Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Edile*

**Analisi sperimentale della percezione dei rischi in ambienti di lavoro  
e pubblico spettacolo mediante tecnologie Eye-Tracking**

**Experimental analysis of the perception of risks in work  
and public entertainment environments using Eye-Tracking technologies**

Relatore:

**Prof. Marco D'Orazio**

Correlatore:

**Prof. Gabriele Bernardini**

Tesi di Laurea di:

**Alice Nepi**

*Anno accademico 2020-2021*

# Indice

<b>1. RAGIONI E OGGETTO DEL LAVORO .....</b>	<b>3</b>
1.1 Obiettivi del lavoro.....	3
1.2 Motivazioni .....	5
1.3 Articolazione.....	5
<b>2. STATO DELL'ARTE.....</b>	<b>7</b>
2.1 Percezione individuale della sicurezza .....	7
2.2 Tecnologia <i>Eye-Tracking</i> applicata all'ambiente costruito .....	8
2.3 Il Dispositivo di <i>Eye-Tracking</i> .....	16
2.4 Valutazione del Rischio Incendio.....	17
<b>3. FASI, MATERIALI E METODI.....</b>	<b>26</b>
3.1 Fasi.....	26
3.2 Materiali.....	27
3.3 Metodi .....	35
3.3.1 Strumentazione fotografica .....	36
3.3.2 Attrezzatura eye-tracker in dotazione.....	41
3.3.3 Questionario e check list di controllo .....	44
3.3.4 Predisposizione della prova .....	47
3.3.5 Esecuzione dei test.....	53
3.3.6 Metodi di analisi dei risultati.....	56
<b>4. RISULTATI.....</b>	<b>60</b>
4.2 SCENARIO I.....	61
4.2.1 Risultati dei tempi di fissazione .....	62
4.2.2 Risultati dei numeri di fissazione .....	65
4.3 SCENARIO II .....	70
4.3.1 Risultati dei tempi di fissazione .....	71
4.3.2 Risultati dei numeri di fissazione.....	74
4.3.3 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati .....	77
4.4 SCENARIO III.....	78
4.4.1 Risultati dei tempi di fissazione - Teatro.....	79
4.4.2 Risultati dei numeri di fissazione - Teatro .....	82
4.4.3 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati - Teatro.....	84

4.4.4	Risultati dei tempi di fissazione - Concerto .....	85
4.4.5	Risultati dei numeri di fissazione - Concerto .....	87
4.4.6	Analisi qualitativa dei punti più focalizzati – Concerto.....	89
5.	DISCUSSIONE.....	91
6.	CONCLUSIONI.....	93
	BIBLIOGRAFIA.....	95
	ALLEGATI.....	97
	I.....	98
	II .....	102
	III.....	104
	IV .....	108

# 1. RAGIONI E OGGETTO DEL LAVORO

## 1.1 Obiettivi del lavoro

La sicurezza antincendio negli ambienti aperti al pubblico è un aspetto di cruciale importanza. Le predisposizioni in materia che per normativa sono obbligatorie come particolari criteri di progettazione interna ed esterna relativa alla fruibilità degli spazi, eventuale segnaletica standard di pericolo in loco e corsi di formazione, non sempre corrispondono alla soluzione ottimale per la definitiva eliminazione dei rischi. In particolare, è fondamentale analizzare come i soggetti siano in grado di percepire il sito. Molti incidenti si verificano a causa dell'incapacità dei lavoratori o, più semplicemente dei fruitori, di identificare e successivamente trattare con decisioni tempestive eventuali pericoli negli spazi di lavoro.

Alla base di questa Ricerca è lo studio dell'ambiente ed in particolare di ogni sua caratteristica in merito la sicurezza antincendio. Si ottiene così una differenziazione poliedrica dettata da tanti fattori che possono essere espressi in termini qualitativi e quantitativi: sorgenti di innesco, materiali infiammabili e combustibili, elementi di mitigazione del rischio come sistemi di controllo fumi/calore o sistemi di allarme ed elementi di supporto all'esodo e alla segnalazione del rischio, come vie di fuga e elementi di segnaletica. Tali caratteristiche dipendono strettamente dall'uso che viene fatto del luogo in questione e dalla mole di individui all'interno di esso. Risulta utile perciò fare distinzione su come l'approccio cambi a seconda di quanti e quali soggetti facciano uso degli spazi.

Ecco come tali semplici, quanto fondamentali, constatazioni costituiscono il punto di partenza del presente Studio, che ha come principale obiettivo quello di ricostruire il grado di consapevolezza di più tipologie di soggetti presi ad analizzare vari rischi specifici da incendio inseriti in tre differenti livelli di contesto in quanto diversa è la presenza e combinazione di questi elementi:

- *Livello I*, spazi di ridotte dimensioni adibiti a lavorazioni specializzate in grado di costituire pericolose sorgenti di innesco. I soggetti utilizzatori di tali spazi

sono pochi e solitamente esperti. Il carico di incendio è elevato e possono esservi presenti materiali infiammabili. Un esempio può essere il laboratorio universitario.

- *Livello II*, zone di medie dimensioni utilizzate da un bacino più ampio di utenti. Non sono presenti sorgenti di innesco né specifiche sostanze combustibili e non vi sono particolari rischi dovuti a pericolose lavorazioni. In tal caso non è il luogo in sé a definire i rischi, come nel Livello I, ma le attività che vengono svolte all'interno. Si pensi ad ambienti comuni come aule e corridoi con tavoli da studio, i problemi principali si hanno non per via di situazioni organizzate ma perché viene fatto un uso particolare dello spazio per rispondere alle esigenze del momento.
- *Livello III*, panorami più complessi chiusi e/o all'aperto caratterizzati da un elevato numero di fruitori. Esempi tipici sono i luoghi di spettacolo come teatri, discoteche e stadi. In tal caso non ci sono grandi carichi di incendio da valutare in quanto è di fondamentale importanza porre l'attenzione sugli individui, quindi sulla progettazione degli spazi e sulle vie di esodo.

Per poter studiare il grado di riconoscimento del rischio di incendio del singolo individuo e poterne confrontare le modalità di osservazione rispetto gli altri candidati, è stata sfruttata la tecnologia dell'*Eye-Tracking*, metodo di sperimentazione ormai all'avanguardia in grado di fornire un'analisi precisa del tracciamento oculare.

Una volta confrontati gli indici di movimento delle differenti tipologie di campioni, gli output finali sono stati discussi in merito la differenza di conoscenza ed esperienza della tematica antincendio percepita da ogni soggetto al fine di sviluppare un quadro di risposte cognitive di più individui derivante dall'osservazione di vari scenari classificati per livello di contesto.

Lo scopo di questa Tesi consiste dunque nel valutare se l'eye-tracking possa confermarsi uno strumento tale da permettere di analizzare la comprensione, da parte di soggetti di diverso livello di istruzione ed utilizzando differenti modalità operative, del rischio incendio e di conseguenza capire come gli elementi legati a tale problematica vengono percepiti.

## 1.2 Motivazioni

Dai risultati ottenuti in letteratura, gli studi riguardanti l'analisi del movimento oculare in ambito di sicurezza nei luoghi di lavoro risultano essere una valida metodologia di sperimentazione al fine di perseguire concreti risultati sul comportamento dei soggetti esposti e di valutarne il livello di conoscenza della sicurezza.

E' bene specificare come lo studio delle fissazioni del candidato non è finalizzato solo al risultato della mera individuazione del pericolo, ma è ancor più necessario capire come quest'ultimo viene percepito, ovvero se con coscienza, per caso o dopo varie titubanze esplicitamente descritte da un comportamento oculare caotico.

Le risposte di tale esperimento hanno lo scopo di fornire un modello di riconoscimento volto a migliorare la comprensione dei fattori visivi che governano l'attenzione e la percezione. Valutando quali aspetti necessitano di miglioramenti è possibile sviluppare approcci più efficienti, aumentando l'assimilazione dei rischi.

## 1.3 Articolazione

La ricerca è basata sull'esecuzione di test individuali cui hanno preso parte studenti e ricercatori dell'Università Politecnica delle Marche. Ai partecipanti viene chiesto di analizzare una sequenza di immagini raggruppate in tre differenti scenari in cui sono presenti elementi capaci di cambiare il livello di sicurezza in situazioni estreme come quelle di un incendio, come sorgenti di pericolo e materiali combustibili, componenti presenti nell'ambiente costruito o di cui fanno parte, configurazioni spaziali, tipologie di persone e attività ospitate. La presenza e la caratterizzazione di questi elementi incidono sulla *frequenza di accadimento* e *magnitudo del danno* di un evento eccezionale, quale l'incendio, e quindi sul livello di *rischio* dello scenario analizzato. E' stato richiesto di analizzare attentamente gli scenari proposti, cercando di valutare attraverso una scala specifica suddetti indici. Durante la prova i volontari hanno indossato il dispositivo di eye-tracking al fine della restituzione e successiva analisi dei dati riguardanti il loro movimento oculare.

Il presente Lavoro è articolato in tre macro capitoli, rispettivamente:

*Capitolo 2 – Stato dell’Arte*, in cui viene riportata la rassegna della letteratura in merito alla percezione dei soggetti rispetto al rischio incendio e ponendo in particolare l’attenzione sulle modalità di analisi esistenti in cui è stata utilizzata la tecnologia di eye-tracking.

*Capitolo 3 – Strumenti e Metodi*, in cui viene descritta la fase di progettazione e preparazione dei successivi test. In particolare vengono definiti i software e le attrezzature utilizzate per la restituzione delle immagini, le specifiche riguardanti la strumentazione eye-tracking utilizzata e le modalità di impostazione e scrittura delle check-list utilizzate per le prove.

*Capitolo 4 – Esecuzione dei Test*, in cui sono esplicate le fasi di attuazione delle prove a campione. Nella sezione è presente un sottocapitolo inerente le misure di prevenzione da COVID-19 e la stima delle tempistiche di ogni prova.

*Capitolo 5 – Elaborazione dei Risultati*, in cui vengono definiti i risultati riscontrati dall’analisi dei dati. La sezione è suddivisa in tre sottocapitoli, distinti per tipologia di scenario costruito.

## 2. STATO DELL'ARTE

### 2.1 Percezione individuale della sicurezza

Il riconoscimento dei pericoli è considerato uno degli approcci più efficaci nella prevenzione attiva degli incidenti. Sebbene sia stato dimostrato che il comportamento non sicuro rappresenta il 70-80% dei casi, è stato affermato che il mancato riconoscimento di pericoli precede direttamente gli incidenti (*Haslam et al.* [1], *Rasmussen* [2], *Suraji et al.* [3]). Inoltre, *Tixier et al.* [4] hanno riscontrato che un comportamento non sicuro è più attribuibile a un'insufficiente capacità di riconoscimento del rischio che a una deliberata violazione delle linee in termini di sicurezza. Di conseguenza, il riconoscimento dei pericoli è generalmente considerato l'elemento più fondamentale per ridurre al minimo i rischi. L'esplorazione e la decifrazione in termini di percezione del rischio, in questo caso da incendio, sono quindi necessarie per migliorare le prestazioni di sicurezza.

La tecnologia di tracciamento del movimento oculare è un metodo emergente che può essere utilizzato per osservare e registrare i parametri del movimento degli occhi e misurare la reazione visiva, la capacità di concentrazione dell'attenzione e la sua distribuzione. Questo aspetto è strettamente collegato, come definito nella ricerca realizzata da *De Pasquale et al.* [5], al fenomeno dell'*overconfidence*, cioè all'eccessiva fiducia nei propri giudizi. L'*overconfidence* è pericolosa ed indica che spesso non ci rendiamo conto di quanto poco conosciamo e di quanta informazione addizionale avremmo bisogno per prendere decisioni, quando esse si basano su valutazioni di fatti incerti o di rischi.

Nel linguaggio comune le parole rischio e pericolo si intendono sinonimi. Il dizionario Zanichelli definisce entrambe «*come circostanze, situazioni o complesso di circostanze che possono provocare un grave danno*». Secondo la definizione data dall'Oms nel 2003, dove per rischio s'intende di norma, «*il prodotto dell'entità di un Pericolo e la probabilità che l'evento pericoloso si verifichi*», il concetto di rischio è quindi strettamente collegato a quello di pericolo.

La parola pericolo, infatti, indica un oggetto o un insieme di circostanze potenzialmente in grado di produrre un danno, ad esempio, alla salute di una persona. Un rischio invece, rappresenta la probabilità di subire un danno da un particolare pericolo.

Ad oggi, sono innumerevoli le analisi della sicurezza e i metodi di valutazione utilizzati per l'identificazione delle fonti di pericolo, che non riguardano semplicemente la sicurezza all'interno degli edifici, la pubblicazione di *Babi' et al.* [6] per esempio va ad analizzare i movimenti oculari dei conducenti in relazione a segnali stradali sconosciuti. *Lia et al.* [7] valutano l'impatto della fatica mentale degli operatori ai quali vengono fatti dei test di simulazione di guida di macchine da movimento terra e la loro capacità di rilevare i pericoli. Nell'articolo pubblicato da *Hassanain* [8] si indaga sugli approcci relativi al rischio di incendio attraverso per mezzo di una valutazione qualitativa delle strutture alberghiere esistenti, allo scopo di identificare ed eliminare i rischi. Queste pubblicazioni si basano principalmente sull'analisi di oggetti non sicuri presenti in un determinato ambiente e sulla formulazione di corrispondenti misure di gestione della sicurezza da intraprendere in futuro. Tuttavia, i risultati provenienti da tali metodologie solitamente possono essere influenzati da forti fattori soggettivi. Non esiste ancora un tipico metodo di identificazione dei pericoli in grado di considerare l'inevitabile influenza della cognizione umana, diversa per ogni singolo individuo, perché il sistema uomo - macchina comprende molte variabili proprie dell'essere umano come fattori psicologici e fisiologici, condizioni di salute e livello educativo della persona. Tali caratteristiche influiscono sul giudizio individuale dei fattori di rischio.

## **2.2 Tecnologia *Eye-Tracking* applicata all'ambiente costruito**

Il movimento oculare è descritto principalmente da due eventi specifici: la fissazione e la saccade (*Crundall e Underwood* [9]). In particolare la fissazione indica il punto in cui è focalizzata l'attenzione di una persona, mentre la saccade o durata della fissazione

indica il grado di difficoltà cognitiva, nonché l'attenzione e determina lo spostamento da una fissazione alla sua successiva. Come definito anche da *Tsai et al.* [10], quest'ultima varia in base al tipo di informazione (ad esempio, testi o grafici) e al tipo di compito da svolgere (ad esempio, semplice lettura o risoluzione di problemi). I dati riferiti a fissazione e saccade dello sguardo possono dare un'idea sulle strategie cognitive e la conoscenza o l'esperienza della persona (*Hyönä et al.* [11]; *Gandini et al.* [12]).

Un *eye-tracker* è un dispositivo capace di captare la posizione delle pupille ed il loro movimento (*Eckstein et al.* [13]). L'analisi dei dati di tracciamento oculare può fornire informazione sull'allocazione e lo spostamento dell'attenzione visiva, ciò è possibile attraverso il calcolo delle tempistiche di fissazione dell'individuo (*Ding* [14]; *Poole e Ball* [15]), esattamente le stesse definite nel paragrafo precedente.

Diversi sono gli aspetti da considerare, a partire dalla scelta degli utenti. In particolare emerge il confronto esperto-novizio, in base al quale i soggetti scelti per effettuare l'indagine vengono raggruppati a seconda del grado di conoscenza e attitudine alla sicurezza (*Liu et al.* [16]). Questa predisposizione porta ad ottenere differenti dati di input che non si limitano semplicemente a fissazioni e saccadi, come il tempo di fissazione graficamente definibile attraverso mappe di calore e la quantità e traiettoria di punti anch'esse esplicabili attraverso "mappe di sguardi", da utilizzare per la successiva creazione di modelli di elaborazione visiva dei singoli operatori. Attualmente, questa metodologia viene ampiamente utilizzata in vari campi.

Il principale riferimento, nonché punto di partenza di questo Lavoro viene definito dalla sperimentazione di *Zijun et al.* [17], ambientata negli spazi universitari. Per esplorare le diverse caratteristiche di movimento oculare degli operatori, che possono riflettere il loro grado di attenzione e capacità di identificazione del pericolo nei laboratori universitari, sono stati condotti esperimenti con 60 studenti junior suddivisi per genere ed esperienza in materia di sicurezza. I laboratori, presi come scenari di stimolo, sono stati suddivisi in cinque aree per funzione e tipo di pericolo. E' stato utilizzato un *eye-tracker* modello *Tobii X2* per misurare e registrare i parametri nelle cinque aree di laboratorio. I risultati hanno mostrato che i soggetti avevano un maggiore interesse per le attrezzature (attirando l'attenzione del 100,00% dei soggetti)

e meno interesse per le vie di collegamento ed esodo (attirando l'attenzione del 46,67% dei soggetti); non è stata osservata alcuna differenza significativa tra soggetti che erano o non erano specializzati in sicurezza. La maggior parte dei soggetti è riuscita ad identificare tutte le fonti di pericolo, prestando però poca attenzione alle prese elettriche (*Figura 1*).



*Figura 1 – Mappe di calore definite dall'eye-tracker, da [17]*

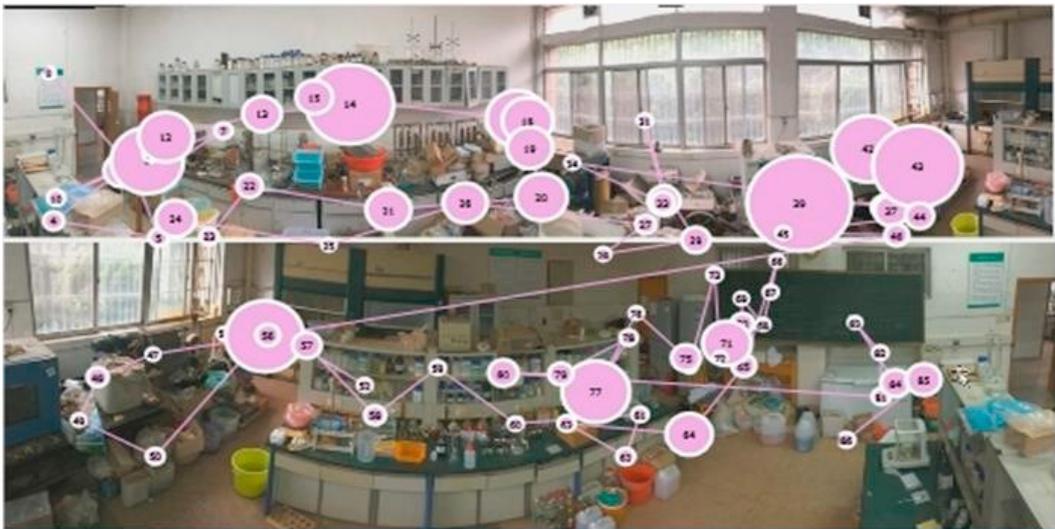
Tale sperimentazione deriva da una pubblicazione precedentemente condotta dagli stessi autori *ZHAO et al.* [18]. La numerosità dei campioni e la loro suddivisione qualitativa sono le medesime. Nella previa sperimentazione sono però stati effettuati diversi metodi di analisi. Le visualizzazioni in questione sono di due tipologie, panorami completi in cui poter navigare (gruppo campioni A) e una singola diapositiva personalizzata contenente 5 differenti rischi incendio (gruppo campioni B).

Un primo riscontro è stato ottenuto dall'analisi del movimento oculare inerente osservazioni del gruppo A, in particolare si è visto come il tempo di fissazione dei soggetti esperti risulta essere significativamente superiore di quello dei soggetti inesperti. Tale conclusione è stata confermata dall'analisi multivariata condotta successivamente, al fine di ottenere il grado medio di rischio di incendio interessato

definito come la differenza tra proporzione del tempo totale di fissazione e proporzione del tempo totale di saccade, in rapporto con la proporzione del tempo totale di fissazione.

Un secondo metodo ha riguardato l'analisi delle traiettorie del punto di osservazione messe a confronto in base alla natura dei soggetti. I punti di fissazione degli utenti inesperti sono piccoli e densi, e la maggior parte delle traiettorie sono parallele (*Figura 2*). Ciò significa che non sono in grado di identificare immediatamente i rischi di incendio nei laboratori come gli utenti esperti, i cui punti di fissazione si presentano come stratificati, logici e senza traiettorie sovrapposte (*Figura 3*).

Questo indica che gli utenti con maggior esperienza tendono a ridurre la frequenza di fissazione, ma prolungano ogni tempo di fissazione per elaborare le informazioni dell'immagine in modo più efficace.

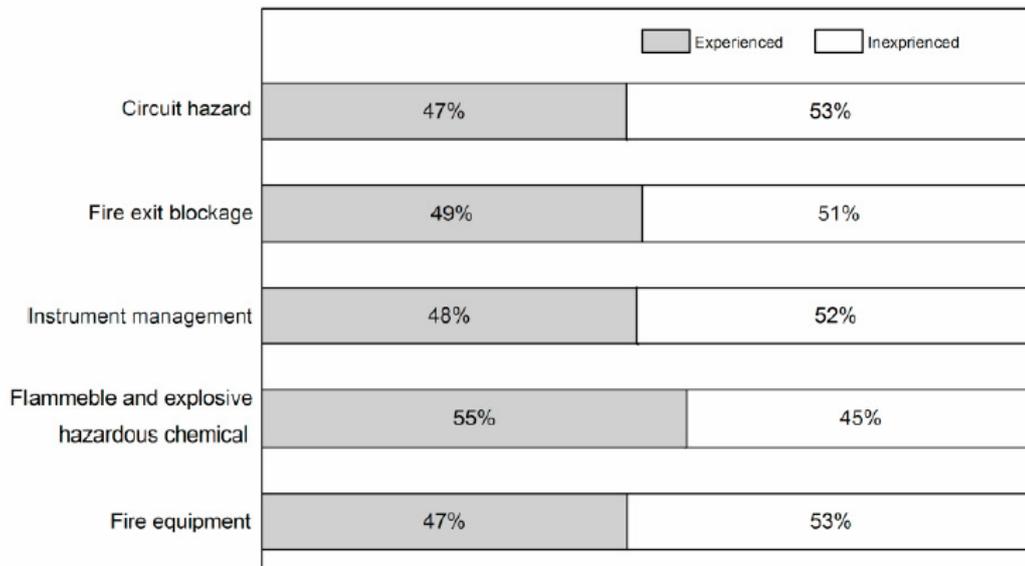


*Figura 2 – Traiettorie dedotte dalla visualizzazione del campione di soggetti esperti, da [18]*



*Figura 3 – Traiettorie dedotte dalla visualizzazione del campione di soggetti inesperti, da [18]*

Infine, è presente nella sperimentazione una terza analisi in cui è stata calcolata la percentuale di tempo di fissazione definita per ogni singolo rischio di incendio (gruppo B). Il risultato mostra, per esempio, che i soggetti tendono a prestare maggiore attenzione ai combustibili accatastati casualmente ignorando il blocco dell'uscita causato da essi (*Figura 4*). È più probabile che i soggetti esperti si concentrino sui rischi causati da sostanze chimiche pericolose, mentre quelli inesperti tendano leggermente a concentrarsi sul rischio causato da una gestione impropria delle attrezzature antincendio, questo semplicemente perché non hanno esperienza operativa capace di conferire loro maggior consapevolezza e conoscenza riguardo le caratteristiche dei materiali presenti in laboratorio.



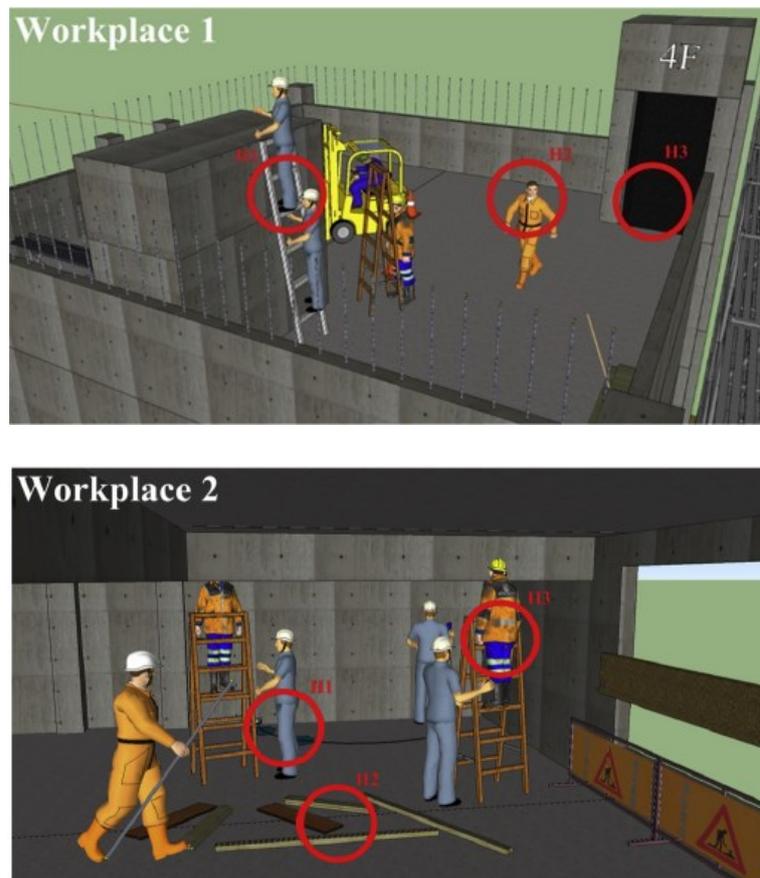
*Figura 4 – Percentuali di fissazione a confronto, da [18]*

*Dzeng et al.* [19] ha condotto una sperimentazione riguardante i rischi sulla sicurezza in cantiere studiando sia la sensibilità di lavoratori esperti che alle prime armi. E' stato chiesto loro di osservare e valutare delle immagini riguardanti quattro luoghi di lavoro, con rischi elevati e non, con indosso un dispositivo eye-tracker. Lo strumento è stato utilizzato al fine di confrontare le modalità di visualizzazione delle scene dei lavoratori. I risultati hanno indicato che l'esperienza lavorativa in campo edilizio ha aiutato i lavoratori esperti a valutare sia i rischi evidenti che quelli meno significativi in maniera più rapida di quanto non potessero fare i lavoratori novizi. Tuttavia non è stata riscontrata particolare accuratezza nell'identificare i pericoli, questo perché l'esperienza di lavoro generale non può essere considerata al pari livello ad un'esperienza specifica in ambito di sicurezza e potrebbe non necessariamente migliorare l'attitudine naturale dei lavoratori nell'identificazione dei rischi.

In particolare, in questa ricerca sono state create delle immagini virtuali verosimili alla realtà in cantiere con vari pericoli identificati come i più frequentemente incontrati nel settore delle costruzioni (

*Figura 5*). Due delle quattro immagini contenevano evidenti rischi associati a oggetti di grandi dimensioni, mentre le altre due presentavano pericoli non evidenti e associati

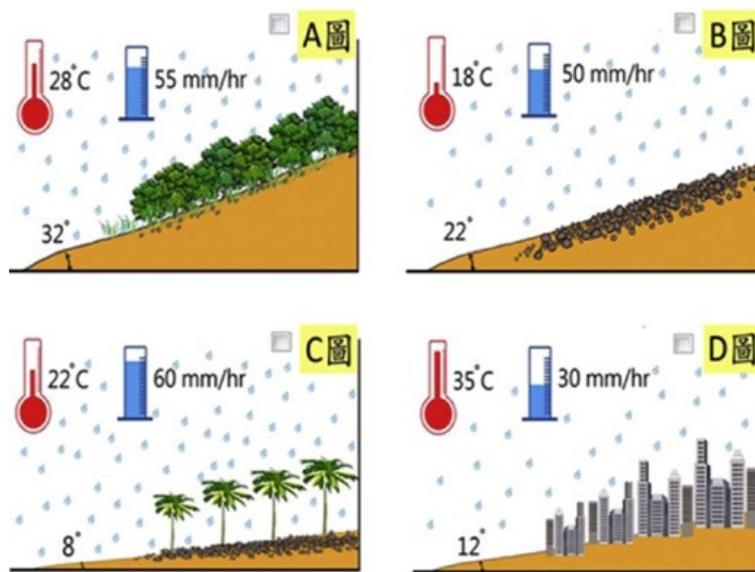
a oggetti in miniatura. Ai partecipanti sono state presentate le diapositive in sequenza ed è stato chiesto di identificare potenziali pericoli, senza limite di tempo.



*Figura 5 – Esempi di immagine virtuale, da [19]*

Un eye-tracker è stato utilizzato per registrare il movimento di attenzione visiva di ogni partecipante, inclusa la fissazione, la saccade e il percorso di scansione. Se necessario, ai partecipanti è stato permesso di richiedere ulteriori informazioni dettagliate sul tipo di operazione, sull'uso del materiale e delle attrezzature o sulle informazioni spaziali in ciascuna immagine. Ogni utente è stato poi intervistato a seguito dell'esperienza per ulteriori chiarimenti. Per valutare la differenza tra la capacità di identificazione del pericolo dei lavoratori esperti e alle prime armi, l'accuratezza dell'identificazione, il tasso di errore, il tempo di identificazione e il numero di fissazioni sono stati analizzati i risultati ottenuti utilizzando test indipendenti e accoppiati.

Lo studio di *Tsai et al.* [10] ha utilizzato la tecnica di tracciamento oculare per esaminare l'attenzione visiva degli studenti a cui viene chiesto di risolvere un problema scientifico a scelta multipla. Sei studenti universitari hanno partecipato al compito di prevedere il pericolo di frana analizzando e scegliendo una fra le combinazioni di possibili fattori scatenanti proposte in quattro diapositive (*Figura 6*). Le risposte dei candidati e l'attenzione visiva sono state registrate da un eye-tracker. Inoltre, ai partecipanti è stato chiesto di pensare ad alta voce durante la prova, in modo da poter correlare i loro ragionamenti con le effettive decisioni finali.



*Figura 6 – Scelta multipla di 4 combinazioni di fattori, da [10]*

Per capire perché alcuni pericoli non potrebbero essere a prescindere esposti ai fini del comportamento inconscio dei fruitori di tali spazi, è fondamentale studiare come le persone in questione percepiscano il sito. L'obiettivo della ricerca di *Pinheiroa et al.* [20] è quello di sfruttare la tecnologia di tracciamento oculare per studiare il modello di osservazione degli operai in un ambiente di costruzione. L'analisi è stata condotta per mezzo di un eye-tracker su differenti campioni costituiti da studenti universitari e consiste nella visualizzazione di un cantiere attivo precedentemente modificato per introdurre specifici pericoli (*Figura 7, Figura 8* **Figura 6**).



**Figura 7** – Immagine di partenza con pericoli realmente presenti, da [20]

**Figura 8** – Immagine modificata con ulteriori pericoli aggiunti, da [20]

Ai soggetti è stato chiesto di guardare l'immagine e compilare una lista di controllo per identificare i potenziali pericoli (*Figura 9*). L'elenco conteneva anche pericolosità extra, non incluse nell'immagine.

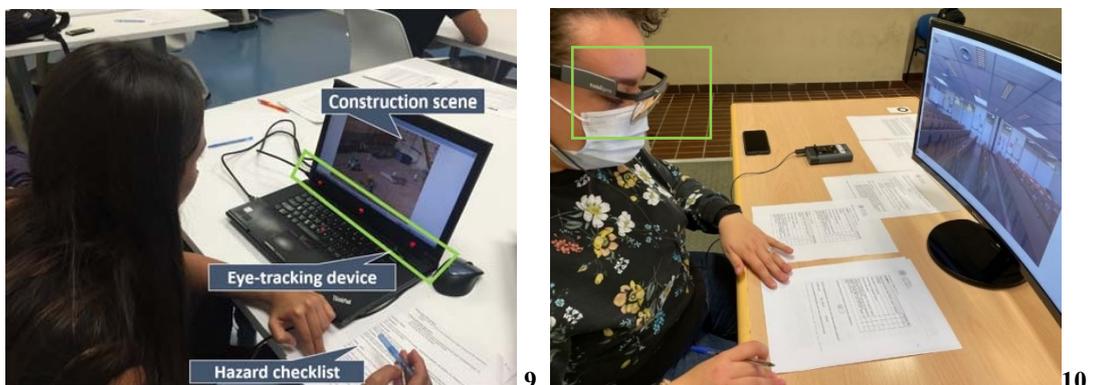
## 2.3 Il Dispositivo di *Eye-Tracking*

L'Eye-Tracker è uno strumento psicologico e di precisione, che si occupa di misurare le caratteristiche individuali del movimento oculare al fine di effettuare una valutazione fisiologica cognitiva visiva. Quando l'utente legge testi o immagini l'eye-tracker registra lo sguardo e la saccade, determinando il processo di navigazione dell'occhio e il tempo di visione. In questo modo l'influenza soggettiva che contraddistingue ogni tipologia di utente può essere considerata come una variabile della quale si conosce la natura.

La metodologia di approccio estremamente user-friendly unita alla semplicità di restituzione dei dati offre una tecnica di analisi innovativa e al contempo versatile, capace di ottenere dei precisi dati output di movimento oculare.

Sono presenti in commercio diverse tipologie di strumenti legati alla cattura dello sguardo, ad esempio eye-tracker portatili e indossabili, che consentono studi sul movimento oculare in ambienti reali, piuttosto che dispositivi fissi e posizionabili nella

parte inferiore del monitor, come quelli usati da Pinheiroa et al. [20] (Figura 9). Per questo tipo di sperimentazione si è optato per la tipologia *wearable* (Figura 10).



*Figura 9 – Eye-tracker fisso, da [20]*

*Figura 10 – Eye-tracker portatile, dalla sperimentazione*

La necessità di utilizzare questa strumentazione nasce dal fatto che, in un ambiente prettamente lavorativo, per i tecnici formatori del personale è ovviamente impossibile accedere ai processi mentali attuati da quest'ultimo quando coinvolto nell'attività di riconoscimento del pericolo. Attraverso i dati di output dello strumento invece, la tecnologia di eye-tracking va ad aumentare sostanzialmente la capacità di acquisire e comprendere questi processi.

## 2.4 Valutazione del Rischio Incendio

Come definito da Horasan et al. [21], le valutazioni dei rischi cercano di misurare/prevedere e valutare l'accettabilità del rischio in un determinato luogo e situazione. In generale, i criteri attualmente disponibili ai fini di effettuare tali analisi possono essere definiti in metodi qualitativi e metodi quantitativi, tra i quali prendono parte anche i metodi semi-quantitativi (Tabella 1).

- *Valutazioni qualitative*: vengono in genere adottate quando si ha a che fare con una questione semplicistica. Vengono utilizzate per razionalizzare o identificare elementi chiave all'interno di uno scenario in modo da fornire una

panoramica del rischio che può essere presente in una determinata situazione. Il professionista solitamente effettua una valutazione qualitativa come primo screening di indagine, per poi analizzare successivamente gli elementi/scenari ad alto rischio attraverso uno studio più dettagliato, comunemente definito come valutazione quantitativa.

- *Valutazioni quantitative*: con qualsiasi valutazione quantitativa le basi / ipotesi sono fondamentali ed ogni informazione è necessaria, come la rassegna di dati statistici basati su incendi realmente accaduti in passato o la raccolta di caratteristiche numeriche specifiche inerenti la funzione e l'uso dell'ambiente oggetto di analisi. Devono essere inoltre compresi i parametri di input "numerici" necessari ad intraprendere la costituzione di un modello o di una valutazione.

<b>METODI</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>
<b>Metodi quantitativi o probabilistici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzo di modelli matematici di incendio</li> <li>- Analisi statistiche</li> <li>- Alberi degli eventi</li> <li>- Alberi dei guasti</li> </ul>
<b>Metodi semi-quantitativi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodi a indici</li> <li>- Matrici a rischio</li> </ul>
<b>Metodi qualitativi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list</li> <li>- Raccomandazione (non forniscono una valutazione del rischio ma solo una condizione di accettabilità)</li> <li>- Albero NFPA dei concetti della sicurezza antincendio</li> </ul>

*Tabella 1 - Metodi di fire risk assessment*

A livello nazionale sono presenti i *decreti ministeriali 10 marzo 1998* [22] e *9 marzo 2007* [23] che definiscono le linee guida da seguire per approcciarsi a queste due categorie di valutazioni.

Ad oggi, il Comitato Centrale Tecnico Scientifico (CCTS) ai sensi del' Art. 46 comma 3 del Dlg.81/2008 ha definitivamente liquidato la bozza definitiva dei criteri generali antincendio per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro. Il nuovo decreto unitamente ai 10 allegati del precedente [22] stabilisce i criteri per la valutazione dei rischi di incendio da adottare al fine di ridurre l'insorgenza di incendio con un linguaggio simile al D.M. 3/08/2015 - "Norme tecniche di prevenzione incendi". Tra le diverse novità si ha la classificazione delle attività (previsti quattro gruppi P1, P2, P3, P4) e alcune specifiche su i requisiti dei formatori. Si attende la pubblicazione e l'entrata in vigore che avverrà a 180 giorni dalla pubblicazione (*Anteprima bozza nuovo DM 10 MARZO '98* - in <https://www.pro-fire.org/leggi-e-decreti/165-criteri-general-di-sicurezzaantincendio-e-per-la-gestione-nei-luoghi-di-lavoro#:~:text=Il%20nuovo%20decreto%20unitamente%20a%20i,linguaggio%20molto%20da%20RTO%20D.M><sup>1)</sup>)

Per la presente sperimentazione è stato preso come riferimento il *d.m. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro* [22]. Il provvedimento ha quasi vent'anni di vita e ad oggi costituisce ancora il principale riferimento per la valutazione del rischio di incendio. Si tratta di una normativa basata su obiettivi e metodologie di tipo qualitativo che definiscono i livelli di rischio da ridurre con le indicazioni contenute nei successivi allegati della norma.

Il decreto regola le modalità di valutazione, riduzione e gestione dei rischi incendio nei luoghi di lavoro. Si definiscono:

- Pericolo di incendio: proprietà o qualità intrinseca di determinati materiali o attrezzature, oppure di metodologie e pratiche di lavoro o di utilizzo di ambiente di lavoro, che presentano il potenziale di causare un incendio;
- Rischio di incendio: probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di accadimento di un incendio e che si verifichino conseguenze dell'incendio sulle persone presenti;

---

<sup>1</sup> <https://www.pro-fire.org/leggi-e-decreti/165-criteri-general-di-sicurezza-antincendio-e-per-la-gestione-nei-luoghi-di-lavoro#:~:text=Il%20nuovo%20decreto%20unitamente%20a%20i,linguaggio%20molto%20da%20RTO%20D.M>

- Valutazione dei rischi di incendio: procedimento di valutazione dei rischi di incendio in un luogo di lavoro, derivante dalle circostanze del verificarsi di un pericolo di incendio.

Per la classificazione di rischio la norma definisce in *Allegato I (art. 3, comma 2) – “Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro a basso rischio di incendio - Valutazione del rischio di incendio”*, i criteri di rischio da considerare ed analizzare.

In primo luogo è necessario analizzare l’eventuale possibilità di prevenzione dai rischi, essa costituisce uno degli obiettivi primari della valutazione. Nei casi in cui non è possibile eliminare i rischi, questi ultimi devono essere diminuiti nella misura del possibile tenendo sotto controllo i rischi residui. La valutazione del rischio di incendio tiene conto:

- del tipo di attività;
- dei materiali immagazzinati e manipolati;
- delle attrezzature presenti nel luogo di lavoro compresi gli arredi;
- delle caratteristiche costruttive del luogo di lavoro compresi i materiali di rivestimento;
- delle dimensioni e dell'articolazione del luogo di lavoro;
- del numero di persone presenti, siano esse lavoratori dipendenti che altre persone, e della loro prontezza ad allontanarsi in caso di emergenza.

Tale analisi si articola nelle seguenti fasi:

1. Deve essere effettuata la valutazione del rischio d’incendio in relazione alla complessità del luogo di lavoro.

La valutazione del rischio d’incendio rappresenta un’analisi dello specifico luogo di lavoro, finalizzata all’individuazione delle più severe ma credibili ipotesi d’incendio e delle corrispondenti conseguenze per gli occupanti. Tale analisi consente di implementare e, se necessario, integrare le soluzioni progettuali previste nel presente allegato.

2. La valutazione del rischio di incendio deve ricomprendere almeno i seguenti elementi:
  - a. individuazione dei pericoli d'incendio, ad esempio si valutano sorgenti d'innescò, materiali combustibili o infiammabili, carico di incendio, interazione inneschi-combustibili, quantitativi rilevanti di miscele o sostanze pericolose, lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione, possibile formazione di atmosfere esplosive, ...
  - b. descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti, ad esempio condizioni di accessibilità e viabilità, layout aziendale, distanziamenti, separazioni, isolamento, caratteristiche degli edifici, tipologia edilizia, complessità geometrica, volumetria, superfici, altezza, piani interrati, articolazione plano-volumetrica, compartimentazione, aerazione, ventilazione e superfici utili allo smaltimento di fumi e di calore, ...
  - c. determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio;
  - d. individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio;
  - e. eliminazione o riduzione dei pericoli di incendio, è necessario valutare se gli stessi possano essere eliminati o ridotti adottando soluzioni più sicure (riduzione delle sorgenti di innesco, corretto impiego di attrezzature elettriche, utilizzo di materiali meno pericolosi, processi produttivi più sicuri, implementazione di specifiche procedure, ...).
3. Effettuare la valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio sugli occupanti per la disamina del rischio d'incendio residuo.
4. Verifica della adeguatezza delle misure di sicurezza esistenti, ovvero individuazione di eventuali ulteriori provvedimenti e misure necessarie ad eliminare o ridurre i rischi residui di incendio che determinano i rischi significativi risultati dalle analisi.

L'*Allegato I* classifica il livello di rischio di incendio dell'intero luogo di lavoro o di ogni parte di esso: tale livello può essere basso, medio o elevato.

- Luoghi di lavoro a rischio di incendio *basso*, ovvero i luoghi di lavoro o parte di essi, in cui sono presenti sostanze a basso tasso di infiammabilità e le condizioni locali e di esercizio offrono scarse possibilità di sviluppo di principi di incendio ed in cui, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata.
- Luoghi di lavoro a rischio di incendio *medio*, ovvero i luoghi di lavoro o parte di essi, in cui sono presenti sostanze infiammabili e/o condizioni locali e/o di esercizio che possono favorire lo sviluppo di incendi, ma nei quali, in caso di incendio, la probabilità di propagazione dello stesso è da ritenersi limitata.
- Luoghi di lavoro a rischio di incendio *elevato*, ovvero i luoghi di lavoro o parte di essi, in cui per presenza di sostanze altamente infiammabili e/o per le condizioni locali e/o di esercizio sussistono notevoli probabilità di sviluppo di incendi e nella fase iniziale sussistono forti probabilità di propagazione delle fiamme, ovvero non è possibile la classificazione come luogo a rischio di incendio basso o medio. Tali luoghi comprendono: aree dove i processi lavorativi comportano l'utilizzo di sostanze altamente infiammabili (p.e. impianti di verniciatura), o di fiamme libere, o la produzione di notevole calore in presenza di materiali combustibili; aree dove c'è deposito o manipolazione di sostanze chimiche che possono, in determinate circostanze, produrre reazioni esotermiche, emanare gas o vapori infiammabili, o reagire con altre sostanze combustibili; aree dove vengono depositate o manipolate sostanze esplosive o altamente infiammabili; aree dove c'è una notevole quantità di materiali combustibili che sono facilmente incendiabili; edifici interamente realizzati con strutture in legno.

Ad oggi, ancora non sono state sviluppate o favorite metodiche complete riconosciute come ufficiali. Viene prevalentemente utilizzato, in diverse versioni, un approccio probabilistico/quantitativo con una stima dei rischi effettuata valutando la correlazione tra probabilità di accadimento ( $P = \text{Probabilità}$ ) di un evento e la dimensione del danno

derivante dallo stesso ( $M = \text{Magnitudo}$ ) attraverso il metodo semi-qualitativo della matrice o *metodo "PxD"*.

Si ricorda che gli interventi devono ridurre il rischio fino a:

- Rischio tollerabile: rischio accettato in seguito alla ponderazione del rischio. Il rischio tollerabile è anche detto 'rischio non significativo' o 'rischio accettabile'. Il rischio tollerabile non dovrebbe richiedere ulteriore trattamento.
- Rischio residuo: Rischio rimanente a seguito del trattamento del rischio. Il rischio residuo comprende anche i rischi non identificabili.

Dunque, con riferimento al metodo della matrice, per ridurre il rischio occorre adottare misure che possono portare alla riduzione di una o di entrambi le variabili, ad esempio con interventi di protezione o effettuando interventi di prevenzione. In particolare le matrici possono essere di vario genere:

- matrici asimmetriche: servono per eliminare le criticità dovute alla sottostima degli eventi molto probabili e particolarmente gravi introducendo un criterio di valutazione più sensibile pesando differenzialmente probabilità e gravità. In particolare attribuiscono maggior importanza al danno;
- matrici doppie: si utilizzano per evitare la sottovalutazione di rischi più importanti ed in particolare in caso di anomalie che alterino le condizioni rilevate. Si valuta il rischio anche in assenza di misure di prevenzione e protezione e sulla base di evidenze osservate.

I limiti connessi all'impiego delle matrici riguardano la bassa risoluzione, gli errori, la non ottimizzata allocazione delle risorse e i risultati spesso ambigui. Questi sono i motivi per i quali PxD è una stima del rischio, mentre la valutazione del rischio consiste in un'analisi successiva. Con la stima si danno le priorità di intervento, valutando successivamente con metodi quantitativi, il rischio. Una chiara linea guida su come utilizzare questi indici la fornisce l'INAIL in [24]. Di seguito vengono riportate le tabelle (*Figura 11, Figura 12, Figura 13*) in cui sono definiti tali concetti in relazione ad una scala numerica da 1 a 3 in ordine crescente di pericolosità.

Livello	Caratteristiche
1	Il rischio rilevato può verificarsi solo con eventi particolari o concomitanza di eventi poco probabili e indipendenti. Non sono noti episodi già verificatisi.
2	Il rischio rilevato può verificarsi con media probabilità e per cause solo in parte prevedibili. Sono noti solo rarissimi episodi verificatisi.
3	Il rischio rilevato può verificarsi con considerevole probabilità e per cause note ma non contenibili. È noto qualche episodio in cui al rischio ha fatto seguito il danno.

*Figura 11 – Suddivisione frequenza di accadimento P, da [20]*

Livello	Caratteristiche
1	Scarsa possibilità di sviluppo di principi d'incendio con limitata propagazione dello stesso. Bassa presenza di materiali combustibili e/o infiammabili.
2	Condizioni che possono favorire lo sviluppo d'incendio con limitata propagazione dello stesso. Presenza media di materiali combustibili e/o infiammabili.
3	Condizioni in cui sussistono notevoli probabilità di sviluppo d'incendio con forte propagazione dello stesso. Presenza elevata di materiali combustibili e/o infiammabili.

*Figura 12 – Suddivisione magnitudo del danno D, da [20]*

			BASSA	MEDIA	ALTA
			Magnitudo del danno (D)		
			1	2	3
BASSA	Frequenza (P)	1	(P x D = 1)	(P x D = 2)	(P x D = 3)
MEDIA		2	(P x D = 2)	(P x D = 4)	(P x D = 6)
ALTA		3	(P x D = 3)	(P x D = 6)	(P x D = 9)

<b>BASSO</b> (0 < P x D ≤ 2)	<b>MEDIO</b> (2 < P x D ≤ 4)	<b>ELEVATO</b> (4 < P x D ≤ 9)
---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

*Figura 13 – Combinazione dei due fattori, da [20]*

In definitiva, secondo il disposto del d.m. 10 marzo 1998 [22], si ottiene un certo livello di rischio residuo, peraltro congruente con le previsioni contenute nell'*Allegato IX* del medesimo decreto.

Quindi il rischio è definito come il prodotto tra la probabilità che accada uno specifico avvenimento e la gravità delle sue possibili conseguenze, la correlazione tra frequenza e magnitudo. Accanto a questa visione, sostanzialmente tecnicoprobabilistica, si affaccia anche l'importanza della valutazione soggettiva del rischio, cioè della percezione che la persona ha di un determinato pericolo. Se da un lato gli esperti valutano il rischio su basi statistiche e probabilistiche, dall'altro la gente comune lo valuta con l'esperienza.

A titolo informativo, per la valutazione quantitativa c'è il *d.m. 9 marzo 2007 - Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco* [23], che introduce la possibilità di utilizzo di:

- valori statistici, inerenti il carico di incendio per tipologie omogenee di attività,
- analisi di rischio quantitative, in particolare per la resistenza al fuoco delle strutture.

Il decreto collega i criteri per la definizione della resistenza al fuoco delle strutture potenzialmente esposte ad un incendio (definiti dal d.m. 10 marzo 1998 [22]) all'analisi dei rischi di occorrenza di scenari incidentali specifici del caso in esame. La formulazione si contraddistingue per la sua chiara impronta prestazionale, contraddistinta da precisi passaggi:

## **3. FASI, MATERIALI E METODI**

### **3.1 Fasi**

Il presente Lavoro di Tesi si articola in tre fasi principali necessarie al fine di conseguire l'obiettivo prefissato:

1. Definizione degli scenari che costituiranno i tre casi studio per la presente sperimentazione. In particolare, come anche detto precedentemente, la scelta ha riguardato scenari attinenti ai tre livelli di ambientazione definiti nell'introduzione.
2. Esecuzione delle prove individuali nelle quali ai partecipanti, dotati di dispositivo eye-tracker, viene chiesto in primo luogo di compilare un questionario informativo, per poi essere sottoposti alla visualizzazione di una serie di immagini contraddistinte da differenti elementi associati al rischio da incendio e caratterizzanti tre differenti livelli di scenari. La scelta degli ambienti è strettamente correlata alla caratterizzazione delle persone fruitrici di tali spazi e al modo di interloquire al loro interno.
3. Elaborazione dei dati di output ai fini di raggiungere un riscontro pertinente allo scopo del lavoro. Le analisi riguarderanno il confronto di differenti modalità di prova precedentemente definite in fase di progettazione, in modo tale da poter confrontare più tipologie di comportamenti degli utenti.

Nel presente capitolo viene riportata la caratterizzazione in dettaglio di tutti gli elementi di input, come la produzione degli scenari di analisi, la strumentazione e i software necessari, ai fini dell'impostazione delle successive fasi di sperimentazione.

## 3.2 Materiali

L' esperimento è basato sulla metodologia valutativa delle persone e sulla loro sensibilità nel capire non solo il pericolo da incendio riferito allo specifico materiale che si sta visualizzando ma anche rispetto alla tipologia e alla quantità di fruitori che intervengono in tali spazi.

In riferimento a ciò, come detto precedentemente nel *Capitolo 1 – Ragioni e oggetto del lavoro*, l'analisi verte su tre livelli di ambienti che si distinguono per dimensioni degli spazi, alta presenza o meno di sorgenti di innesco e materiale combustibile, elevata affluenza di persone o cerchia ristretta di soggetti esperti.

Per il Livello III sono stati scelti ambienti in cui risulta necessario far riferimento a come le persone all'interno siano in grado di gestire un'eventuale problematica da incendio, prima ancora dell'analisi dei materiali facenti parte dello spazio circostante. Si hanno quindi tre differenti tipologie di luoghi di spettacolo: il teatro (*Figura 15*), la discoteca (*Figura 16*) e lo stadio (*Figura 17*).



*Figura 15 – Teatro*



*Figura 16 – Discoteca*



*Figura 17 – Stadio*

Gli altri ambienti selezionati rispettivamente per il Livello II e per il Livello I fanno parte di immobili di proprietà dell'Università Politecnica delle Marche, in particolare i sopralluoghi effettuati hanno riguardato:

- *Laboratori universitari.* Il lavoro di laboratorio è un metodo di apprendimento, nonché di ricerca, fondamentale per gli studenti universitari e la mancata percezione della pericolosità del fuoco costituisce uno dei problemi principali alla loro incolumità e alla buona riuscita della sperimentazione. L'utilizzo improprio di strumentazioni, la gestione e lo stoccaggio di sostanze chimiche infiammabili, l'accatastamento casuale di combustibili, le attrezzature antincendio fuori uso e le uscite di sicurezza bloccate sono solo alcuni dei potenziali rischi di innesco del fuoco, in grado di causare inevitabilmente

vittime, gravi danni ambientali ed enormi perdite economiche e materiali. Altra categoria di spazi potenzialmente rischiosi in termini di carico di incendio, come il quantitativo di materiale combustibile, sono gli archivi e le biblioteche.

- *Spazi di uso quotidiano*, potenzialmente sicuri e senza particolari rischi, come aule e corridoi utilizzati anche come zone di studio da parte degli studenti. L'analisi in questo caso verte su come gli individui percepiscono il luogo in cui passano la maggior parte del loro tempo, cercando di ottenere dati sufficienti nel comprendere la loro personale valutazione del rischio incendio analizzando spazi sicuri e familiari. In questi contesti è proprio l'utilizzo che si fa di tali luoghi a decretare il possibile aumento di pericolo.

Le giornate necessarie per effettuare la rassegna delle foto da porre come oggetto di analisi sono state due.

Nella prima, datata 21 Luglio 2021, i sopralluoghi si sono svolti in mattinata presso il Polo Monte Dago della Facoltà di Ingegneria sita in via Breccie Bianche, Ancona nei seguenti spazi:

- Il Dipartimento di Scienze ed Ingegneria della Materia, dell'Ambiente ed Urbanistica (SIMAU), in particolare i laboratori chimico (*Figura 18*), EPR (*Figura 19*) e di spettroscopia FT-IR e NIR e la biblioteca di dipartimento (*Figura 20*).

Il servizio di sicurezza dell'Università ha redatto i piani di sicurezza analizzando i rischi all'interno di questi stessi spazi in un documento complessivo "Adeguamento alla Prevenzione Incendi" (*Figura 21, Figura 22*). Tale elaborato è risultato utile per definire i rischi presenti.



*Figura 18 – Laboratorio chimico*



*Figura 19 – Laboratorio EPR*



*Figura 20 – Biblioteca di Dipartimento*



Figura 21 – Planimetria Dipartimento SIMAU

7			8		
LABORATORIO EDIFICIO 2 Q165 N.82			LABORATORIO EDIFICIO 2 Q165 N.97A+98		
NOME PRODOTTO	QUANTITA' [g, l, ml...]	PRESENZA ARMADIO TAGLIAFUOCO PER STOCCAGGIO	NOME PRODOTTO	QUANTITA' [g, l, ml...]	PRESENZA ARMADIO TAGLIAFUOCO PER STOCCAGGIO
totale infiammabili	71	SI	totale infiammabili	70 l	SI

Figura 22 – Adeguamento Previsione Incendi del Dipartimento

- Plesso Trifoglio del Polo Monte Dago, Ancona. In particolare il corridoio adibito anche a zona studio e le aule 155/1-2 e 155/d3 (Figura 23).



**Figura 23** – Tavoli nel corridoio “Miglio Verde”, aule D2 e D3, q.155

Nel primo pomeriggio il rilievo fotografico è stato effettuato presso il Polo Eustachio della Facoltà di Medicina, Ancona. In particolare il Dipartimento di Scienze Cliniche e Molecolari, laboratorio di tossicologia (*Figura 24*).



**Figura 24** – Laboratorio di tossicologia, Facoltà di Medicina

Nella seconda giornata di sopralluogo, avvenuta in data 2 Agosto 2021, il report fotografico è stato svolto presso gli spazi del Polo Monte Dago della Facoltà di Ingegneria, Ancona. In particolare:

- Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura (DICEA), in particolare una stanza di computer e un locale di archivio (*Figura 25*).



*Figura 25 – Piccolo ufficio con pc*

- Il Laboratorio Ufficiale Prove Materiali e Strutture (*Figura 26*).



*Figura 26 – Laboratorio di costruzioni*

### 3.3 Metodi

Una prima impostazione del lavoro ha riguardato la restituzione degli scenari precedentemente elencati in forma di foto sferiche immersive unite a costituire mini tour virtuali.

Le foto sferiche, o foto panoramiche 360, sono immagini tridimensionali di un luogo dove l'osservatore si trova al centro, come fosse nel punto esatto dove è stata scattata la fotografia. Egli si può girare tutto intorno, in alto ed in basso con una visuale a 360°. La risoluzione delle foto panoramiche 360 dipende dalle macchine fotografiche e dagli obiettivi che si utilizzano. Più alta è la risoluzione più i particolari che si vedono scorrendo la fotografia saranno nitidi. Ovviamente, possono essere scattate sia negli spazi esterni che negli spazi interni.

Le foto vengono visualizzate sui browser dei pc e sui dispositivi portatili utilizzando le apposite app. Ruotando la fotografia sullo schermo si possono osservare tutti i lati e i particolari del luogo e dell'oggetto rappresentato. Ci si muove cliccando a sinistra, tenendo il pulsante down schiacciato e muovendo il mouse. La visuale verrà modificata come se si stesse muovendo la testa.

Questa modalità costituisce un importante strumento per aumentare la visibilità di quelle attività che hanno la necessità di mostrare ai possibili utenti il luogo dove potranno recarsi.

Mediante il collegamento di più foto sferiche è possibile realizzare dei *virtual tour*: dei veri e propri percorsi che l'utente può intraprendere più volte, esattamente come nella realtà. Il tour virtuale consente di esplorare più ambienti collegati tra loro o ad una mappa, cliccando sui punti segnati nel percorso all'interno del quale è possibile "camminare" virtualmente. La visualizzazione di questi tour può avvenire sui più comuni browser dei pc e dei dispositivi portatili come smartphone e tablet. In particolare, *Google* ha investito molto per preparare internet alle foto 360°: *Google Street View* è la medesima tecnologia dei virtual tour cioè l'unione delle foto sferiche mediante una mappa, mentre in *Google Maps* le foto sferiche acquisiscono un tag geografico e costituiscono uno strumento importante in ausilio alla geolocalizzazione.

Nei vari tour virtuali proposti in questa sperimentazione, posizionate in ogni foto panoramica 360, vengono inserite delle fotografie 2D raffiguranti in dettaglio l'elemento di rischio. In particolare, alcuni elementi risultano essere più scontati di altri per via della segnaletica presente, perché facilmente individuabili oppure semplicemente per conoscenza basata su luoghi comuni. Altri sono invece più nascosti, riconoscibili da soggetti con più esperienza o magari così scontati nella vita comune di tutti i giorni da non essere considerati come potenziali forme di rischio.

Nei sottocapitoli successivi vengono esplicate in dettaglio le modalità che hanno contraddistinto la restituzione fotografico-digitale appena definita, in particolare trattando:

- la strumentazione fotografica utilizzata
- il lavoro di fotoritocco delle immagini sferiche
- l'editing dei tour virtuali.

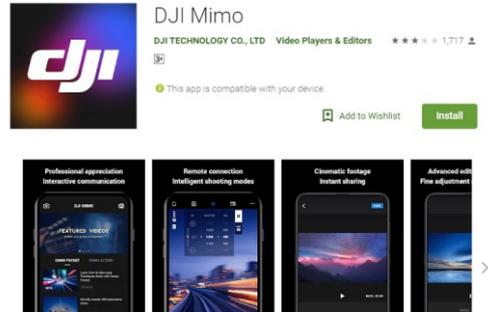
### 3.3.1 Strumentazione fotografica

Utilizzando un'apposita strumentazione sono state scattate tre differenti tipologie di diapositive:

- *Immagini sferiche a 360°*, funzionalità prevista dall'app Fotocamera di Google Photo disponibile nel Play Store di Android. Per gli scatti è stato utilizzato lo smartphone Xiaomi Mi Note 10.



- *Immagini panoramiche a 240°*, funzionalità prevista dall'app dji Mimo di DJI, marchio del dispositivo stabilizzatore dji Osmo 4 utilizzato per sorreggere lo smartphone Xiaomi Mi Note 10 in fase di scatto. L'app è disponibile nel Play Store di Android.



- *Immagini 2D*, scattate utilizzando la macchinetta fotografica modello *Reflex*, completa di apposito treppiedi per la stabilizzazione dello scatto.



### 3.3.1.1 Fotoritocco delle immagini panoramiche 360

Le app come quella utilizzata lavorano sul multiscatto, in particolare l'utente che si trova a scattare la foto panoramica effettuerà un certo numero di foto (come indicato dal sistema) che andranno a coprire l'intera superficie sferica che circonda il punto di fuoco. Per quanto l'app *Google Photo* effettivamente si confermi come un sistema tanto innovativo quanto estremamente veloce nel restituire l'immagine a 360 gradi, gli ambienti presi in esame (tendenzialmente chiusi e caotici) hanno presentato delle

disuniformità sulle linee rette dovute alla non precisa sovrapposizione degli scatti (Figura 27, Figura 28).

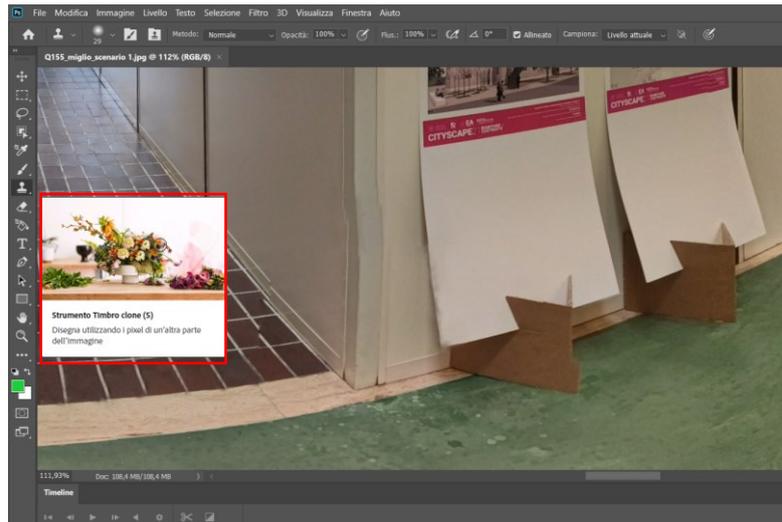


*Figura 27 – Immagine restituita dall'app*



*Figura 28 – Immagine ritoccata con il software*

Per questo motivo è stato necessario modificare le restituzioni cercando di ridare una forma più naturale agli ambienti. Il programma di fotoritocco utilizzato è stato *Adobe Photoshop 2020* ed in particolare lo strumento “Timbro clone” (Figura 29).

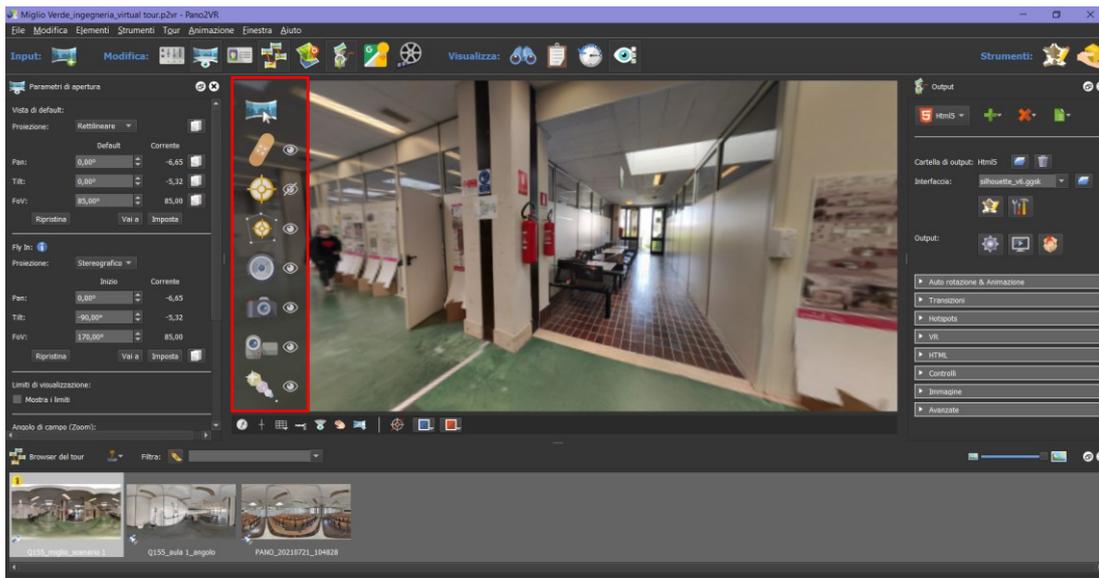


*Figura 29 – Comando Timbro clone in Photoshop*

### **3.3.1.2 Editing dei tour virtuali**

Una volta scelte e modificate le immagini il passaggio successivo è stato quello di montarle insieme per andare a costituire il tour virtuale. Per fare ciò è stata utilizzata la versione gratuita del software *Pano2vr* (*Figura 30*). Il singolo tour virtuale è rappresentativo dello scenario che si andrà ad analizzare. Come detto anche precedentemente, in totale sono 3 scenari ognuno dei quali costituiti da due tipologie di immagini:

- Immagini panoramiche 360
- Immagini 2D



**Figura 30** – Interfaccia di Pano2vr

Attorno al “piano di lavoro” sono disposti i tasti delle molteplici funzionalità di cui anche la versione gratuita del software dispone, come le proprietà o le impostazioni riguardanti i parametri di apertura dell’immagine. Nella banda inferiore vengono inserite le immagini panoramiche facenti parte del tour che verranno successivamente associate tra loro attraverso gli *hotspots*. Gli hotspots sono dei link che possono collegare diversi tipi di file all’interno del lavoro: immagini sferiche, immagini 2D, video, audio, siti web, ecc (cerchiati in *Figura 30*) e sono visualizzabili dall’operatore attraverso delle icone (preimpostate dal software ma modificabili (

*Tabella 2*).

Simbolo	Significato
	“Apri nuova foto sferica”
	“Torni alla foto sferica precedente”
	“Pop-up per aprire una foto 2D”
	“Vai al luogo di spettacolo successivo”
	“Torni al luogo di spettacolo precedente”

*Tabella 2 - Icone hotspots dei virtual tour eseguiti per questo studio*

Essendo una versione gratuita il programma non permette di scaricare il lavoro ultimato, per cui quando il tour sarà completato Pano2vr rilascia un web link per poterne usufruire.

### **3.3.2 Attrezzatura eye-tracker in dotazione**

Ogni singolo volontario è stato munito di occhialini eye-tracker modello Tobii X2, in dotazione del Dipartimento DICEA della Facoltà, in grado di captare lo sguardo e la saccade durante l'intera prova in modo tale da individuare il processo di navigazione dell'occhio e il tempo di visione. In questo modo l'influenza soggettiva che contraddistingue ogni tipologia di utente può essere considerata come una variabile della quale si conosce la natura. Il dispositivo di eye-tracking utilizzato nei test è della tipologia wereable, ovvero si tratta di occhialini direttamente indossabili dal volontario.



*Figura 31 – Kit completo degli occhialini Tobii X2*

Gli occhialini (*Figura 32*) sono costituiti da una montatura ergonomica in plastica dove in prossimità dei punti terminali delle asticelle è presente un laccio in stoffa che ne permette un più sicuro posizionamento. Le lenti trasparenti e non graduate sono unite

a formare un'unica mascherina e il nasello è in plastica rigida. Nella confezione sono presenti una mascherina di ricambio e naselli intercambiabili di altre misure. Il sensore, necessario a catturare lo sguardo, è installato sulla montatura nella parte superiore della mascherina, centralmente.



*Figura 32 – Occhiali Tobii X2*

Sull'asticella sinistra si trova il punto di collegamento USB tra occhiali e device (*Figura 33*). Il device è il centro di controllo per il funzionamento dell'apparecchio, questo perché oltre al tasto di accensione, sono presenti delle spie che a seconda del colore e del lampeggiamento indicano lo stato degli occhiali. Inoltre in esso è inglobata la batteria.

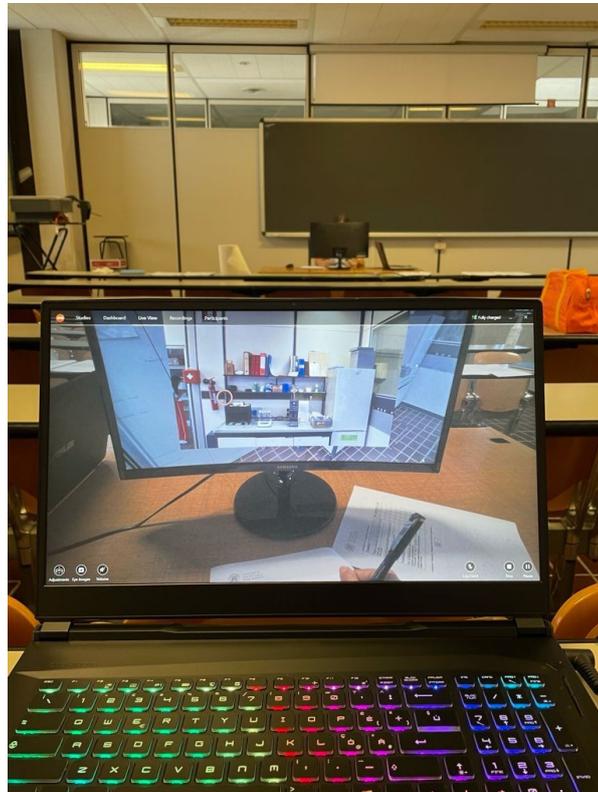


*Figura 33 – Device*

L'eye-tracker si collega al pc attraverso un sistema di wifi privata, della quale l'azienda produttrice fornisce direttamente la password. Il collegamento ad una macchina di controllo, tramite l'installazione del software *Tobii Pro Glasses Controller*, è necessario per l'impostazione di dati e l'esecuzione dei processi di inizializzazione, i fondamentali sono:

- la costituzione dello “studio”, ovvero la cartella in cui verranno salvate le registrazioni,
- la scrittura dei nomi dei singoli partecipanti ai test che andranno ad identificare le singole registrazioni,
- l'esecuzione della calibrazione del sensore prima di ogni prova.

Una volta approvata la calibrazione del sensore la registrazione della prova parte in automatico. Il controller permette anche di visualizzare in tempo reale ciò che sta visionando il partecipante (*Figura 34*), questa funzionalità è utile per chi controlla la prova perché dà la possibilità di capire come si sta comportando l'utente e se sta effettivamente seguendo l'iter correttamente.



*Figura 34 – Streaming sulla vista del partecipante*

### 3.3.3 Questionario e check list di controllo

Ad ogni partecipante è stata consegnata una scheda (Allegato IV) suddivisa in due parti con il fine di categorizzare i dati di output rispetto al loro livello di conoscenza in termini di sicurezza antincendio, La scheda è divisa in due parti:

Nella SEZIONE I è stato chiesto di compilare un modulo riguardante informazioni personali e domande sul tema oggetto di lavoro. Le risposte verranno utilizzate a puro scopo informativo e nel pieno rispetto della privacy del soggetto. Per poter raggiungere una caratterizzazione il più esaustiva possibile, è infatti necessario conoscere in primo luogo determinate caratteristiche dei volontari, come dati anagrafici e informazioni legate alla formazione e alla competenza sul *fire risk assessment*. Questo passaggio è fondamentale per comprendere se ci sono risposte differenziate che dipendono proprio dalle persone stesse.

Nella SEZIONE II sono state inserite delle check list, ovvero liste di controllo in cui vengono elencati elementi associati al rischio incendio. Questi fattori, che possono andare ad aumentare il rischio o diminuirlo, vengono identificati nell'Allegato I del d.m. 10 marzo 1998 [22] ed in particolare il *Ministero dell'Interno – Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile* fornisce un allegato come linea guida per produrre liste di controllo in merito alla sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro.

Con lo scopo di poter effettuare un confronto sulle modalità di visualizzazione delle check list è stato deciso di organizzare i gruppi di prova in questo modo:

- nella prima settimana di prova che ha collezionato un totale di 12 test, la sezione II aveva una check list per ogni immagine da analizzare;
- nella seconda settimana di prova che ha collezionato un totale di 31 test. Per i primi 27 test è stata inserita una check-list per ogni scenario per un totale di tre liste check list. Le ultime 5 prove sono state effettuate senza l'ausilio di check list.

Al candidato è stato chiesto di individuare gli elementi di rischio incendio effettivamente presenti (sorgenti di innesco, sostanze combustibili e infiammabili,

ecc.) ed elencati attraverso le liste di controllo e segnarli nell'apposita scheda. Lo scopo di tale procedura è quello di aiutare il soggetto nella "costruzione" del suo parere finale in termini di *frequenza* e *magnitudo*, avvalendosi dell'elenco di controllo. Una volta terminata l'analisi del singolo scenario, il partecipante ha definito il proprio giudizio globale attraverso un valore scelto in base alla scala numerica precedentemente esplicitata.

Negli scenari proposti erano presenti elementi capaci di cambiare il livello di sicurezza in situazioni estreme come quelle di un incendio, come sorgenti di pericolo e di incendio, componenti ospitati nell'ambiente costruito o di cui fanno parte, configurazioni spaziali, tipologie di persone e attività ospitate sicurezza antincendio ed il normale svolgimento delle attività svolte all'interno. La presenza e la caratterizzazione di questi elementi incidono appunto sulla frequenza (P) e sulla magnitudo (M) di un evento eccezionale, quale l'incendio, e quindi sul livello di rischio (R) dello scenario analizzato. Pertanto, è stato richiesto ai partecipanti di analizzare attentamente gli scenari proposti, cercando di valutare questi due fattori come di seguito descritti:

- **FREQUENZA (P)** = probabilità che un evento possa accadere o frequenza del verificarsi delle conseguenze. Seguendo una scala di ipotesi crescenti definita attraverso 3 livelli, l'evento o le sue conseguenze possono originarsi per via della concomitanza di più fatti poco probabili e indipendenti e quindi più rari, ad esempio per circostanze sfortunate (per via di modalità automatiche o dirette), o al contrario può esistere una correlazione diretta tra le condizioni rilevate ed il verificarsi delle conseguenze ipotizzate per gli utenti dell'ambiente.
- **MAGNITUDO (M)** = gravità delle conseguenze attese in termini di tipologia di materiale e specifiche condizioni presenti nell'ambiente. I 3 livelli, presentati allo stesso modo in scala crescente, sono caratterizzati da conseguenze meno preoccupanti e reversibili fino ad effetti di esposizione acuta caratterizzata da forte propagazione e presenza elevata di materiali combustibili e infiammabili.

Si riporta di seguito la spiegazione proposta ai partecipanti al fine di definire chiaramente i parametri di frequenza e magnitudo rispetto agli ambienti oggetto di analisi.

<b>Livello [P]</b>	<b>Caratteristiche</b>
<b>1</b>	Il rischio rilevato può verificarsi solo con eventi particolari o in concomitanza di eventi poco probabili e indipendenti. Non mi sono noti episodi verificatisi in condizioni simili.
<b>2</b>	Il rischio rilevato può verificarsi con media probabilità e per cause solo in parte prevedibili. Mi sono noti solo rarissimi episodi verificatisi in condizioni simili.
<b>3</b>	Il rischio rilevato può verificarsi con considerevole probabilità e per cause note ma non contenibili. Mi è noto qualche episodio simile in cui al rischio ha fatto seguito il danno.

*Tabella 3 - Tabella della scala di valutazione di Frequenza*

<b>Livello [M]</b>	<b>Caratteristiche</b>
<b>1</b>	Scarsa possibilità di sviluppo di principi di incendio con limitata propagazione dello stesso. Bassa presenza di materiali combustibili e/o infiammabili. Gli eventuali danni ai soggetti fruitori sono trascurabili perché di bassa entità.
<b>2</b>	Condizioni che possono favorire lo sviluppo d'incendio con limitata propagazione dello stesso. Presenza media di materiali combustibili e/o infiammabili. I danni ai soggetti fruitori di tali ambienti sono da considerarsi di media importanza.
<b>3</b>	Condizioni in cui sussistono notevoli probabilità di sviluppo d'incendio con forte propagazione dello stesso. Presenza elevata di materiali combustibili e/o infiammabili. I danni agli individui presenti, qualora si manifestassero scenari di incendio, sono di elevata importanza.

*Tabella 4 - Tabella della scala di valutazione di Frequenza*

### 3.3.4 Predisposizione della prova

Prima di iniziare le prove è stato necessario considerare gli obblighi definiti dalla normativa per la sicurezza da COVID-19 riguardanti i comportamenti da tenere in fase di test e l'igienizzazione da garantire per le superfici comuni utilizzate. Tali misure hanno inevitabilmente condizionato i tempi tecnici di prova, motivo per cui è stata effettuata una stima di durata della singola prova considerando ogni passaggio.

#### 3.3.4.1 Protocollo di sicurezza da COVID-19

Per effettuare i test in termini di salute e sicurezza da COVID-19 è strettamente necessario adempiere agli obblighi definiti dalla normativa vigente italiana inerente le modalità di accesso alle strutture universitarie: *d.l. 6 agosto 2021, n. 111*. In concomitanza con le norme sono state seguite anche le prescrizioni sviluppate dall'azienda produttrice dei medesimi occhiali eye-tracker: *Tobii Pro Insight, NA* del 6/12/2020. Si riportano, dal documento informativo aggiornato proposto da suddetta azienda, le indicazioni essenziali per tecnici e volontari nell'utilizzo del dispositivo wearable (*Health and Safety Recommendations for Data Collection During the COVID-19 Pandemic* – in

[https://www.tobii.com/contentassets/df6d3de73461468a8dff2eee4756ded0/covid-bestpractices-tobii\\_v5final.pdf?v=5](https://www.tobii.com/contentassets/df6d3de73461468a8dff2eee4756ded0/covid-bestpractices-tobii_v5final.pdf?v=5)<sup>2</sup>)

Il documento definisce i materiali igienizzanti da tenere a portata di mano:

- Alcol e rotoli di carta assorbente (70% di alcol o superiore), in particolare verrà usato l'alcol denaturato a 95%;
- Salviette disinfettanti;
- Disinfettante per le mani (70% di alcol o superiore);
- Mascherine per il viso.

---

<sup>2</sup> [https://www.tobii.com/contentassets/df6d3de73461468a8dff2eee4756ded0/covid-bestpractices-tobii\\_v5final.pdf?v=5](https://www.tobii.com/contentassets/df6d3de73461468a8dff2eee4756ded0/covid-bestpractices-tobii_v5final.pdf?v=5)

Si riportano di seguito i passaggi fondamentali da seguire:

1. Prevenzione generale delle infezioni:

- Le mascherine devono essere indossate da tutti i partecipanti durante il lavoro.
- Se un individuo presenta febbre al di sopra dei 37,5°C o percepisce sintomi di COVID-19, tra cui febbre o brividi, tosse, mancanza di respiro o difficoltà respiratorie, affaticamento, dolori muscolari o corporei, mal di testa, perdita di gusto o olfatto, mal di gola, congestione o naso che cola, nausea o vomito, diarrea, è tenuto a non presentarsi alla prova e rimanere a casa.
- Gli individui che hanno avuto la febbre (o suoi sintomi) devono essere, nel momento della prova, privi di tale influenza senza l'aiuto di farmaci capaci di ridurne l'effetto, per 72 ore prima di tornare al progetto.
- Coprire eventuali tosse e starnuti utilizzando il gomito e lavarsi le mani frequentemente.
- Evitare di condividere le attrezzature e limitare le persone alle strumentazioni assegnate. Se in qualsiasi momento l'attrezzatura deve essere condivisa, le persone devono igienizzare le mani.
- Disinfettare le attrezzature dopo ogni utilizzo.
- Mantenere la distanza sociale di almeno 1 m tra gli individui.

2. Gestione e disinfezione delle apparecchiature:

Gli eye-tracker devono essere puliti con disinfettante dopo ogni utilizzo. Tamponi alcolici e salviette devono essere sempre presenti per pulire nuovamente l'attrezzatura e il tavolo da lavoro prima di ogni nuova applicazione.

Di seguito sono riportate le comunicazioni da condividere con le persone coinvolte nel presente studio, assistenti di ricerca e partecipanti.

*A- Protocollo per gli assistenti di ricerca*

Vale in particolare per le persone che lavorano per raccogliere dati e che operano direttamente con i partecipanti sul campo.

- I tecnici / assistenti di ricerca, per poter accedere agli spazi chiusi universitari e quindi poter effettuare i test, devono passare per la portineria (come imposto obbligatoriamente dalla facoltà). Il sistema del check-in virtuale attraverso il QR CODE ha lo scopo di segnare la presenza odierna di tutti gli utenti facenti parte della facoltà, accertandosi sul loro green pass. All'entrata è presente il sensore che permette di misurare la temperatura corporea.
- I tecnici devono indossare la mascherina mentre lavorano. Le mascherine monouso devono essere scartate dopo ogni utilizzo giornaliero.
- I tecnici devono igienizzare le mani al termine di ogni sessione e ogni volta che toccano superfici condivise.
- Almeno 1 m di distanza deve sempre essere mantenuto tra gli individui, anche durante la conduzione di sessioni di eye-tracking, interviste e sondaggi.
- L'attrezzatura deve essere accuratamente disinfettata tra ogni partecipante.

*B- Protocollo per i partecipanti*

E' richiesto a tutti i partecipanti alla ricerca con cui i ricercatori lavoreranno sul campo.

- I partecipanti devono indossare le mascherine.
- I partecipanti devono igienizzare le mani prima di iniziare il test.
- I partecipanti, per poter accedere agli spazi chiusi universitari e quindi prendere parte al test, devono passare per la portineria (come imposto obbligatoriamente dalla facoltà). Il sistema del check-in virtuale attraverso il QR CODE ha lo scopo di segnare la presenza odierna di

tutti gli utenti facenti parte della facoltà, accertandosi sul loro green pass. All'entrata è anche presente il sensore che permette di misurare la temperatura corporea.

A tal fine si ricordano i punti cruciali di igienizzazione, in particolar modo la disinfezione del dispositivo (asticelle e nasello) ad ogni nuovo test. Necessaria è anche la pulizia del piano di lavoro, del mouse e penna, superfici che subiscono il contatto diretto con il partecipante alla prova.

### **3.3.4.2 Stima dei tempi di prova**

In base a quanto definito dal sito web precedentemente citato e dalle analisi effettuate in fase di progettazione della prova la durata stimata di ogni test è risultata essere di circa 30', compresa di tempo effettivo davanti allo schermo di 20', dell'intervallo di riposo degli occhi tra uno scenario e il suo successivo di 10'' e del tempo restante dedicato all'igienizzazione ed eventuale raffrescamento dello strumento (*Tabella 5*).

Tali stime si sono rivelate coerenti con gli effettivi tempi di sperimentazione portando al raggiungimento di un discreto campione di soggetti in un paio di settimane. La gestione dei singoli test è stata condotta in maniera ordinata attraverso un sistema di prenotazione online (*Doodle* – in <https://doodle.com/poll/vk689ag5vnw6pnmw><sup>3</sup>), così da garantire di avere tempi adeguati tra prove consecutive.

---

<sup>3</sup> <https://doodle.com/poll/vk689ag5vnw6pnmw>

<b>AZIONI</b>	<b>TEMPO</b>
<i>Igienizzazione</i>	<b>10 min</b>
<i>Visualizzazione scenari</i>	
<b>1. Laboratorio chimico</b>	
Giro all'interno della foto sferica 1	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
Immagine 2	<b>1 min</b>
Immagine 3	<b>1 min</b>
Giro all'interno della foto sferica 2	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
Immagine 2	<b>1 min</b>
Immagine 3	<b>1 min</b>
Giro all'interno della foto sferica 3	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
<i>Riposo occhi</i>	<b>10 sec</b>
<b>2. Corridoio/zona studio e aule</b>	
Giro all'interno della foto sferica 1	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
Immagine 2	<b>1 min</b>
Giro all'interno della foto sferica 2	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
Giro all'interno della foto sferica 3	<b>1 min</b>
Immagine 1	<b>1 min</b>
<i>Riposo occhi</i>	<b>10 sec</b>
<b>3. Luoghi di spettacolo</b>	
Foto sferica 1	<b>1 min</b>
Foto sferica 2	<b>1 min</b>
Foto sferica 3	<b>1 min</b>
<b>TOT (circa)</b>	<b>30 min</b>

*Tabella 5 - Tabella riepilogativa dei tempi massimi da prendere durante il singolo test*

### 3.3.4.3 Allestimento area

Prima che i volontari abbiano preso posto per l'inizio della prova sono state igienizzate tutte le superfici utilizzabili. Il piano di lavoro (*Figura 35*) messo a disposizione si compone dei seguenti elementi:

- Computer portatile necessario per la visualizzazione delle immagini
- Schermo monitor collegato al computer per la riproduzione delle immagini
- Mouse per far scorrere gli scenari autonomamente
- Penna per la compilazione del questionario e delle check list di controllo
- Fotocopie delle istruzioni riguardanti la definizione in scala numerica di frequenza e magnitudo da poter guardare durante la prova.



*Figura 35 – Piano di lavoro*

### **3.3.5 Esecuzione dei test**

Una volta definite ai partecipanti la ragione oggetto di lavoro (*Informativa* in Allegato I) e le specifiche da rispettare in termini di sicurezza e igiene da COVID-19, sono state esplicate le fasi esecutive costituenti la prova individuale.

Il singolo test ha avuto inizio solo una volta firmato il documento di consenso all'attività di sperimentazione (*Consenso alla partecipazione dell'attività* in Allegato II) e dopo aver spiegato al volontario come utilizzare i moduli facenti parte del questionario (*Istruzioni per la prova* in Allegato III).

Una volta indossati gli occhialini si è proceduto alla loro calibrazione attraverso il software *Tobii Pro Controller*. Da questo momento il soggetto è stato lasciato libero di visionare le immagini dello schermo spostandosi autonomamente con l'ausilio del mouse. Ogni 4 minuti, tempo stimato per la visualizzazione del singolo scenario, veniva comunicato il tempo mancante per non eccedere di durata complessiva.

#### **3.3.5.1 Prima metodologia di prova**

Come precedentemente definito nel nel § 3.3 si era inizialmente optato per la riproduzione di tour virtuali costituiti da foto sferiche per poter analizzare il comportamento degli individui lasciati liberi di navigare “all'interno” di spazi potenzialmente pericolosi in termini di rischio da incendio.

Questa modalità, unita alla tecnologia eye-tracking avrebbe dato innanzitutto un primo riscontro sulle azioni intraprese dalla singola persona nel guardarsi intorno e di conseguenza la possibilità di sapere, per esempio, quale sarebbe stato il primo elemento in grado di cogliere il suo interesse o i percorsi orientativi che nei tour venivano riprodotti spostando il cursore che avrebbe potuto verosimilmente effettuare anche in contesti reali.

Una volta effettuate le prime 6 prove si è arrivati a questo risultato: la maggior parte dei volontari ha utilizzato inconsciamente il tour virtuale iniziale non come uno strumento che sarebbe servito semplicemente al fine di far ambientare l'occhio

all'interno degli scenari ma per cercare gli elementi di rischio. Per quanto possa essere coerente con lo scopo di tale sperimentazione, al fine della restituzione dei dati non varrebbe lo stesso. Era strettamente necessario che le fissazioni si concentrassero sulle immagini 2D selezionabili all'interno dei tour stessi, questo per un'ottimale restituzione dei dati. In tal caso infatti si andrebbe a lavorare su una diapositiva e non su di un video, modalità più macchinosa e con risultati meno precisi.

### 3.3.5.2 Seconda metodologia di prova

Le modalità di prova hanno quindi riguardato l'analisi di tre differenti scenari, uno per ogni livello di esposizione definiti nel § 1.1, attraverso fotografie 2D che ne descrivono zone e/o ambienti facenti parte. Tali immagini hanno all'interno gli elementi legati al rischio incendio che devono essere individuati dai volontari. Nella *Tabella 6* è riportato l'elenco degli scenari scelti con le relative immagini, nell'ordine in cui sono stati proposti agli utenti (Allegato V).

<b>SCENARIO I (in riferimento al livello II)</b>	Corridoio/zona studio e aule dell'Università	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corridoio dell'Università</li> <li>2. Aula interattiva</li> </ol>
<b>SCENARIO II (in riferimento al livello I)</b>	Laboratorio chimico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scaffali</li> <li>2. Cappe chimiche</li> <li>3. Attrezzatura da laboratorio</li> </ol>
<b>SCENARIO III (in riferimento al livello III)</b>	Luoghi di pubblico spettacolo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teatro</li> <li>2. Discoteca</li> <li>3. Concerto</li> </ol>

*Tabella 6 – Scenari proposti*

La scelta di come ordinare la proposta degli scenari è stata dipesa dal fatto che per i soggetti è risultato essere più facile ambientarsi inizialmente nello scenario del corridoio universitario, più definito e meno caotico, rispetto che nel laboratorio. Questo ha permesso di evitare tempi morti dovuti a spaesamenti e incomprensioni iniziali.

### 3.3.5.3 Scelta del campione

Sono state selezionate in totale 43 persone, delle quali 5 sono state classificate come soggetti esperti, mentre i restanti 38 erano studenti sia dei corsi triennali che di quelli specialistici. Per “*esperienza*” non si vuole intendere specificatamente la dimistichezza nel campo della sicurezza antincendio, quanto piuttosto una modalità di analisi coerente e ordinata nel recepimento dei concetti. In *Tabella 7* sono indicati i dati riepilogativi raccolti dai questionari.

Maschio	Femmina	< =25 anni	> 25 anni	Occhiali	Lenti	Niente	Niente, ma con problemi di vista
20	23	35	8	9	5	16	13

*Tabella 7 - Dati dei partecipanti raccolti dai questionari*

La Ricerca è partita con l'intento di analizzare l'approccio del soggetto esperto rispetto all'approccio del soggetto non esperto. Questo perché dalla letteratura si evince come effettivamente lo sguardo della persona competente in materia possa differenziarsi in termini di maggior durata e numero di fissazioni. Infatti, come anche definito da *ZHAO et al.* [18], in ambienti come i laboratori la differenza riguardante l'esperienza lavorativa porta ad avere maggior consapevolezza dei rischi ai quali si può incorrere. Nel caso di questa sperimentazione, visto il numero ridotto di persone facenti parte del “campione esperti” e visto che non tutti gli esperti che hanno preso parte alla prova sono competenti in materia di sicurezza antincendio (per specializzazione lavorativa), si è deciso di analizzare i risultati confrontandoli per modalità di prova e non per natura dei campioni.

Quindi, sono stati definiti 4 nuovi gruppi di confronto. In particolare:

- *Modalità 1* – Con una check list per immagine e visualizzazione dallo Scenario I allo Scenario III,
- *Modalità 2* – Con una check list per scenario e visualizzazione dallo Scenario I allo Scenario III,

- *Modalità 3* - Con una check list per scenario e visualizzazione dallo Scenario III allo Scenario I,
- *Modalità 4* – Senza check list per scenario e visualizzazione dallo Scenario III allo Scenario I.

### **3.3.6 Metodi di analisi dei risultati**

Al fine di verificare i differenti comportamenti dei soggetti in relazione alle modalità di prova e andare ad analizzare gli elementi di rischio da incendio che più ne influenzano la percezione, sono stati analizzati i dati forniti dal software *Tobii Pro Lab* al termine di ogni prova svolta dai partecipanti. I passaggi di analisi vengono di seguito chiariti.

Come primo passaggio sono stati salvati i dati nel software *Tobii Pro Lab* precedentemente archiviati nella SD card presente all'interno del device degli occhialini. Il salvataggio avviene successivamente alla creazione dello “Studio” (nel nostro caso Fire safety) ovvero la cartella in cui inserire le registrazioni che i software Tobii definiscono con il nome di “Recording00x”.

Una volta effettuato il salvataggio è possibile dare il nome al partecipante assegnato alle registrazioni (*Figura 36*) e alcune caratteristiche utili al fine della categorizzazione dei soggetti (*Figura 37*).

Recording	Participant	Duration	Date	Gaze samples
Recording038	30/09/21_31-ok	00:12:15.256	30/09/2021 17:02	98%
Recording037	30/09/21_30-ok	00:10:23.807	30/09/2021 16:51	82%
Recording036	30/09/21_26-ok	00:08:55.520	30/09/2021 16:40	99%
Recording035	29/09/21_28-ok	00:13:18.276	29/09/2021 17:44	98%
Recording034	29/09/2021_27-ok	00:15:46.020	29/09/2021 17:26	98%
Recording033	29/09/2021_26-ok	00:14:19.130	29/09/2021 17:09	89%
Recording032	29/09/21_25-ok	00:10:31.899	29/09/2021 16:41	46%
Recording031	29/09_24-ok	00:10:18.391	29/09/2021 16:25	91%
Recording030	29/09/21_23-ok	00:06:03.244	29/09/2021 16:03	96%
Recording029	29/09/21_22-ok	00:06:12.039	29/09/2021 15:53	96%
Recording028	29/09/21_21-ok	00:07:20.992	29/09/2021 15:29	86%
Recording027	29/09_20-ok_yes	00:10:07.438	29/09/2021 15:16	84%
Recording026	29/09_19-ok_yes	00:15:18.035	29/09/2021 14:36	98%
Recording025	29/09_18-ok_yes	00:09:35.263	29/09/2021 13:15	73%

**Figura 36** - Elenco delle registrazioni per singolo partecipante, la seconda colonna indica il nome assegnato ad ogni specifico recording

27.09\_07-ok\_yes

Age: età <= 25

Gender: M

Vista:
 

- None
- Miopia < 6 diottrie
- Miopia > 6 diottrie
- Astigmatismo < -2...
- Astigmatismo > -2 d...
- Ipermetropia
- Daltonismo

Al momento i...: Niente

Impiego occu...: Studente

Corsi di forma...: No

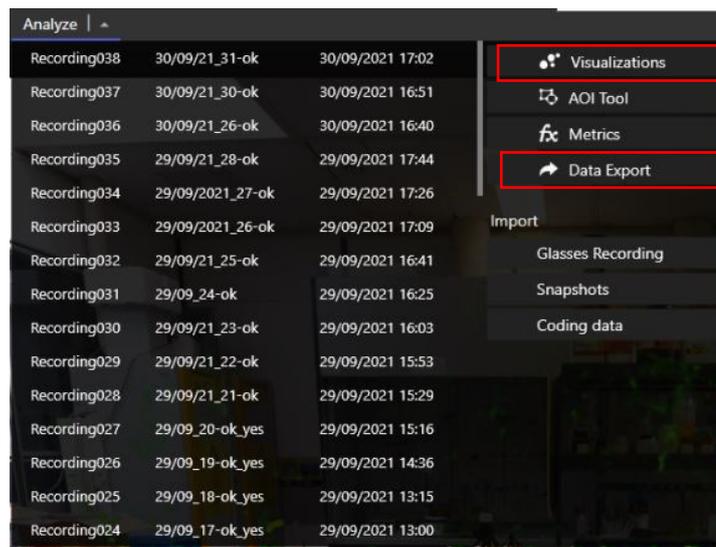
Competenza s...: No

Tipo: Non esperto

**Figura 37** - Compilazione dei dati individuali raccolti con il questionario

I dati in termini di durata e tempo di fissazioni prodotti dalle registrazioni sono stati utilizzati per:

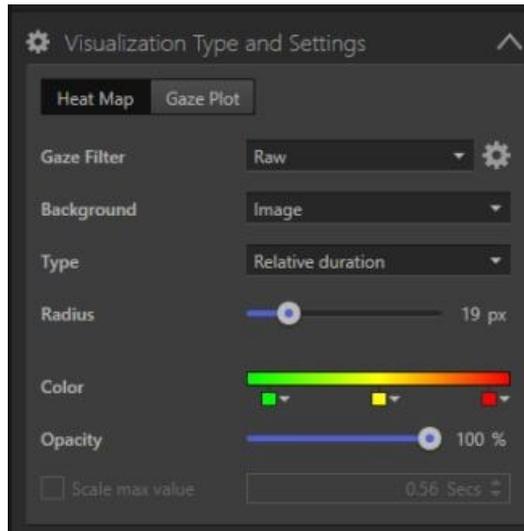
1. Lavorare sulla restituzione numerica desumibile attraverso il download del file in formato .xlsx. Il comando in questione è “Data Export” (Figura 38) e si trova nel menu “Analyze” in cui sono presenti anche altre possibilità di analisi.
2. Lavorare sulla restituzione grafica andando a confrontare le mappe di calore che il software elabora sia in termini di durata di fissazioni che di tempo con il comando “Visualizations” (Figura 38), sempre dal menu “Analyze”.



**Figura 38** – Comandi per ottenere rispettivamente le mappe di calore e i file .xlsx

### 3.3.6.1 Restituzione grafica

La restituzione grafica prevede l’analisi delle mappe di calore attraverso il software Tobii Pro Lab, che possono essere applicate alle immagini dominanti per esaminare le aree specifiche che più hanno attirato l’attenzione dell’individuo. E’ stato effettuato il confronto tra mappe di calore in termini di tempo di sguardo in maniera aggregata, cioè considerando l’intero numero di partecipanti alle prove e facendo distinzione per modalità (1, 2, 3 o 4) come spiegato precedentemente in § 3.3.5.3. Il settaggio delle mappe avviene attraverso l’utilizzo di filtri forniti dal software e/o modificabili da parte dell’utente (Figura 39). Nella Tabella 7 sono elencati i filtri utilizzati per questa analisi.



*Figura 39 - Finestra di impostazione dei filtri delle mappe di calore*

<b>GAZE FILTER</b>	<b>TYPE</b>
<b>Raw</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolute duration</li> <li>• Absolute duration scalata a 0,56 secs</li> <li>• Absolute count</li> <li>• Relative duration</li> <li>• Relative count</li> </ul>
<b>560 ms fixation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolute duration</li> <li>• Absolute count</li> </ul>

*Tabella 7 - Combinazione dei filtri delle mappe di calore*

Riassumendo, i “Gaze Filters” sono appunto i filtri dello sguardo ed in questo caso quelli utilizzati sono:

- “Raw” che va a considerare tutti i valori captati nella registrazione
- “560 ms fixation” che lavora su una distribuzione molto più discreta perché considera solo i valori da 560 ms in poi.

I filtri possono essere combinati per differenti tipologie, gli Absolute in termini di tempo e conteggio di fissazioni includono tutti i valori mentre i Relative portano ad avere rappresentazioni più “pulite” perché considerano i valori relativi. In alternativa, per una maggior chiarezza è stata utilizzata la combinazione Raw – Absolute duration scalata a 0,56 secondi.

## 4. RISULTATI

Nel presente capitolo sono descritti i risultati ottenuti utilizzando gli approcci di elaborazione dati definiti nel precedente. Per maggior chiarezza verrà suddiviso in tre sezioni riguardanti i differenti scenari ed in ognuno di essi verrà fatta distinzione rispetto le quattro modalità di prova definite nel § 3.3.5.3.

### 4.1 Elenco dei risultati e loro elaborazione

I risultati delle analisi eseguite in accordo alle metodologie sopra illustrate sono combinati al fine di avere degli indicatori sintetici di verifica dell'efficacia della strumentazione eye-tracker in confronto alle modalità di prova effettuate, come illustrato nella *Tabella 8*.

<b>Risultati</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Interpretazione</b>
<b>Confronto dei tempi di fissazione</b>	% durata delle fissazioni > 560 ms Tempo totale* settato sulle fissazioni riguardanti solo le immagini e non considerando i valori "Eyes not found" Tempo totale registrato, senza settaggio	Durata di fissazioni > 560 ms rispetto al totale. Il rapporto del tempo totale* / tempo totale registrato indica quanto i soggetti si siano realmente concentrati sull'immagine.
<b>Confronto dei numeri di fissazione</b>	% numero delle fissazioni > 560 ms	Numero di fissazioni > 560 ms rispetto al totale.
<b>Errori falsati dalla strumentazione</b>	Presenza di $\theta$ indica che tutti i valori di quella riga non sono stati presi	Il sensore non ha rilevato lo sguardo perché il soggetto può aver assunto posizioni scorrette o si è mosso troppo rapidamente nello scorrere le immagini.
<b>Analisi qualitativa dei punti più focalizzati</b>	Rappresentazione grafica attraverso mappe di calore	Per definire su cosa i soggetti si siano meglio concentrati ed in che modo.

*Tabella 8 - Elenco riepilogativo dei risultati e loro interpretazione*

## 4.2 SCENARIO I

Lo Scenario 1 è stato caratterizzato, come anche esplicito nei precedenti capitoli, dalla scelta di ambientazioni facenti parte del *Livello II*.

L'immagine utilizzata per i successivi confronti raffigura il corridoio universitario, adibito anche a zona studio e di incontro quotidiano di studenti e personale.



*Figura 40 - Corridoio/zona studio*

## 4.2.1 Risultati dei tempi di fissazione

### Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_07	10.08	31.56	32%	41.36	69.36
P_08	28.62	87.98	33%	98.18	145.78
P_09	11.90	34.70	34%	40.58	60.88
P_10	16.93	49.85	34%	59.43	75.73
P_11	6.54	21.80	30%	27.82	34.54
P_12	6.40	20.44	31%	6.76	67.34
P_13	13.77	31.47	44%	35.55	44.71
P_14	3.00	35.20	9%	48.90	82.16
P_15	3.96	7.74	51%	9.46	17.48
P_16	10.42	28.84	36%	30.10	49.48
P_17	11.58	36.14	32%	40.88	49.76
P_18	2.50	6.48	39%	6.94	13.68
<b>SOMMA</b>	<b>125.68</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>10.47</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>28.62</b>				

*Tabella 9 - Durate di fissazioni, Modalità 1, Scenario I*

### Modalità 2

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_01	18.21	31.56	58%	38.35	39.41
P_02	15.63	87.98	18%	28.21	31.21
P_03	10.30	34.70	30%	26.90	33.36
P_04	0.58	49.85	1%	10.04	12.90
P_06	10.32	20.44	50%	30.62	50.82
P_07	12.87	31.47	41%	34.61	64.21
P_08	17.09	35.20	49%	35.15	50.39
P_09	21.85	66.23	33%	75.27	112.01
P_10	12.41	28.84	43%	24.87	38.99
<b>SOMMA</b>	<b>119.27</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>13.25</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>21.85</b>				

*Tabella 10 – Durate di fissazioni, Modalità 2, Scenario I*

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_11	0.00	2.02	0%	3.56	6.46
P_12	7.50	27.68	27%	32.70	39.26
P_13	8.10	19.20	42%	21.68	24.50
P_14	0.00	0.96	0%	0.10	1.34
P_15	4.06	8.62	47%	9.72	13.34
P_16	9.86	17.76	56%	19.98	26.94
P_17	1.98	13.10	15%	16.20	22.22
P_18	0.00	1.32	0%	1.62	3.90
P_21	0.00	0.20	0%	0.20	0.32
P_22	0.00	2.98	0%	2.84	4.84
P_23	3.16	11.14	28%	13.92	19.18
P_24	3.54	9.14	39%	12.25	20.39
P_25	3.78	27.10	14%	16.92	44.24
P_26	2.40	6.38	38%	8.78	9.74
<b>SOMMA</b>	<b>44.36</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>4.93</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>9.86</b>				

*Tabella 11 - Durate di fissazioni, Modalità 3, Scenario I, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (qui indicati con il segno barrato)*

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_27	14.69	46.05	32%	58.86	69.30
P_28	14.32	35.94	40%	49.59	56.99
P_29	3.58	24.36	15%	27.78	34.12
P_30	21.71	51.53	42%	72.58	81.74
<b>SOMMA</b>	<b>54.30</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>13.57</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>21.71</b>				

*Tabella 12 - Durate di fissazioni, Modalità 4, Scenario I*

Andando a confrontare le medie delle durate di fissazioni da 560 ms, è possibile notare che il valore d'eccezione rispetto all'ordine di grandezza degli altri risultati ricada nella media della modalità 3. Si ricorda come in questo tipo di prova la visualizzazione degli scenari è stata invertita. Questa potrebbe essere una motivazione valida in grado di giustificare il fatto che le persone si siano trovate a guardare l'immagine con meno

attenzione, in quanto ormai giunte al termine della prova. Il decadimento dell'attenzione non è un fattore sconosciuto in test come questo [27]. Inoltre, simili condizioni sembrano essere presenti in caso di stress, come suggerito da [28].

I dati estrapolati dalle restituzioni possono essere utili al fine di definire quanto effettivamente i partecipanti si siano soffermati sulle immagini rispetto al totale. Ciò è desumibile in primo luogo dal rapporto percentuale delle fissazioni settate da 560 ms rispetto al totale. Confrontando le quattro modalità e traendone le medie di tali rapporti, ad esclusione dei valori nulli dovuti ad errori compiuti dallo strumento, si definiscono in ordine le seguenti medie percentuali:

M1: 34%

M2: 36%

M3: 34%

M4: 32%

Un risultato del genere ci fa capire come, nonostante le modalità di prova cambino a seconda dell'utilizzo o meno della check-list, le fissazioni necessarie dei partecipanti in merito ad un ambiente quotidiano a tratti anche familiare come il corridoio universitario, restino quasi invariate. Anche per la modalità 4, in cui il campione preso è molto ridotto rispetto agli altri analizzati, si hanno n.3 rapporti percentuali su 4 coerenti con le medie generali e di un 10% in più (in P\_28 e P\_30) coerente con la modalità di prova 4 in cui non viene utilizzata la check list, per cui ci si aspetta che i partecipanti si siano concentrati di più sull'analisi dell'immagine.

## 4.2.2 Risultati dei numeri di fissazione

### Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_07	14	204	7%
P_08	26	412	6%
P_09	14	173	8%
P_10	20	200	10%
P_11	8	93	9%
P_12	7	167	4%
P_13	14	108	13%
P_14	5	262	2%
P_15	4	41	10%
P_16	12	138	9%
P_17	13	144	9%
P_18	3	34	9%
<b>SOMMA</b>	<b>140.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>11.67</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>26.00</b>		

*Tabella 13 - Numeri di fissazioni, Modalità 1, Scenario I,*

### Modalità 2

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_01	18	80	23%
P_02	12	60	20%
P_03	12	88	14%
P_04	1	36	3%
P_06	13	130	10%
P_07	12	153	8%
P_08	19	111	17%
P_09	23	274	8%
P_10	10	83	12%
<b>SOMMA</b>	<b>120.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>13.33</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>23.00</b>		

*Tabella 14 - Numeri di fissazioni, Modalità 2, Scenario I*

Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
<del>P_11</del>	0	<del>11</del>	<del>0%</del>
P_12	10	112	9%
P_13	8	59	14%
<del>P_14</del>	0	<del>6</del>	<del>0%</del>
P_15	5	32	16%
P_16	13	63	21%
P_17	3	61	5%
<del>P_18</del>	0	<del>14</del>	<del>0%</del>
<del>P_21</del>	0	<del>1</del>	<del>0%</del>
<del>P_22</del>	0	<del>10</del>	<del>0%</del>
P_23	3	40	8%
P_24	4	30	13%
P_25	6	124	5%
P_26	3	20	15%
<b>SOMMA</b>	<b>55.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>6.11</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>13.00</b>		

*Tabella 15 - Numeri di fissazioni, Modalità 3, Scenario I, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (qui indicati con il segno barrato)*

Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_27	16	137	12%
P_28	18	103	17%
P_29	5	91	5%
P_30	24	149	16%
<b>SOMMA</b>	<b>63.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>15.75</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>24.00</b>		

*Tabella 16 - Numeri di fissazioni, Modalità 4, Scenario I*

I dati percentuali del numero delle fissazioni, traendone anche qui le medie, sono in linea in tutte le modalità:

M1: 8%

M2:13%

M3:12%

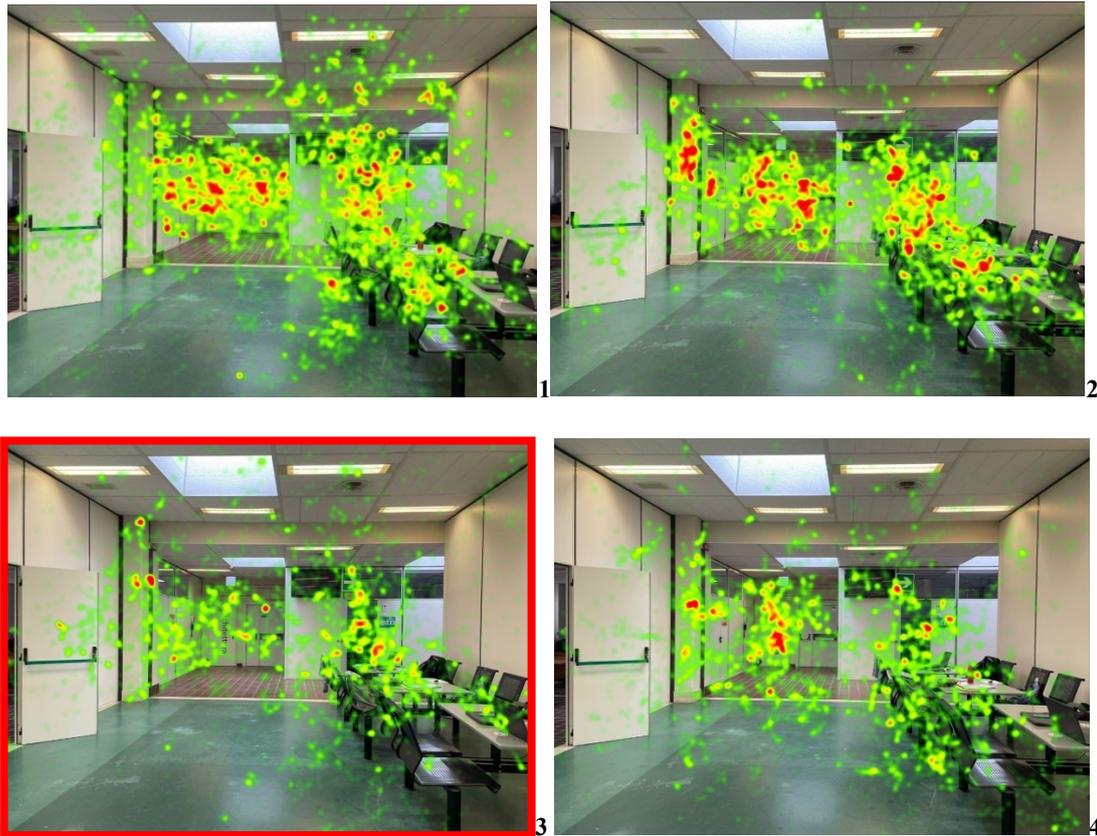
M4: 13%

Rapporti non molto alti nell'ordine del 10% - 15% possono indicare che le persone non abbiano avuto molti oggetti da visionare e su cui far ricadere la loro attenzione o per lo meno che tali elementi siano stati visualizzati subito. Questo può essere dipeso dal livello di conoscenza delle persone rispetto l'ambiente corridoio universitario o che la disposizione dei vari elementi in esso sia ben distinta, poco caotica e velocemente visualizzabile, come anche esplicito in [29] la configurazione dello spazio può far la differenza sulla percezione in termini di fissazione degli oggetti analizzati

### 4.2.3 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati

Le deduzioni effettuate nel paragrafo precedente possono essere graficamente esplicate attraverso l'utilizzo delle mappe di calore.

In particolare, quanto detto in merito alla differenza di tempo di osservazione effettiva della modalità 3 rispetto alle altre viene confermata anche graficamente:



*Figure 42-43-44-45 - Modalità 1-2-3-4, Raw, Absolute duration, set 0,56*

Altra deduzione che può essere fatta riguarda, come detto in precedenza, gli elementi su cui le persone si sono focalizzate di più in termini rispettivamente di durata e di conteggio di fissazioni possono essere meglio evidenziati attraverso questi filtri:



*Figura 46 – Modalità 1, Raw, Absolute count*

*Figura 47 – Modalità 1, 560 ms fixation, Aelative count*

La differenza tra le due rappresentazioni ricade nel fatto che la Figura 42 è pulita da tutti i dati di conteggio inferiori a 560 ms. Gli elementi che sembrano aver raccolto un maggior numero di fissazioni, in cui le persone sembrano essersi soffermate più volte, sono effettivamente zone di poca visibilità come l'interno dell'aula o le scritte sopra la porta. Il fatto che non ci siano puntini sul cartello di segnaletica di emergenza fa pensare che sia così in quanto si tratti di un oggetto ben visibile e più riconoscibile, che non necessita di ulteriori focus.

### 4.3 SCENARIO II

Lo Scenario 2 è stato caratterizzato, come anche esplicito nei precedenti capitoli, dalla scelta di ambientazioni facenti parte del *Livello I*.

L'immagine utilizzata per i successivi confronti inquadra l'ingresso di un laboratorio chimico in cui sono presenti diverse tipologie di elementi correlabili al rischio incendio, sia in termini di aumento o peggioramento degli effetti ad esso correlati che in termini di diminuzione.



*Figura 48 – Ingresso del laboratorio chimico*

### 4.3.1 Risultati dei tempi di fissazione

#### Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale</i>
P_07	9.92	41.32	0.24	45.92	80.76
P_08	1.88	8.70	0.22	12.54	26.76
P_09	NO DATA				
P_10	17.19	39.93	0.43	46.77	73.59
P_11	5.06	23.12	0.22	30.88	53.98
P_12	1.48	7.34	0.20	6.64	25.10
P_13	6.96	24.28	0.29	26.74	35.34
P_14	17.19	39.93	0.43	46.77	73.59
P_15	2.26	3.16	0.72	3.70	5.04
P_16	2.16	17.46	0.12	19.14	34.92
P_17	1.06	1.92	0.55	2.82	5.92
P_18	1.88	13.52	0.14	17.06	21.18
<b>SOMMA</b>	<b>67.03</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>6.09</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>17.19</b>				

*Tabella 17 – Durate di fissazioni, Modalità 1, Scenario II, il file di restituzione del partecipante P\_09 era privo di dati (indicato con NO DATA)*

#### Modalità 2

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_01	9.76	37.74	26%	45.96	47.80
P_02	12.37	27.31	45%	30.41	33.19
P_03	25.78	41.52	62%	45.36	50.12
P_04	1.62	2.34	69%	2.74	2.74
P_06	2.20	8.60	26%	11.82	16.12
P_07	6.22	23.02	27%	26.82	36.28
P_08	19.45	46.77	42%	52.51	73.67
P_09	12.26	28.58	43%	35.46	49.86
P_10	3.62	10.40	35%	11.94	19.10
<b>SOMMA</b>	<b>93.28</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>10.36</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>25.78</b>				

*Tabella 18 - Durate di fissazioni, Modalità 2, Scenario II*

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
<del>P_11</del>	<del>0.00</del>	<del>3.46</del>	<del>0%</del>	<del>0.16</del>	<del>18.26</del>
P_12	1.66	12.02	14%	14.88	16.60
P_13	12.01	28.55	42%	32.25	33.31
<del>P_14</del>	<del>0.00</del>	<del>1.16</del>	<del>0%</del>	<del>1.56</del>	<del>1.68</del>
P_15	1.62	6.26	26%	7.46	10.80
P_16	1.98	5.76	34%	6.50	14.50
P_17	NO DATA				
<del>P_18</del>	<del>0.00</del>	<del>2.18</del>	<del>0%</del>	<del>2.52</del>	<del>10.74</del>
P_21	1.46	6.34	23%	6.138	9.218
P_22	NO DATA				
P_23	3.64	16.48	22%	17.154	25.613
P_24	2.66	15.60	17%	17.52	26.218
P_25	3.90	27.82	14%	24.554	43.233
P_26	0.58	5.96	10%	6.54	8.14
<b>SOMMA</b>	<b>29.50</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>3.28</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>12.01</b>				

**Tabella 19** - Durate di fissazioni, Modalità 3, Scenario II, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato), i file di restituzione dei partecipanti P\_17 e P\_22 erano privi di dati (indicato con NO DATA)

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_27	21.41	43.29	49%	24.00	104.00
P_28	3.78	17.20	22%	4.00	66.00
P_29	13.72	40.76	34%	17.00	129.00
P_30	8.94	49.36	18%	12.00	169.00
<b>SOMMA</b>	<b>93.21</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>11.65</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>29.50</b>				

**Tabella 20** - Durate di fissazioni, Modalità 4, Scenario II

Dalle restituzioni riportate si evince come il confronto tra le medie dei rapporti percentuali dei partecipanti alle quattro modalità di prova sia differente dal precedente riscontrato con il primo scenario. In particolare si hanno rispettivamente:

M1: 32%

M2: 42%

M3: 22%

M4: 31%

Il laboratorio chimico è un ambiente molto caotico rispetto al precedente e con molti più elementi correlabili al rischio incendio, non sempre direttamente evidenti.

In particolare si noti come la modalità 2 sia più alta del 10% rispetto alla media della modalità 1, che non si discosta molto da quelle dello scenario precedente. Questo può essere stato dipeso dal fatto che i partecipanti alla terza prova abbiano utilizzato la chek list ridotta al generale scenario e che sia stato quindi necessario porre più attenzione all'individuazione dei fattori collegabili al rischio.

### 4.3.2 Risultati dei numeri di fissazione

#### Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_07	11	244	5%
P_08	2	75	3%
P_09	NO DATA		
P_10	22	197	11%
P_11	8	164	5%
P_12	2	74	3%
P_13	10	94	11%
P_14	22	197	11%
P_15	3	10	30%
P_16	3	113	3%
P_17	1	11	9%
P_18	2	70	3%
<b>SOMMA</b>	<b>86.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>7.82</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>22.00</b>		

**Tabella 21** - Numeri di fissazioni, Modalità 1, Scenario II, il file di restituzione del partecipante P\_09 era privo di dati (indicato con NO DATA)

#### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_01	12	124	10%
P_02	13	68	19%
P_03	23	102	23%
P_04	2	5	40%
P_06	3	46	7%
P_07	8	92	9%
P_08	25	180	14%
P_09	15	129	12%
P_10	5	51	10%
<b>SOMMA</b>	<b>106.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>11.78</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>25.00</b>		

**Tabella 22** - Numeri di fissazioni, Modalità 2, Scenario II

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
<del>P_11</del>	0	48	0%
P_12	2	47	4%
P_13	13	77	17%
<del>P_14</del>	0	5	0%
P_15	2	32	6%
P_16	3	42	7%
<del>P_17</del>	0	0	
<del>P_18</del>	0	31	0%
P_21	2	20	10%
P_22	NO DATA		
P_23	4	59	7%
P_24	4	60	7%
P_25	4	115	3%
P_26	1	22	5%
<b>SOMMA</b>	<b>35.00</b>		
<b>MEDIA VALORE</b>	<b>3.89</b>		
<b>MAX</b>	<b>13.00</b>		

**Tabella 23** - Numeri di fissazioni, Modalità 3, Scenario II nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato), il file di restituzione del partecipante P\_22 era privo di dati (indicato con NO DATA)

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_27	24.00	104.00	23%
P_28	4.00	66.00	6%
P_29	17.00	129.00	13%
P_30	12.00	169.00	7%
<b>SOMMA</b>	<b>109.89</b>		
<b>MEDIA VALORE</b>	<b>13.74</b>		
<b>MAX</b>	<b>35.00</b>		

**Tabella 24** - Numeri di fissazioni, Modalità 4, Scenario II

Anche nel caso del numero di fissazioni le medie percentuali ottenute dai rapporti si presentano altalenanti:

M1: 8%

M2: 16%

M3: 7%

M4:12%

La modalità 1 questa volta raccoglie una percentuale bassa e non in linea con le altre, eccezion fatta per la modalità 3 che anch'essa raccoglie poche fissazioni. In linea generale questo può essere dovuto anche agli errori totalizzati dallo stesso strumento nel captare i movimenti oculari. Avere un ridotto numero di fissazioni maggiori di 560 ms rispetto al totale può voler dire che la media dei soggetti, vista anche la mole di elementi di cui l'immagine è costituita, si è concentrata in generale sull'ambiente totalizzando tanti punti di fissazione ma senza soffermarsi. Questa considerazione è stata confermata nel paragrafo seguente attraverso la rappresentazione delle mappe di calore.

### 4.3.3 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati

A seguire l'immagine esplicativa di quanto definito precedentemente. Sulla foto è stato applicato il filtro dei conteggi assoluti per evidenziare il quantitativo di tutte le fissazioni prodotte (*Figura 12*) rispetto al filtro con i conteggi relativi (*Figura 13*). I punti di attenzione sono disseminati nell'ambiente, con delle concentrazioni nelle zone in cui è accumulato materiale pericoloso (ad esempio lungo gli scaffali).



*Figura 49 – Modalità 1, Raw, Absolute count*



*Figura 50 – Modalità 1, Raw, Relative count*

## 4.4 SCENARIO III

Lo Scenario 3 ha riguardato le ambientazioni facenti parte del Livello III inerenti i luoghi di spettacolo. In particolare si andranno ad analizzare due immagini raffiguranti spazi di diversa natura in termini di disposizione delle persone fruitrici. In questi ambienti il tema del rischio incendio viene affrontato seguendo un approccio diverso, perché in questo caso l'attenzione ricade direttamente sui soggetti fruitori di tali spazi e di come questi possano recepirne il pericolo, qualora ci fosse.

Le immagini scelte per i confronti sono due, rispettivamente un teatro con vista sulla platea e un concerto all'aperto in uno stadio.



*Figura 51 – Teatro, vista platea*



*Figura 52 – Concerto all'aperto in uno stadio*

#### 4.4.1 Risultati dei tempi di fissazione - Teatro

##### Modalità 1

Partecipanti	Tempo di fissazioni > a 560 ms	Durata totale di tutte le fissazioni	% fissazioni > 560 ms rispetto al totale	Tempo totale*	Tempo totale
P_07	4.76	15.90	30%	22.22	30.74
P_08	3.14	11.08	28%	13.94	23.18
P_09	2.82	12.34	23%	15.96	23.80
P_10	1.14	8.80	13%	9.64	28.54
P_11	7.18	15.34	47%	18.46	23.80
P_12	0.66	3.54	19%	1.54	14.28
P_13	6.00	20.48	29%	21.36	31.98
<del>P_14</del>	<del>0.00</del>	<del>4.42</del>	<del>0%</del>	<del>8.74</del>	<del>17.52</del>
P_15	3.76	8.58	44%	11.02	12.70
P_16	2.22	13.98	16%	10.90	36.98
<del>P_17</del>	<del>0.00</del>	<del>0.64</del>	<del>0%</del>	<del>0.82</del>	<del>2.48</del>
<del>P_18</del>	<del>1.00</del>	<del>7.82</del>	<del>13%</del>	<del>9.26</del>	<del>12.06</del>
<b>SOMMA</b>	<b>32.67</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>3.27</b>				
<b>VALORE MAX</b>	<b>7.18</b>				

*Tabella 25 - Durate di fissazioni, Modalità 1, Immagine 1, Scenario III nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato)*

##### Modalità 2

Partecipanti	Tempo di fissazioni > a 560 ms	Durata totale di tutte le fissazioni	% fissazioni > 560 ms rispetto al totale	Tempo totale*	Tempo totale registrato
P_01	11.89	26.15	45%	29.91	32.17
P_02	4.18	22.80	18%	27.18	29.18
P_03	13.59	32.91	41%	36.73	42.33
P_04	0.00	1.54	0%	1.76	1.76
P_06	1.82	6.44	28%	9.04	13.54
P_07	7.50	20.70	36%	22.72	30.10
P_08	NO DATA				
P_09	7.40	21.58	34%	27.74	47.30
<del>P_10</del>	<del>2.16</del>	<del>3.50</del>	<del>62%</del>	<del>3.92</del>	<del>3.92</del>
<b>SOMMA</b>	<b>48.54</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>6.93</b>				
<b>VALORE MAX</b>	<b>13.59</b>				

*Tabella 26 - Durate di fissazioni, Modalità 2, Immagine 1, Scenario III nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato), il file di restituzione del partecipante P\_08 era privo di dati (indicato con NO DATA)*

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_11	0.00	3.46	0%	0.16	18.26
P_12	1.66	12.02	14%	14.88	16.60
P_13	12.01	28.55	42%	32.25	33.31
P_14	0.00	1.16	0%	-1.56	1.68
P_15	1.62	6.26	26%	7.46	10.80
P_16	1.98	5.76	34%	6.50	14.50
P_17	NO DATA				
P_18	0.00	2.18	0%	2.52	10.74
P_21	1.46	6.34	23%	6.138	9.218
P_22	NO DATA				
P_23	3.64	16.48	22%	17.154	25.613
P_24	2.66	15.60	17%	17.52	26.218
P_25	3.90	27.82	14%	24.554	43.233
P_26	0.58	5.96	10%	6.54	8.14
<b>SOMMA</b>	<b>29.50</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>3.28</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>12.01</b>				

*Tabella 27 - Durate di fissazioni, Modalità 3, Immagine 1, Scenario III, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (qui indicati con il segno barrato), i file di restituzione del partecipante P\_17 e P\_22 erano privi di dati (indicato con NO DATA)*

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_27	21.41	43.29	49%	24.00	104.00
P_28	3.78	17.20	22%	4.00	66.00
P_29	13.72	40.76	34%	17.00	129.00
P_30	8.94	49.36	18%	12.00	169.00
<b>SOMMA</b>	<b>93.21</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>11.65</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>29.50</b>				

*Tabella 28 - Durate di fissazioni, Modalità 4, Immagine 1, Scenario III*

Analizzando i valori è possibile notare come ci siano andamenti discostanti in termini di durata di fissazioni, in particolare guardando le medie delle percentuali:

M1: 27%

M2: 38%

M3: 27%

M4:14%

è possibile constatare come il cambiamento di visualizzazione degli scenari dalla fine all'inizio non sembra portare differenze in termini di aumento di fissazioni nelle modalità 3 e 4 dovute all'ipotesi di un livello di attenzione più alto.

Altro confronto può essere effettuato confrontando i valori del tempo totale registrato settato togliendo i numeri per i quali il dispositivo non ha rilevato lo sguardo (Eyes not found) o semplicemente le persone hanno visualizzato la check list. Tendenzialmente, più il valore è alto e più le persone si concentrano sulla visualizzazione dell'immagine. In questo caso specifico i rapporti definiti dal calcolo sono tutti maggiori al 50%, questo ci fa capire che i soggetti si siano soffermati sull'immagine più di quanto abbiano osservato la check list. Inoltre, i soggetti venivano dall'analisi autonoma di altre ambientazioni molto più complesse, questo potrebbe aver ridotto il tempo di analisi di questo scenario, colpa del decadimento limitato nel tempo dell'attenzione.

#### 4.4.2 Risultati dei numeri di fissazione - Teatro

##### Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_07	11	244	5%
P_08	2	75	3%
P_09	NO DATA		
P_10	22	197	11%
P_11	8	164	5%
P_12	2	74	3%
P_13	10	94	11%
P_14	22	197	11%
P_15	3	10	30%
P_16	3	113	3%
P_17	1	11	9%
P_18	2	70	3%
<b>SOMMA</b>	<b>86.00</b>		
<b>MEDIA VALORE</b>	<b>7.82</b>		
<b>MAX</b>	<b>22.00</b>		

*Tabella 29 - Numeri di fissazioni, Modalità 1, Immagine 1, Scenario III, il file di restituzione del partecipante P\_09 era privo di dati (indicato con NO DATA)*

##### Modalità 2

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_01	12	124	10%
P_02	13	68	19%
P_03	23	102	23%
P_04	2	5	40%
P_06	3	46	7%
P_07	8	92	9%
P_08	25	180	14%
P_09	15	129	12%
P_10	5	51	10%
<b>SOMMA</b>	<b>106.00</b>		
<b>MEDIA VALORE</b>	<b>11.78</b>		
<b>MAX</b>	<b>25.00</b>		

*Tabella 30 - Numeri di fissazioni, Modalità 2, Immagine 1, Scenario III*

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
<del>P_11</del>	0	48	0%
P_12	2	47	4%
P_13	13	77	17%
<del>P_14</del>	0	5	0%
P_15	2	32	6%
P_16	3	42	7%
<del>P_17</del>	0	0	
<del>P_18</del>	0	31	0%
P_21	2	20	10%
P_22	NO DATA		
P_23	4	59	7%
P_24	4	60	7%
P_25	4	115	3%
P_26	1	22	5%
<b>SOMMA</b>	<b>35.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>3.89</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>13.00</b>		

**Tabella 32** - Numeri di fissazioni, Modalità 3, Scenario II, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato), il file di restituzione del partecipante P\_22 era privo di dati (indicato con NO DATA)

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_27	24.00	104.00	23%
P_28	4.00	66.00	6%
P_29	17.00	129.00	13%
P_30	12.00	169.00	7%
<b>SOMMA</b>	<b>109.89</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>13.74</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>35.00</b>		

**Tabella 32** - Numeri di fissazioni, Modalità 4, Scenario II

I risultati ottenuti in termini di media del numero di rapporto percentuale di fissazioni sono i seguenti:

M1: 7%

M2: 14%

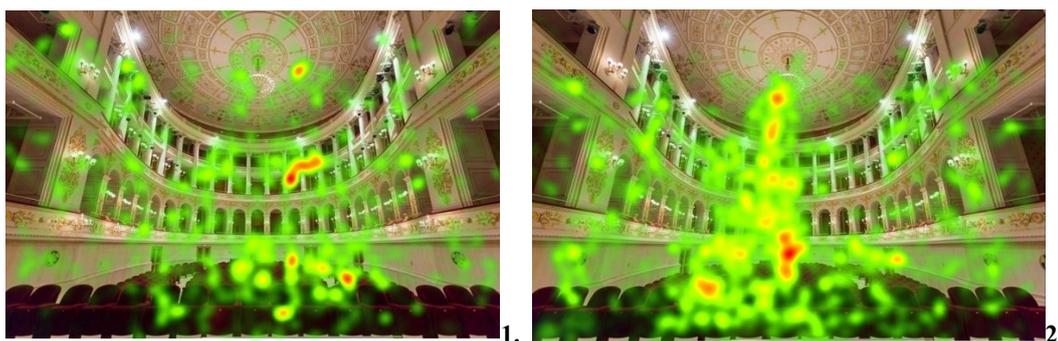
M3: 9%

M4: 5%

I valori risultano essere bassi per tutte le modalità tranne quella riguardante la seconda prova. La modalità 3 nella restituzione della presente immagine analizzata ha totalizzato diversi errori da parte della strumentazione che hanno inevitabilmente portato a eliminare dagli indici di confronto i soggetti in questione.

#### 4.4.3 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati - Teatro

Si riportano le seguenti rappresentazioni grafiche di durate relative di fissazioni, esaustive nello spiegare come i soggetti che hanno analizzato l'immagine senza check list si siano comportati rispetto agli altri:



*Figura 53 – Modalità 1, Raw, Relative duration*

*Figura 54 – Modalità 1, Raw, Relative duration*

Nella prima immagine riguardante la modalità 1 si nota una disposizione dei focus di fissazioni abbastanza omogenea, con picchi in prossimità del lampadario (il non perfetto posizionamento può essere dovuto ad una non perfetta stabilizzazione del sensore), lungo i cornicioni dove è presente l'impianto illuminotecnico e sulle vie di uscita. La terza immagine è rappresentativa di come non avendo a disposizione una linea guida e andando a visualizzare un ambiente più dispersivo dei precedenti, l'occhio umano tenda a focalizzarsi centralmente, non soffermandosi su tutti gli oggetti a differenza di quanto invece farebbe con l'ausilio di un'elencazione di elementi presenti (es. i fari posti a destra e sinistra negli angoli superiori dell'immagine).

#### 4.4.4 Risultati dei tempi di fissazione - Concerto

##### Modalità 1

Partecipanti	Tempo di fissazioni > a 560 ms	Durata totale di tutte le fissazioni	% fissazioni > 560 ms rispetto al totale	Tempo totale*	Tempo totale
<del>P_07</del>	<del>0.00</del>	<del>1.84</del>	<del>0%</del>	<del>3.62</del>	<del>9.20</del>
P_08	3.16	6.74	47%	7.92	19.12
P_09	0.76	10.20	7%	13.98	22.98
P_10	1.72	7.58	23%	11.54	20.02
P_11	2.18	10.16	21%	13.54	16.56
P_12	0.56	6.12	9%	7.38	14.10
P_13	3.16	16.56	19%	16.12	32.32
<del>P_14</del>	<del>0.00</del>	<del>3.82</del>	<del>0%</del>	<del>6.76</del>	<del>15.44</del>
<del>P_15</del>	<del>0.00</del>	<del>0.84</del>	<del>0%</del>	<del>1.30</del>	<del>3.88</del>
P_16	5.60	12.24	46%	5.52	33.14
<del>P_17</del>	<del>0.00</del>	<del>0.52</del>	<del>0%</del>	<del>0.76</del>	<del>1.28</del>
P_18	0.58	3.20	18%	4.24	5.36
<b>SOMMA</b>	<b>17.72</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>2.21</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>5.60</b>				

*Tabella 33 - Durate di fissazioni, Modalità 1, Immagine 2, Scenario III, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato)*

##### Modalità 2

Partecipanti	Tempo di fissazioni > a 560 ms	Durata totale di tutte le fissazioni	% fissazioni > 560 ms rispetto al totale	Tempo totale*	Tempo totale registrato
P_01	9.96	27.56	36%	31.80	40.06
P_02	10.08	24.16	42%	41.36	69.36
P_03	18.71	42.65	44%	49.15	52.51
<del>P_04</del>	<del>0.00</del>	<del>2.94</del>	<del>0%</del>	<del>3.98</del>	<del>6.60</del>
<del>P_06</del>	<del>0.00</del>	<del>1.84</del>	<del>0%</del>	<del>2.92</del>	<del>3.08</del>
P_07	1.36	34.64	4%	45.34	54.90
P_08	GIA' FINITA				
P_09	0.80	3.70	22%	5.04	8.54
P_10	1.46	4.44	33%	5.02	11.56
<b>SOMMA</b>	<b>42.37</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>7.06</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>18.71</b>				

*Tabella 34 - Durate di fissazioni, Modalità 2, Immagine 2, Scenario III nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato), il file di restituzione del partecipante P\_08 non c'è perché la prova si è conclusa prima*

### Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_11	1.98	8.50	23%	6.14	45.78
P_12	4.32	27.06	16%	33.36	35.80
P_13	15.71	38.91	40%	45.85	46.57
P_14	0.90	16.78	5%	17.12	27.46
P_15	30.45	56.21	54%	60.15	95.63
P_16	3.04	10.86	28%	12.98	14.78
P_17	7.22	52.98	14%	64.82	81.96
P_18	0.58	7.02	8%	-0.42	53.68
P_21	16.57	48.53	34%	46.43	80.64
P_22	13.20	46.12	29%	45.95	74.63
P_23	13.53	48.83	28%	55.05	84.15
P_24	1.34	9.98	13%	11.18	27.50
P_25	43.82	128.20	34%	119.19	212.14
P_26	26.91	86.85	31%	110.76	132.28
<b>SOMMA</b>	<b>179.57</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>12.83</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>43.82</b>				

*Tabella 35 - Durate di fissazioni, Modalità 3, Immagine 2, Scenario III*

### Modalità 4

<i>Partecipanti</i>	<i>Tempo di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Durata totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>	<i>Tempo totale*</i>	<i>Tempo totale registrato</i>
P_27	22.03	85.77	26%	93.63	133.69
P_28	16.44	60.54	27%	73.65	89.99
P_29	6.32	63.44	10%	68.09	89.07
P_30	6.06	42.78	14%	34.34	58.02
<b>SOMMA</b>	<b>50.85</b>				
<b>MEDIA</b>	<b>12.71</b>				
<b>VALORE</b>					
<b>MAX</b>	<b>22.03</b>				

*Tabella 36 - Durate di fissazioni, Modalità 4, Immagine 2, Scenario III*

Nell'analisi dei dati un indice che sembra si discosti molto tra modalità 1 - 2 e modalità 3 - 4 è la media. In particolare nelle prime due modalità di prova assume un valore molto basso che spiega come l'attenzione dei partecipanti possa diminuire procedendo verso il termine della prova. Infatti, nelle modalità 3 e 4 in cui lo scenario 3 viene osservato per primo in linea temporale, si raggiungono medie più alte e conformi alla

media dei valori degli altri scenari. Il rapporto percentuale invece resta tutto sommato in linea:

M1=16%

M2=23%

M3=26%

M4=19%

Questo può significare come le percentuali di durata di fissazioni maggiori di 560 ms in rapporto alla durata delle fissazioni totali resti in linea con i risultati ottenuti nei precedenti casi, mantenendone quindi la proporzionalità.

#### 4.4.5 Risultati dei numeri di fissazione - Concerto

Modalità 1

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
<del>P_07</del>	0	26	0%
P_08	4	57	7%
P_09	1	78	1%
P_10	1	64	2%
P_11	3	47	6%
P_12	1	41	2%
P_13	5	90	6%
<del>P_14</del>	0	44	0%
<del>P_15</del>	0	10	0%
P_16	8.00	104.00	8%
<del>P_17</del>	0	4	0%
P_18	1.00	19.00	5%
<b>SOMMA</b>	<b>24.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>3.00</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>8.00</b>		

*Tabella 37 - Numeri di fissazioni, Modalità 1, Immagine 2, Scenario III, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (indicati con il segno barrato)*

## Modalità 2

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>%fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_01	13	111	12%
P_02	14	204	7%
P_03	20	127	16%
<del>P_04</del>	0	18	0%
<del>P_06</del>	0	8	0%
P_07	2	179	1%
P_08	GIA' FINITA		
P_09	1	20	5%
P_10	1	20	5%
<b>SOMMA</b>	<b>51.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>8.50</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>20.00</b>		

**Tabella 38** - Numeri di fissazioni, Modalità 2, Immagine 2, Scenario III, nei risultati di tale prova sono stati riscontrati errori dati da possibili anomalie del software (qui indicati con il segno barrato), il file di restituzione del partecipante P\_08 non c'è perché la prova si è conclusa prima

## Modalità 3

<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>%fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_11	3	83	4%
P_12	7	113	6%
P_13	15	109	14%
P_14	1	82	1%
P_15	35	224	16%
P_16	4	46	9%
P_17	9	243	4%
P_18	1	156	1%
P_21	18	152	12%
P_22	18	165	11%
P_23	13	152	9%
P_24	2	45	4%
P_25	51	411	12%
P_26	33	258	13%
<b>SOMMA</b>	<b>210.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>15.00</b>		
<b>VALORE MAX</b>	<b>51.00</b>		

**Tabella 39** - Numeri di fissazioni, Modalità 3, Immagine 2, Scenario III

#### Modalità 4

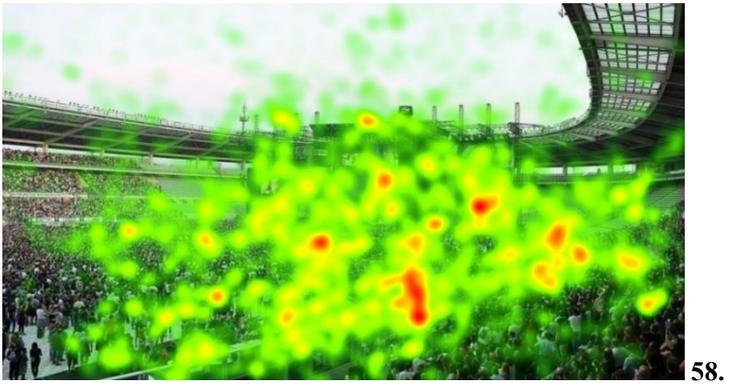
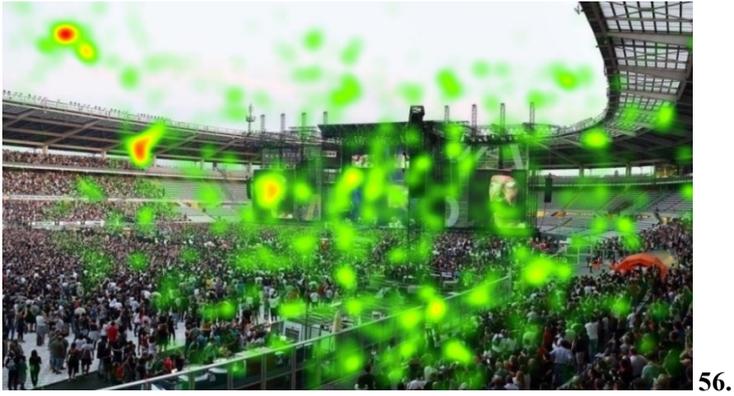
<i>Partecipanti</i>	<i>Numero di fissazioni &gt; a 560 ms</i>	<i>Numero totale di tutte le fissazioni</i>	<i>% fissazioni &gt; 560 ms rispetto al totale</i>
P_27	28	300	9%
P_28	22	185	12%
P_29	9	249	4%
P_30	7	171	4%
<b>SOMMA</b>	<b>66.00</b>		
<b>MEDIA</b>	<b>16.50</b>		
<b>VALORE</b>			
<b>MAX</b>	<b>28.00</b>		

*Tabella 40 - Numeri di fissazioni, Modalità 4, Immagine 2, Scenario III*

Dai risultati del numero di fissazioni si può effettuare un ulteriore confronto che può avvalorare l'ipotesi del decremento di attenzione al variare dell'ordine di visualizzazione degli scenari. Per le modalità 1-2 sono stati ottenute medie del quantitativo di fissazioni > 560 ms decisamente basse e a tratti nulle, proprio come accadeva per le modalità 3 e 4 dello SCENARIO I.

#### **4.4.6 Analisi qualitativa dei punti più focalizzati – Concerto**

Si riportano le seguenti rappresentazioni grafiche di durate assolute di fissazioni per ogni modalità, esplicative di quanto detto prima della durata di fissazioni differente e influenzabile dall'ordine in cui l'immagine viene vista, se al termine della prova (M1-M2) o all'inizio (M3-M4). I focus sono molti di più come anche i punti in cui l'occhio si è soffermato per più tempo (sone rosse). Confrontando tra Modalità 3 e 4 si percepisce dalla maggior nitidezza delle forme di come i partecipanti alla terza prova siano stati aiutati dall'elencazione proposta dalla check list, mentre per i partecipanti alla quarta prova le risultati sono più offuscati. Da ciò è possibile dedurre che ambienti caotici come i luoghi di spettacolo, quindi sia chiusi come il teatro che all'aperto come il concerto, risultino di più complessa interpretazione, motivo per il quale i soggetti tendano ad escludere determinati elementi in cui può essere insito il rischio incendio.



*Figura 55-56 -57-58 – Modalità 1, Raw, Absolute duration*

## 5. DISCUSSIONE

Dallo studio svolto si sono potute ricavare le seguenti informazioni.

1. Analizzando le risposte oculari dei partecipanti, lo SCENARIO I si presenta come il più regolare in termini di tempo e numero di fissazioni. Quanto appena detto è coerente con la tipologia di ambientazione proposta, ovvero uno spazio familiare alle persone soggette alla prova che si ricorda essere per lo più studenti e personale, poco caotico e con la presenza di elementi connessi al rischio incendio ben distinti e di dimensioni tali da poter essere visualizzati nell'immediato. Ciò è stato confermato anche dall'analisi sulle mappe di calore, che hanno evidenziato come le zone nelle quali si sono distinte le concentrazioni di fissazioni siano puntuali e dovute alla poca visibilità dell'oggetto in questione.
2. Lo SCENARIO II è sicuramente molto differente dal primo. L'ambientazione si presenta caotica, non familiare in quanto non si tratta di un luogo utilizzato quotidianamente da tutti, bensì soltanto da alcuni soggetti e solitamente esperti. Lo spazio è pieno di oggetti da visionare e questo ha portato le persone ad effettuare un alto numero di fissazioni che non hanno evidenziato particolari punti di concentrazione come nel primo scenario. Un ulteriore commento da fare riguarda in particolare la modalità 4, in cui le persone si sono trovate ad effettuare la prova senza l'utilizzo di check-list. Tale metodologia è risultata molto utile, in generale in ogni scenario, per poter capire come i soggetti analizzano gli ambienti senza avere a disposizione una linea guida. Ascoltando i loro ragionamenti insieme all'analisi dei dati restituiti dallo strumento, si evince che in uno spazio come il laboratorio alcuni elementi non siano conosciuti come la cappa chimica o il cui significato sia poco chiaro, come la non-distinzione tra materiali infiammabili e materiali esplosivi. Gli argomenti più trattati e sui quali le persone si focalizzano maggiormente sono le vie di fuga ed i segnali di emergenza (in questo contesto non presenti), in alcuni casi anche di più dell'analisi dettagliata degli elementi peggiorativi del rischio, per

esempio il phon con la spina attaccata ed in prossimità del lavello presente in una seconda immagine non commentata, non è stato visto da tutti.

3. Lo SCENARIO III si differenzia dai primi due, le ambientazioni scelte presentano una concentrazione di persone elevata e poco gestibile in termini di emergenza incendio. Dai dati numerici riscontrati in termini sia di tempo che di numero di fissazioni si evince come la variabile attenzione nell'esecuzione della prova possa essere davvero determinante per i risultati. Le mappe di calore dei due luoghi proposti, anche se molto differenti, hanno evidenziato come la percezione e ricerca di elementi correlati al rischio incendio senza l'utilizzo della check list abbia un andamento molto discostante da ciò che si potrebbe dedurre con l'utilizzo di una linea guida.

## 6. CONCLUSIONI

La tesi intendeva valutare la percezione e l'individuazione del rischio incendio in differenti scenari costruiti, aventi ognuno proprie caratteristiche in termini di pericolosità, considerando anche l'utilizzo di diverso materiale di supporto alla valutazione (check list).

La tecnologia eye-tracking è risultata fondamentale ai fini della ricerca perché ha permesso l'utilizzo quantitativo dei dati di fissazione capaci di analizzare e studiare il comportamento oculare dei soggetti che hanno preso parte alle prove.

Tuttavia, vi sono diverse variabili capaci di modificare il concetto di movimento dello sguardo avente di partenza come unico fine quello di definire il rischio incendio negli ambienti proposti. Infatti, è stato visto come l'ordine delle prove incida, in quanto più il test è lungo, più il soggetto può perdere concentrazione nella valutazione dell'immagine.

Inoltre, se da una parte l'utilizzo di checklist permetta una maggior "concentrazione" del soggetto sull'ambiente proposto dovuta alla ricerca di elementi significativi di rischio, dall'altra porta a non definire chiaramente le concentrazioni dei punti focali per le quali il soggetto avrebbe avuto una preferenza senza l'utilizzo di una linea guida.

E' bene ricordare come lo strumento mostri alcuni errori di accuratezza che possono essere legati al soggetto (come caratteristiche della pupilla, per esempio il colore) e alle modalità di prova intraprese, questo perché è possibile che il soggetto assuma posizioni della testa "scorrette" per il software, capaci di portare ad una errata registrazione dell'immagine e ad una non corrispondenza dei punti e traiettorie di sguardo.

In generale, l'obiettivo della tesi si considera perseguito in quanto l'utilizzo della tecnologia di Eye Tracking si è confermata un ottimo metodo al fine di ottenere dati necessari ad implementare l'analisi del comportamento oculare della persona in relazione ai propri livelli di percezione ed identificazione del rischio incendio.

Il lavoro svolto in questa tesi costituisce un punto di partenza da cui ne dovrà scaturire un'analisi approfondita, in modo da allargare il campione ad un numero statisticamente più significativo, considerando più persone, anche di diversa cultura e formazione.

Possibili sviluppi possono riguardare:

- la valutazione incrociata dell'attenzione rispetto alla percezione del rischio secondo elementi di frequenza e magnitudo stimata dai soggetti;
- lo sviluppo di modelli predittivi per l'analisi del rischio e la costituzione di strumenti di supporto per sviluppare future check list utili alla formazione dei soggetti;
- possibilità di impiegare queste tecniche anche in ambienti reali, per l'utilizzo diretto sul luogo di lavoro da parte dei professionisti, in combinazione a tecniche di riconoscimento dell'immagine per evidenziare rischi e condizioni critiche e potendo usufruire anche della modalità immersiva virtuale.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] R.A. Haslam, S.A. Hide, A.G. Gibb, D.E. Gyi, T. Pavitt, S. Atkinson, et al., 2005, *Contributing factors in construction accidents*. Appl. Ergon., 36 (4) (2005), pp. 401-415.
- [2] J. Rasmussen, 1997, *Risk management in a dynamic society: a modelling problem*, Saf. Sci., 27 (2) (1997), pp. 183-213.
- [3] A. Suraji, A.R. Duff, S.J. Peckitt, 2001, *Development of causal model of construction accident causation*, J. Constr. Eng. Manage., 127 (4) (2001), pp. 337-344.
- [4] A.J.P. Tixier, M.R. Hallowell, A. Albert, L. van Boven, B.M. Kleiner, 2014, A.J.P. Tixier, M.R. Hallowell, A. Albert, L. van Boven, B.M. Kleiner, J. Constr. Eng. Manage., 140 (2014).
- [5] De Pasquale, F., Favero, G., Ferrari, D., Gobba, F., Ricci, F., Bravo, G., Madeddu, A., Soddu, S., 2012 *Percezione e rappresentazione del rischio in edilizia*. Volume II | Evoluzione del progetto.
- [6] Dario Babi', Helena Dijani', Lea Jakob, Darko Babi', Eduardo Garcia-Garzon, 2020 *Driver eye movements in relation to unfamiliar traffic signs: An eye tracking study*. Applied Ergonomics 89 (2020) 103191.
- [7] Jue Lia, Heng Li, Hongwei Wang, Waleed Umer, Hong Fu, Xuejiao Xing, 2019 *Evaluating the impact of mental fatigue on construction equipment operators' ability to detect hazards using wearable eye-tracking technology*. Automation in Construction 105 (2019) 102835.
- [8] Mohammad A. Hassanain, 2009 *Approaches to qualitative fire safety risk assessment in hotel facilities*. Structural Survey Vol. 27 No. 4, 2009 pp. 287-300
- [9] Crundall, D., Underwood, G., 2011. *Visual attention while driving: measures of eye movements used in driving research*. In: Porter, B.E. (Ed.), Handbook of Traffic Psychology. Academic Press, San Diego, pp. 137–148 (Chapter 11).
- [10] Meng-Jung Tsai, Huei-Tse Hou, Meng-Lung Lai, Wan-Yi Liu, Fang-Ying Yang, 2011 *Visual attention for solving multiple-choice science problem: An eye-tracking analysis*. Computers & Education 58 (2012) p. 375-85.
- [11] Hyönä, J., Lorch Jr., R.F., Kaakinen, J.K., 2002. *Individual differences in reading to summarize expository text: evidence from eye fixation patterns*. J. Educ. Psychol. 94, 44.
- [12] Gandini, D., Lemaire, P., Dufau, S., 2008. *Older and younger adults' strategies in approximate quantification*. Acta Psychol. 129, 175–189.
- [13] Eckstein, M.K., Guerra-Carrillo, B., Miller Singley, A.T., Bunge, S.A., 2017. *Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development?* Developmental Cognitive Neuroscience 25, 69–91. doi: 10.1016/j.dcn.2016.11.001
- [14] Ding, N., 2020. *The effectiveness of evacuation signs in buildings based on eye tracking experiment*. Natural Hazards 103, 1201–1218. doi:101007/s11069-020-04030-8
- [15] Poole, A., Ball, L.J., 2006. *Eye Tracking in HCI and Usability Research*, in: Encyclopedia of Human Computer Interaction. IGI Global, pp. 211–219. doi: 10.4018/978-1-59140-562-7.ch034

- [16] Liu, Z.Q., Yuan, X.G., 2009. *Comparison of Expert and Novice Eye Movement Behaviors During Simulated Landing Flight*. Space Medicine & Medical Engineering 22, p. 358.
- [17] Zijun LI, Shu-qui ZHAO, Long SU, Chan-juan LIAO, 2017 *Study on the Operators' Attention of Different Areas in University Laboratories Based on Eye Movement Tracking Technology*. IEEE Access (2020).
- [18] Shu-qui ZHAO, Cheng-lang XIANG, Long SU, Zi-yan JIANG, Chan-juan LIAO, 2017 *Study on the Eye Movement Characteristics of Fire Hazard Identification in University Laboratories*. Procedia Engineering 211 (2018) p. 433-440.
- [19] Ren-Jye Dzeng, Chin-Teng Lin, Yi-Cho Fang, 2015 *Using eye-tracker to compare search patterns between experienced and novice workers for site hazard identification*. Safety Science 82 (2016) p. 56-67.
- [20] R. B. O. Pinheiroa, N. Pradhanangab, R. Jianuc and W. Orabib, 2016 *Eye-Tracking Technology for Construction Safety: A Feasibility Study*. 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016).
- [21] Derya Horasan, Mahmut Horasan, *Quantitative and Qualitative Risk Assessments – A Highly Neglected Methodology*. Scientific Fire Services Pty Ltd. Centre for Environmental Safety and Risk Engineering (CESARE), Victoria University.
- [22] d.m. 10 marzo 1998 - *Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro*
- [23] d.m. 9 marzo 2007 - *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco*
- [24] Sabatino, R., Cordisco, A., Giuffrida, M., INAIL Dipartimento Tecnologie di Sicurezza, 2014 *SICUREZZA ANTINCENDIO - Valutazione del rischio incendio*.
- [25] Land M.F., Hayhoe M. (2001) *In what ways do eye movements contribute to everyday activities?* Vision Research 41:3559–3565. doi: 10.1016/S0042-6989(01)00102-X
- [26] Li J, Zhang Z, Jing F, et al (2020) *An evaluation of urban green space in Shanghai, China, using eye tracking*. Urban Forestry & Urban Greening 56:126903. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126903
- [27] Karrie E. Godwin, Freya Kaur, 2020, *Investigation of Attentional Decay: Implications for Instruction*. The Author(s).
- [28] Jaromir Przybyło, Eliaz Kańtoch, Piotr Augustyniak, 2019, *Eyetracking-based assessment of affect-related decay of human performance in visual tasks*. Future Generation Computer Systems.
- [29] Zohreh Sharafi, Timothy Shaffer, Bonita Sharif, Yann-Gaël Guéhéneuc, 2015, *Eye-Tracking Metrics in Software Engineering*, Conference: Asia-Pacific Software Engineering Conference.

# ALLEGATI

**I**

# INFORMATIVA

Attività: EYETRACKING PER FIRE RISK ASSESSMENT -  
SETTEMBRE-OTTOBRE 2021

## 1. IDENTITA' E DATI DI CONTATTO DEL TITOLARE DEL TRATTAMENTO, E DATI DI CONTATTO DEL RESPONSABILE DELLA PROTEZIONE DEI DATI

Titolari/responsabili del trattamento sono gli organizzatori delle prove sperimentali nell'ambito di attività di ricerca dell'Università Politecnica delle Marche in persona del Magnifico Rettore pro-tempore (Legale rappresentante) - Indirizzo: P.zza Roma, n.22, 60121 ANCONA - tel. 071.2201 – pec.: protocollo@pec.univpm.it . Gli organizzatori afferiscono al dipartimento DICEA: Prof. Marco D'Orazio, Dott. Gabriele Bernardini.

## 2. PER CHI

L'esperienza virtuale è rivolta ai maggiori di 18 anni.  
I partecipanti partecipano alla prova volontariamente.  
Non possono partecipare alla prova coloro che:

- siano soggetti a malesseri fisici (es. mal di testa, influenza, stanchezza, problemi virali agli occhi) legati all'uso del videoterminale;
- soffrano di epilessia o altri disturbi potenzialmente associati agli stimoli visivi.

In caso di malessere chiedere immediatamente l'interruzione dell'esperienza all'operatore presente.

## 3. FINALITA' DELLA PROVA E ATTIVITA'

1. La prova ha la finalità di comprendere le modalità di indagine su foto in ambito di problematiche di ingegneria della sicurezza, e in particolare per le tematiche antincendio; 2. In particolare, verrà effettuato tracciamento dei movimenti oculari (tramite apparecchi eye-tracking) mentre si visioneranno delle foto proposte dagli organizzatori; 3. Durante la prova il soggetto non dovrà compiere azioni brusche.

Durante la prova il partecipante esonera tutti gli addetti dell'organizzazione delle prove e l'Università Politecnica delle Marche da qualunque evento fortuito possa verificarsi durante la prova stessa, assumendosi la piena responsabilità della propria condotta durante lo svolgimento della prova. In particolare, si assume la piena responsabilità in relazione alla strumentazione fornita per la prova (device per eye-tracking), in caso di problemi riscontrati allo stesso o incluso danneggiamento anche fortuito.

## 4. TIPOLOGIA DI DATI TRATTATI; FINALITA E BASE GIURIDICA DEL TRATTAMENTO

All'inizio della prova, al partecipante sarà somministrato un questionario anonimo con indicazione di sesso, età, problemi alla vista, dati relativi alla prova svolta. Nel questionario NON viene richiesto il nome. Il questionario sarà catalogato con lo stesso codice identificativo della prova. Sarà quindi raccolto un video della prova dalla prospettiva del partecipante (verrà registrato esattamente ciò che il partecipante vedrà sul suo occhiale

eyetracking, quindi non ci saranno registrazioni video del soggetto durante la prova). La prova sarà indicata da un codice identificativo progressivo che non avrà riferimento ai dati della persona (no nome, cognome, mail, indirizzo etc). Gli unici dati personali trattati sono quelli indicati nel consenso a partecipare alla prova.

I suddetti dati saranno utilizzati a scopo di ricerca scientifica da parte dell'Università stessa, per pubblicazioni sia cartacee che digitali.

L'Ateneo si impegna a non fare dei dati uso alcuno che possa risultare lesivo della dignità, della reputazione o del decoro dell'interessato.

La prova inoltre verrà svolta in accordo ai protocolli per la fase 3 emergenza da COVID-19 dell'Università politecnica delle Marche, con igienizzazione di postazione di prova e strumentazione di prova da parte degli addetti ad ogni test e ad ulteriore richiesta del volontario. Gli addetti mettono anche a disposizione del volontario gel igienizzante per procedure individuali. Addetti e volontari dovranno applicare tutte le indicazioni procedurali dei protocolli per la fase 3 emergenza da COVID-19 dell'Università politecnica delle Marche, nonché della buona prassi e della letteratura, inclusa quella fornita dal produttore della strumentazione (Tobii), e in primis la distanza interpersonale durante la prova e l'uso di mascherine, oltre all'igiene individuale.

#### **5. OBBLIGO DI FORNIRE I DATI E LE CONSEGUENZE DEL MANCATO CONFERIMENTO DEI DATI**

Il conferimento del consenso all'uso dei dati di cui al punto 4 è facoltativo e richiede una manifestazione espressa. La mancata manifestazione del consenso comporta l'esclusione dell'interessato dalla partecipazione all'attività.

#### **6. PERIODO DI CONSERVAZIONE**

I dati raccolti saranno conservati negli archivi dell'ateneo per avere una memoria storica dell'attività a fini di ricerca scientifica e per eventuali pubblicazioni storiche periodiche. La conservazione sarà effettuata per un arco di tempo comunque non superiore al conseguimento delle finalità per le quali sono trattati e/o per il tempo necessario per obblighi di legge. La verifica sulla obsolescenza dei dati conservati in relazione alle finalità per cui sono stati raccolti viene effettuata periodicamente.

#### **7. PROFILAZIONE**

I dati personali non sono soggetti a ad alcun processo decisionale interamente automatizzato, ivi compresa la profilazione.

#### **8. I DIRITTI DELL'INTERESSATO (REVOCA, ACCESSO, RETTIFICA, CANCELLAZIONE, LIMITAZIONE, OPPOSIZIONE, PORTABILITA', RECLAMO)**

In riferimento ai dati personali conferiti, l'interessato è titolare del diritto:

- di revoca del consenso eventualmente prestato per i trattamenti non obbligatori dei dati, con la precisazione che la revoca del consenso non pregiudica la liceità del trattamento effettuato fino alla revoca stessa;
- di accesso ai propri dati personali;

- di ottenere la rettifica o la cancellazione degli stessi o la limitazione del trattamento che lo riguardano;
- di opporsi al trattamento;
- alla portabilità dei dati (diritto applicabile ai soli dati in formato elettronico), così come disciplinato dall'art. 20 del Regolamento UE 2016/679;

Al fine di esercitare i diritti di cui sopra l'interessato potrà rivolgersi al Responsabile della Protezione Dati come sopra identificato.

## II

# CONSENSO ALLA PARTECIPAZIONE ALL'ATTIVITA'

Dichiarazione:

Io \_\_\_\_\_ sottoscritto/a \_\_\_\_\_ (nome \_\_\_\_\_ e  
cognome).....

Indirizzo.....

.....Località.....

.....CAP.....

Provincia.....

Prendo visione del regolamento dell'attività "EYETRACKING PER FIRE RISK ASSESSMENT - SETTEMBRE-OTTOBRE 2021" e dichiaro il mio consenso a partecipare alla stessa e a fornire i dati necessari all'attività stessa

Con la compilazione del seguente modulo fornisco inoltre il consenso al trattamento dei dati personali rilasciati, ed esonero tutti gli addetti dell'organizzazione delle prove e l'Università Politecnica delle Marche da qualunque evento fortuito possa verificarsi durante la prova stessa, assumendo la piena responsabilità della condotta durante lo svolgimento della prova e della strumentazione (eyetracker) a me consegnata dai ricercatori.

Dichiaro inoltre che: 1. che ha avuto accesso agli spazi dell'università per partecipare alla prova in accordo al protocollo di fase 3 in relazione all'emergenza da COVID-19 dell'Università Politecnica delle Marche, ed avendo sottoscritto apposita autodichiarazione sul sito dell'università; 2. di non essere un soggetto all'interno dei criteri di esclusione per l'accesso agli spazi dell'università, in relazione al suddetto punto 1, e di aver accettato le relative condizioni obbligatorie per l'accesso (tra cui: escluso da quarantena obbligatoria, temperatura corporea sotto il 37.5°C, non manifestati sintomi COVID-19) e di essere titolare di green-pass, verificabile da parte dei ricercatori prima della prova; 3. di attuare tutte le corrette procedure di sicurezza individuale contenute nel protocollo di fase 3 in relazione all'emergenza da COVID-19 dell'Università Politecnica delle Marche.

# III

## ISTRUZIONI PER LA PROVA

*Negli scenari proposti sono presenti elementi capaci di cambiare il tuo livello di sicurezza, in situazioni estreme come quelle di un incendio, come sorgenti di pericolo e di incendio, componenti ospitati nell'ambiente costruito o di cui fanno parte, configurazioni spaziali, tipologie di persone e attività ospitate, sicurezza antincendio ed il normale svolgimento delle attività svolte all'interno. La presenza e la caratterizzazione di questi elementi incidono sulla frequenza (F) e magnitudo (M) di un evento eccezionale, quale l'incendio, e quindi sul livello di rischio (R) dello scenario analizzato.*

*Si richiede di analizzare attentamente gli scenari proposti, cercando di valutare frequenza e magnitudo di seguito descritte.*

STIMA DEL RISCHIO (R): definizione della probabile **gravità** del danno e della **probabilità** del suo accadimento. Dove:

- FREQUENZA (P) = **probabilità** che un evento possa accadere o frequenza del verificarsi delle conseguenze. Seguendo una scala di ipotesi crescenti definita attraverso 3 livelli, l'evento o le sue conseguenze possono originarsi per via della concomitanza di più fatti poco probabili e indipendenti e quindi più rari, ad esempio per circostanze sfortunate (per via di modalità automatiche o dirette), o al contrario può esistere una correlazione diretta tra le condizioni rilevate ed il verificarsi delle conseguenze ipotizzate per gli utenti dell'ambiente.
- MAGNITUDO (M) = **gravità** delle conseguenze attese in termini di tipologia di materiale e specifiche condizioni presenti nell'ambiente. I 3 livelli, presentati allo stesso modo in scala crescente, sono caratterizzati da conseguenze meno preoccupanti e reversibili fino ad effetti di esposizione acuta caratterizzata da forte propagazione e presenza elevata di materiali combustibili e infiammabili.

Nelle pagine successive viene definita una lista di controllo per ogni immagine facente parte dello scenario con lo scopo di aiutarti nell'individuazione degli elementi di rischio.

Al termine della visualizzazione di ogni scenario si chiede di effettuare una propria valutazione del rischio globale presente. La tabella compilativa in questione è la seguente:

F	
M	

In particolare di definirne il livello da 1 a 3 di:

- FREQUENZA, probabilità di accadimento del rischio

<b>Livello</b>	<b>Caratteristiche</b>
<b>1</b>	Il rischio rilevato può verificarsi solo con eventi particolari o in concomitanza di eventi poco probabili e indipendenti. Non mi sono noti episodi verificatisi in condizioni simili.
<b>2</b>	Il rischio rilevato può verificarsi con media probabilità e per cause solo in parte prevedibili. Mi sono noti solo rarissimi episodi verificatisi in condizioni simili.
<b>3</b>	Il rischio rilevato può verificarsi con considerabile probabilità e per cause note ma non contenibili. Mi è noto qualche episodio simile in cui al rischio ha fatto seguito il danno.

- MAGNITUDO, possibile dimensione del danno

<b>Livello</b>	<b>Caratteristiche</b>
<b>1</b>	Scarsa possibilità di sviluppo di principi di incendio con limitata propagazione dello stesso. Bassa presenza di materiali combustibili e/o infiammabili. Gli eventuali danni ai soggetti fruitori sono trascurabili perché di bassa entità.
<b>2</b>	Condizioni che possono favorire lo sviluppo d'incendio con limitata propagazione dello stesso. Presenza media di materiali combustibili e/o infiammabili. I danni ai soggetti fruitori di tali ambienti sono da considerarsi di media importanza.
<b>3</b>	Condizioni in cui sussistono notevoli probabilità di sviluppo d'incendio con forte propagazione dello stesso. Presenza elevata di materiali combustibili e/o infiammabili. I danni agli individui presenti, qualora si manifestassero scenari di incendio, sono di elevata importanza.

L'analisi di ogni scenario è a tempo, le durate verranno scandite all'inizio di ogni step dal tecnico.

## SCHEDA DI CONTROLLO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

Le check-list presentate per ogni ambiente elencano al partecipante i rischi presenti da ricercare.

Ogni elemento avrà accanto delle caselle compilative:

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Vie di fuga			
Modalità di segnaletica di emergenza			
Dispositivi speciali, schermo e luci del palco che possono essere esposti a surriscaldamento			
Disposizione caotica dei fruitori			
<i>Note:</i>			

Si richiede di segnare con una X la casella “↑ R” per indicare gli elementi individuati all'interno dell'immagine che si ritiene capaci di **incrementare** l'aumento del rischio. Nel caso non sia così e che al contrario possano **decrementare** il livello di rischio, indicarlo nella casella “↓ R”.

Se l'elemento non risulta presente nello scenario proposto lasciare libere le caselle e se non si è a conoscenza della natura dell'elemento segnare la casella “NS”.

Si chiede nella riga “Note” di scrivere ulteriori commenti, qualora ci fossero, in merito ad eventuali elementi elencati.

Prima di iniziare, consultare la legenda:

- ↑ R: l'elemento può incrementare l'aumento del rischio
- ↓ R: l'elemento può decrementare l'aumento del rischio
- NS (non lo so): non si è a conoscenza della natura dell'elemento

# IV

Scheda n.

## DOMANDE PER L'INQUADRAMENTO DEI PARTECIPANTI

Prima di iniziare la prova si richiede gentilmente di compilare l'apposito questionario. E' necessario, ai fini della sperimentazione inquadrare il livello conoscitivo riguardante la sicurezza antincendio di ogni partecipante.

1. Sesso	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>
2. Età	
3. Hai problemi di vista?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
4. Se sì, quali?	Miopia < -6 diottrie <input type="checkbox"/> Miopia > -6 diottrie <input type="checkbox"/> Astigmatismo < -2 diottrie <input type="checkbox"/> Astigmatismo > -2 diottrie <input type="checkbox"/> Ipermetropia <input type="checkbox"/> Daltonismo <input type="checkbox"/> Altro <input type="checkbox"/>
5. Nel momento della prova indossi	Occhiali <input type="checkbox"/> Lenti a contatto <input type="checkbox"/> Niente <input type="checkbox"/>
6. Ultimo titolo di studio conseguito	
7. Impiego occupazionale attuale	
8. Hai conseguito corsi come	RSPP <input type="checkbox"/> CPI <input type="checkbox"/> Sicurezza in cantiere <input type="checkbox"/> Formazione per rischio <i>alto</i> sui luoghi di lavoro <input type="checkbox"/> Formazione per rischio <i>medio</i> sui luoghi di lavoro <input type="checkbox"/> Formazione per rischio <i>basso</i> sui luoghi di lavoro <input type="checkbox"/> Formazione per la sicurezza in laboratorio <input type="checkbox"/>
o altri corsi? Se sì, puoi specificarli?	
9. Ti sei mai approcciato/a a tematiche sulla sicurezza antincendio?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Se sì, in quale campo?	Ricerca <input type="checkbox"/> Tirocini specifici <input type="checkbox"/> Professione <input type="checkbox"/>

### SCENARIO 1 – Corridoio e aule

- Immagine 1.0 – Corridoio / zona studio

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Utilizzo scorretto delle prese da tavolo capace di favorire corto circuiti			
<i>Note:</i>			

- *Immagine 1.1 – Zona snack*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Utilizzo scorretto delle prese da tavolo capace di favorire corto circuiti			
<i>Note:</i>			

- Immagine 2 – Aula 155 / 1-2

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Utilizzo scorretto delle prese da tavolo capace di favorire corto circuiti			
<i>Note:</i>			

Valutazione Frequenza – Magnitudo dello scenario complessivo:

F	
M	

Quanto frequentemente ti trovi ad avere a che fare con questo ambiente?

SPESSO       A VOLTE       MAI

Se la tua risposta rientra tra le prime due ti chiediamo di motivarla.

---



---

## SCENARIO 2 - Laboratorio Chimico

- *Immagine 1.0 – Ingresso*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			
<i>Note:</i>			

- *Immagine 1.1 – Ingresso\_Postazione 1*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			

- *Immagine 2.0 – Retro*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			
<i>Note:</i>			

- *Immagine 2.1 – Retro\_Postazione 1*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			

- *Immagine 2.2 – Retro\_Postazione 2*

<b>ELEMENTI</b>	<b>↑ R</b>	<b>↓ R</b>	<b>NS</b>
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti.che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			
<i>Note:</i>			

- *Immagine 3.0 – Stanza secondaria*

<b>ELEMENTI</b>	<b>↑ R</b>	<b>↓ R</b>	<b>NS</b>
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Depositi di gas combustibili: bombole saldate a muro			
Arredi in legno e materiale cartaceo			
Prodotti chimici classificati come esplosivi			
Prodotti infiammabili			
Cavi di alimentazione elettrica che possono essere esposti a surriscaldamento			
Componenti e/o parti di macchine ed impianti.che possono essere esposte a surriscaldamento			
Cappa chimica			
<i>Note:</i>			

Valutazione Frequenza – Magnitudo dello scenario complessivo:

F	
M	

Quanto frequentemente ti trovi ad avere a che fare con questo ambiente?

SPESSO

A VOLTE

MAI

Se la tua risposta rientra tra le prime due ti chiediamo di motivarla.

---

---

### SCENARIO 3 – Luoghi di spettacolo

- *Immagine 1.0 – Teatro, platea*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza/pericolo			
Arredi in legno e altro materiale infiammabile			
Possibile presenza di persone in piedi			
Sedie che ostruiscono l'eventuale esodo delle persone			
Dispositivi speciali che possono essere esposti a surriscaldamento			
<i>Note:</i>			

- *Immagine 1.1 – Teatro, retropalco*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Sistema antincendio idrico: idranti, naspi e rilevatori fumi e gas			
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza			
Arredi in legno e altro materiale infiammabile			
Possibile presenza di persone in piedi			
Sedie che ostruiscono l'eventuale esodo delle persone			
Dispositivi speciali che possono essere esposti a surriscaldamento			
<i>Note:</i>			

Valutazione Frequenza – Magnitudo dello scenario complessivo:

F	
M	

Quanto frequentemente ti trovi ad avere a che fare con questo ambiente?

SPESSO                       A VOLTE                       MAI

Se la tua risposta rientra tra le prime due ti chiediamo di motivarla.

---



---

- *Immagine 2 – Discoteca*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Vie di fuga			
Segnaletica di emergenza			
Schermo e impianto di illuminazione che possono essere esposti a surriscaldamento			
Disposizione caotica dei fruitori			
Perone che ingombrano le vie			
<i>Note:</i>			

Valutazione Frequenza – Magnitudo dello scenario complessivo:

F	
M	

Quanto frequentemente ti trovi ad avere a che fare con questo ambiente?

SPESSO                       A VOLTE                       MAI

Se la tua risposta rientra tra le prime due ti chiediamo di motivarla.

---



---

- *Immagine 3 – Concerto*

ELEMENTI	↑ R	↓ R	NS
Vie di fuga			
Modalità di gestione di emergenza			
Dispositivi speciali, schermo e luci del palco che possono essere esposti a surriscaldamento			
Disposizione caotica dei fruitori			
<i>Note:</i>			

Valutazione Frequenza – Magnitudo dello scenario complessivo:

F	
M	

Quanto frequentemente ti trovi ad avere a che fare con questo ambiente?

SPESSO       A VOLTE       MAI

Se la tua risposta rientra tra le prime due ti chiediamo di motivarla.

---



---

Ordina numericamente in modo crescente gli scenari analizzati in base alla pericolosità di rischio:

- Scenario 1 – Corridoio/zona studio e aule
- Scenario 2 – Laboratorio chimico
- Scenario 3.A – Teatro
- Scenario 3.B – Discoteca
- Scenario 3.C – Concerto

*Grazie per la disponibilità.*