



AMBIENTE LAVORO

AMBIENTE LAVORO

36° SALONE DELLA SALUTE E
SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

26-27-28
MAGGIO
2026

INAIL



www.fiera.ambientelavoro.it

Simulatore di PLE: la realtà virtuale per la gestione in sicurezza di situazioni pericolose

Bologna, 28/05/2026

Ing. Sara Anastasi

Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti prodotti e insediamenti antropici

La realtà virtuale immersiva per la formazione in sicurezza degli operatori



Accordo 22 febbraio 2012 - Individuazione delle attrezzature di lavoro per le quali è richiesta una specifica abilitazione degli operatori (art. 73, comma 5, d.lgs. 81/2008)

CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO

Accordo 22 febbraio 2012

Accordo ai sensi dell'art. 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano concernente l'individuazione delle attrezzature di lavoro per le quali è richiesta una specifica abilitazione degli operatori, nonché le modalità per il riconoscimento di tale abilitazione, i soggetti formatori, la durata, gli indirizzi ed i requisiti minimi di validità della formazione, in attuazione dell'art. 73, comma 5, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modifiche e integrazioni. (Repertorio atti n. 53/CS8).

(G.U. 12, Marzo 2012, n. 60 - s.o. n. 47)

LA CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO

Nella odierna seduta del 22 febbraio 2012:

Visto l'art. 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, il quale dispone che Governo, Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano, in attuazione del principio di leale collaborazione e nel perseguimento di obiettivi di funzionalità, economicità ed efficacia dell'azione amministrativa, possono concludere in sede di Conferenza Stato-Regioni accordi, al fine di coordinare l'esercizio delle rispettive competenze e svolgere attività di interesse comune;

Visto l'art. 73 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e, in particolare, il comma 5, il quale prevede che in sede di Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano sono individuate le attrezzature di lavoro per le quali è richiesta una specifica abilitazione degli operatori nonché le modalità per il riconoscimento di tale abilitazione, i soggetti formatori, la durata, gli indirizzi e i requisiti minimi di validità della formazione;

Vista la nota del 9 novembre 2011 con la quale il Ministero del lavoro e delle politiche sociali ha trasmesso una proposta di accordo in attuazione del citato art. 73, comma 5, che è stata diramata alle Regioni e Province autonome con lettera in data 14 novembre 2011;

Considerato che, per l'esame del provvedimento in argomento, è stata convocata una riunione tecnica per il giorno 11 gennaio 2012 nel corso della quale sono state esaminate alcune proposte emendative delle Regioni e Province autonome e, in particolare, le richieste avanzate dalla Provincia autonoma di Bolzano,

3.2. Modulo pratico per PLE che possono operare senza stabilizzatori (4 ore)

3.2.1. Individuazione dei componenti strutturali: sistemi di stabilizzazione, livellamento, telaio, torretta girevole, struttura a pantografo/braccio elevabile, piattaforma e relativi sistemi di collegamento,

3.2.2. Dispositivi di comando e di sicurezza: identificazione dei dispositivi di comando e loro funzionamento, identificazione dei dispositivi di sicurezza e loro funzione.

3.2.3. Controlli pre-utilizzo: controlli visivi e funzionali della PLE, dei dispositivi di comando, di segnalazione e di sicurezza previsti dal costruttore e dal manuale di istruzioni della PLE.

3.2.4. Pianificazione del percorso: pendenze, accesso, ostacoli sul percorso e in quota, condizioni del terreno.

3.2.5. Movimentazione e posizionamento della PLE: delimitazione dell'area di lavoro.

3.2.6. Esercitazioni di pratiche operative: osservando le procedure operative

3.2.7. Manovre di emergenza: effettuazione delle manovre di emergenza per il recupero a terra della piattaforma posizionata in quota.

3.2.8. Messa a riposo della PLE a fine lavoro: parcheggio in area idonea, precauzioni contro l'utilizzo non autorizzato. Modalità di ricarica delle batterie in sicurezza (per PLE munite di alimentazione a batterie).

3.3 Modulo pratico ai fini dell'abilitazione degli operatori per le PLE con stabilizzatori (6 ore)

3.3.1 Individuazione dei componenti strutturali: sistemi di stabilizzazione, livellamento, telaio, torretta girevole, struttura a pantografo/braccio elevabile, piattaforma e relativi sistemi di collegamento,

3.3.2. Dispositivi di comando e di sicurezza: identificazione dei dispositivi di comando e loro funzionamento, identificazione dei dispositivi di sicurezza e loro funzione.

3.3.3. Controlli pre-utilizzo: controlli visivi e funzionali della PLE, dei dispositivi di comando, di segnalazione e di sicurezza previsti dal costruttore e dal manuale di istruzioni della PLE.

3.3.4. Controlli prima del trasferimento su strada: verifica delle condizioni di assetto (presa di forza, struttura di sollevamento e stabilizzatori, ecc.).

3.3.5. Pianificazione del percorso: pendenze, accesso, ostacoli sul percorso e in quota, condizioni del terreno.

3.3.6. Movimentazione e posizionamento della PLE: delimitazione dell'area di lavoro, segnaletica da predisporre su strade pubbliche, spostamento della PLE sul luogo di lavoro, posizionamento stabilizzatori e livellamento.

3.3.7. Esercitazioni di pratiche operative: effettuazione di esercitazioni a due terzi dell'area di lavoro, osservando le procedure operative di sicurezza. Simulazioni di movimentazioni della piattaforma in quota.

3.3.8. Manovre di emergenza: effettuazione delle manovre di emergenza per il recupero a terra della piattaforma posizionata in quota.

3.3.9. Messa a riposo della PLE a fine lavoro: parcheggio in area idonea, precauzioni contro l'utilizzo non autorizzato. Modalità di ricarica delle batterie in sicurezza (per PLE munite di alimentazione a batterie).

PARTE IV – INDICAZIONI METODOLOGICHE PER LA PROGETTAZIONE, EROGAZIONE E MONITORAGGIO DEI CORSI

2.4 Le metodologie didattiche attive

Le metodologie didattiche attive vanno scelte prioritariamente in funzione dell'obiettivo formativo, ma anche in relazione alla disponibilità di spazi, di tempo, di risorse e tenendo conto della complessità di gestione da parte del formatore. Le principali metodologie che possono rispondere efficacemente alle esigenze formative in campo prevenzionale sono:

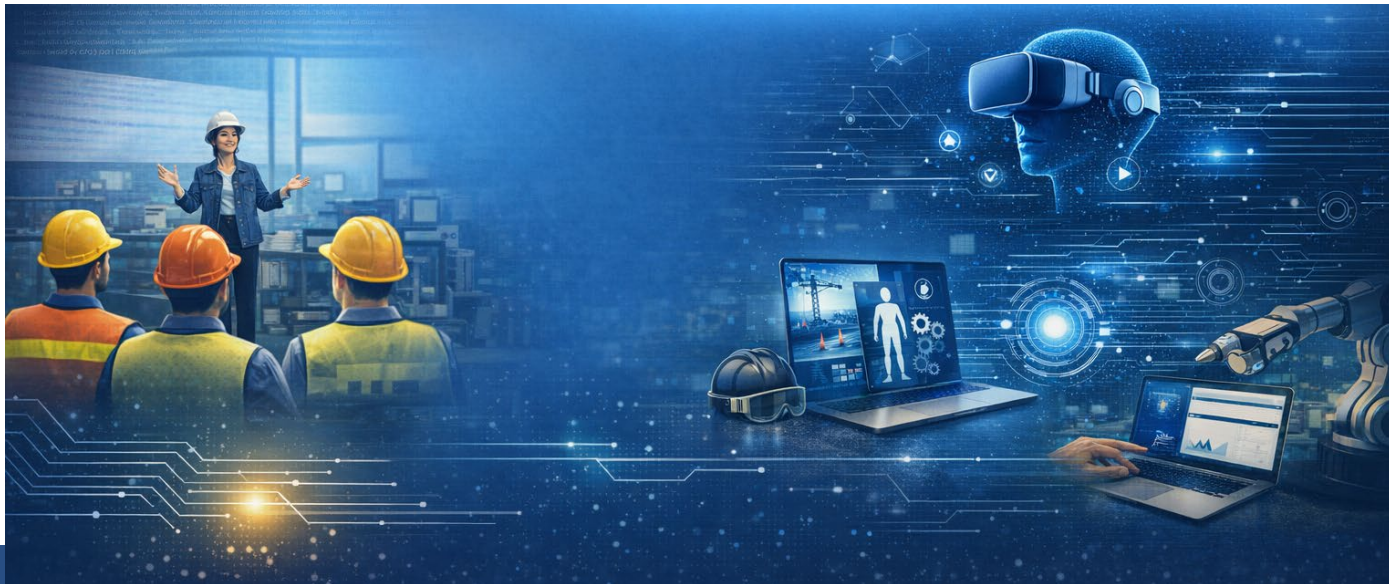
- **Lavori di gruppo.** Il lavoro di gruppo comporta la suddivisione dei partecipanti in gruppi di dimensioni ridotte a cui viene assegnato un determinato compito da svolgere in un tempo prefissato. La dimensione di gruppo facilita lo scambio di idee ed esperienze consentendo un coinvolgimento attivo in un rapporto relazionale tra pari, sganciato dalla dipendenza del docente. Il risultato finale del lavoro di gruppo appartiene al gruppo e non alla singola persona e allena le persone all'ascolto attivo e al raggiungimento di un obiettivo comune;
- **Casi di studio.** È una metodologia attiva il cui obiettivo è quello di sviluppare la capacità di analisi e di soluzione di situazioni o problemi più o meno complessi, meglio se reali e calati nella realtà lavorativa e nel contesto relazionale dei partecipanti. Possono essere svolti sia individualmente che in gruppo. Sono utili soprattutto per l'acquisizione di competenze specialistiche con particolare riferimento agli aspetti legati alla individuazione, trattamento e controllo dei rischi;
- **Simulazioni.** Le simulazioni consistono nel far riprodurre da parte dei partecipanti azioni e comportamenti sia individuali che interpersonali su situazioni circoscritte e limitate come può essere l'utilizzo di una procedura, di una tecnica, di un metodo, in un contesto che simula e ricalca l'ambiente e l'attività lavorativa, in modo da rendere più agevole la trasposizione di quanto appreso in aula alla realtà lavorativa.

Anche le **lezioni frontali**, che sono finalizzate alla trasmissione di nozioni e concetti, dovranno seguire un approccio dialogico, prevedendo una sostanziale interattività tra il docente e i discenti e tra i discenti stessi. È fondamentale durante la lezione, utilizzare a titolo esplicativo supporti audiovisivi (ad. es. slide, filmati), ricorrere a esempi applicativi e prevedere testimonianze da parte di soggetti che possano stimolare l'attenzione e la motivazione ad apprendere da parte dei discenti.

È fondamentale anche pianificare durante la lezione momenti di confronto e momenti dedicati a fornire risposte a quesiti e domande che facilitino la comprensione e l'apprendimento di tutti i discenti. Durante la lezione può essere utilizzata anche la tecnica dei test, quesiti somministrati non a scopo valutativo, utile per rafforzare concetti e nozioni e per integrare con eventuali approfondimenti gli argomenti trattati nella lezione che necessitano di rinforzo.

Laddove necessario esistono ulteriori metodologie didattiche attive che attraverso le opportunità offerte dalle ICT (*Information and Communication Technologies*), dagli strumenti, dalle tecnologie e dai linguaggi digitali permettono la creazione di nuovi spazi e modalità di apprendimento. Ad esempio:

- **Realtà aumentata e virtuale:** sono tecnologie immersive e si compongono di sistemi che, attraverso dispositivi mobili di visione, di ascolto o di manipolazione riescono ad aggiungere informazioni multimediali alla realtà che l'utente percepisce naturalmente. La realtà aumentata permette al discente di vedere parti digitali sovrapposte a parti fisiche, quella virtuale isola il discente dall'ambiente esterno, facendolo immergere in una realtà digitale parallela. La realtà aumentata consente di fornire indicazioni tecniche a distanza in tempo reale e di sperimentare procedure nuove anche complesse. L'utilizzo della realtà virtuale consente di usufruire di momenti formativi, senza essere fisicamente presenti in un determinato luogo di lavoro e di simulare diversi scenari a scopo esercitativo e



Perché il simulatore di piattaforma di lavoro elevabile

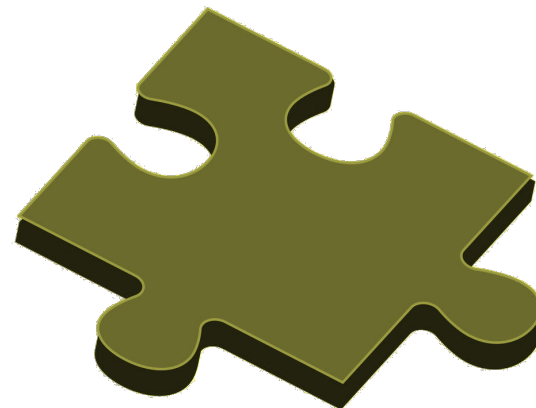
Garantire la sicurezza degli operatori durante la prova dell'attrezzatura

Ricreare più scenari per un'esperienza più ampia

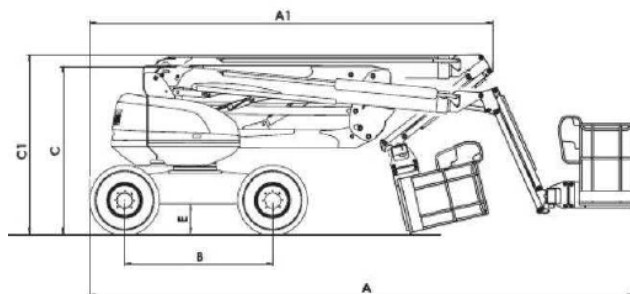
Conoscere dispositivi di sicurezza previsti e modalità di prova

Permettere la condivisione di esperienze tra i discenti





Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile per il sollevamento di persone



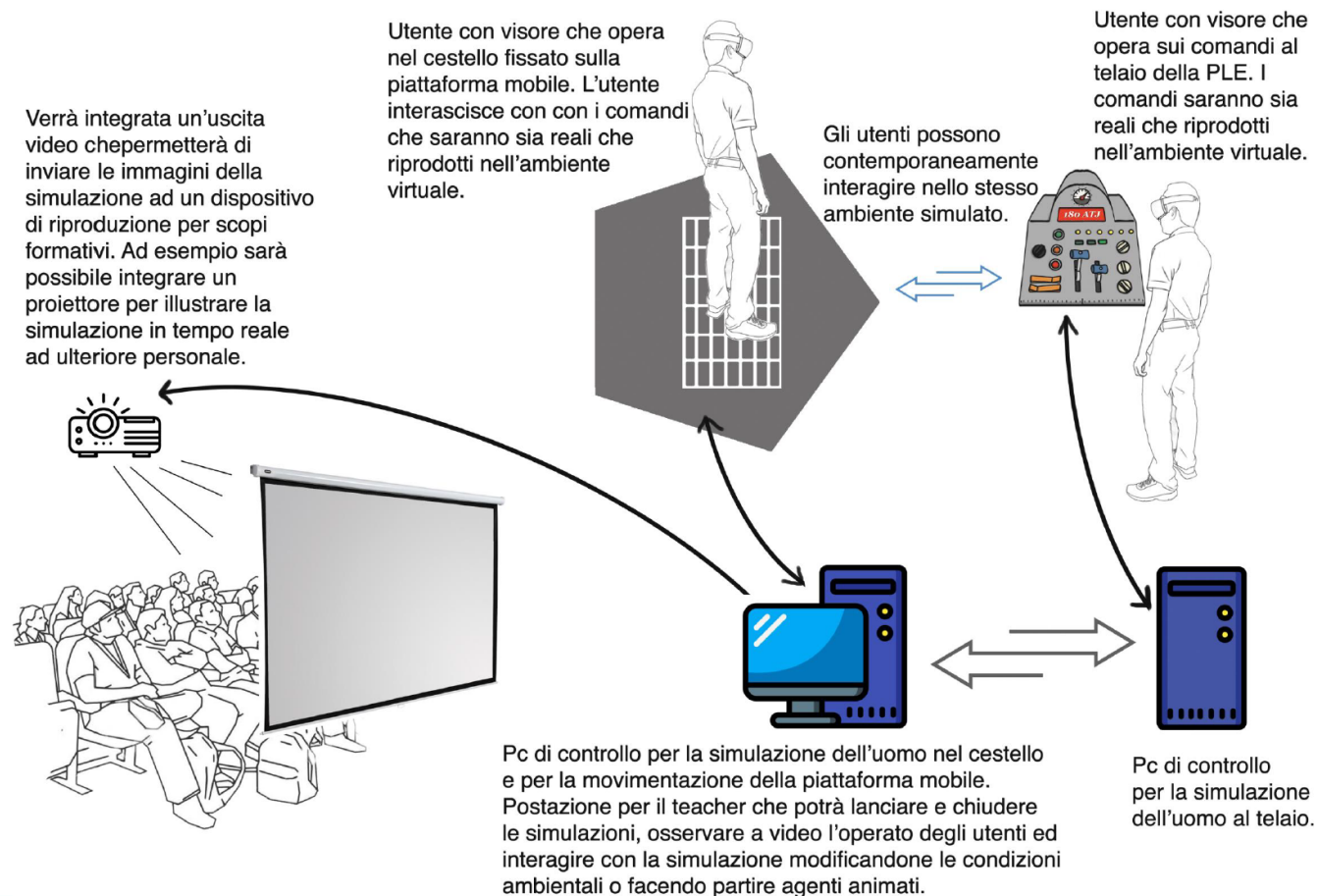
A1.1: Architettura del simulatore

Verrà integrata un'uscita video che permetterà di inviare le immagini della simulazione ad un dispositivo di riproduzione per scopi formativi. Ad esempio sarà possibile integrare un proiettore per illustrare la simulazione in tempo reale ad ulteriore personale.

Utente con visore che opera nel cestello fissato sulla piattaforma mobile. L'utente interagisce con i comandi che saranno sia reali che riprodotti nell'ambiente virtuale.

Gli utenti possono contemporaneamente interagire nello stesso ambiente simulato.

Utente con visore che opera sui comandi al telaio della PLE. I comandi saranno sia reali che riprodotti nell'ambiente virtuale.



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



UNIVERSITÀ DI PISA

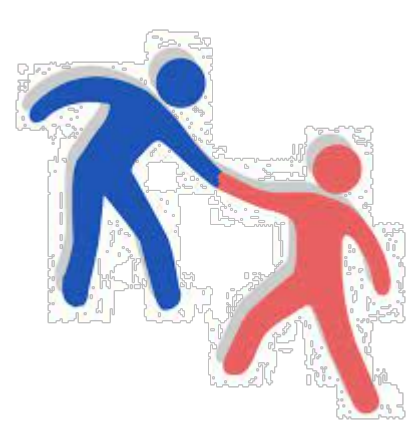
ISTITUTO
DI INTELLIGENZA
MECCANICA



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa

INAIL

Il mondo reale incontra quello virtuale



INAIL

Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile per il sollevamento di persone



Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile per il sollevamento di persone



A2.1: Piattaforma mobile e interfacce meccaniche necessarie

- Il cestello sarà posizionato su **una piattaforma mobile che permetterà all'operatore sul cestello di ricevere tutte le sensazioni fisiche** dovute allo spostamento, alla movimentazione del carico e agli eventuali urti.
- Interfacce meccaniche:
 - un'interfaccia meccanica che permetta **l'ancoraggio in sicurezza del cestello sopra la piattaforma;**
 - un'interfaccia che **colleghi il cablaggio del visore al pc di simulazione** in modo che gli operatori siano completamente liberi nei movimenti della testa;
 - **supporto per ospitare i comandi da telaio** in modo che questi ultimi siano alla medesima altezza del mezzo reale.



Payload: 350kg

Heave: -128 +139 mm, 266mm/s, 0.5G

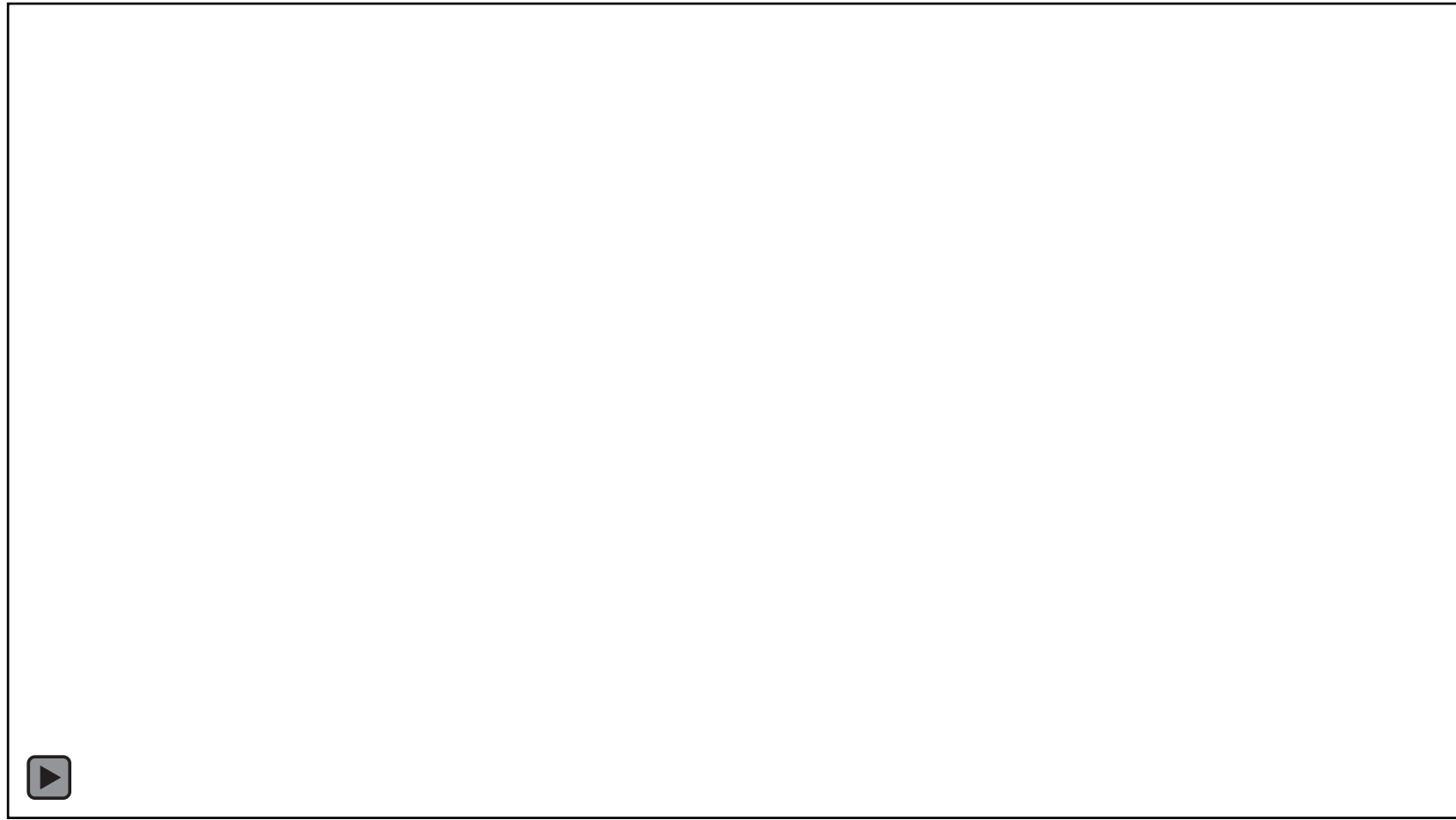
Pitch: $\pm 17.1^\circ$, 60°/s, 250°/s²

Roll: $\pm 20^\circ$, 50°/s, 250°/s²

Weight: 260kg



Il mondo reale incontra quello virtuale



Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile per il sollevamento di persone

A1.1 Scenario operativo di simulazione

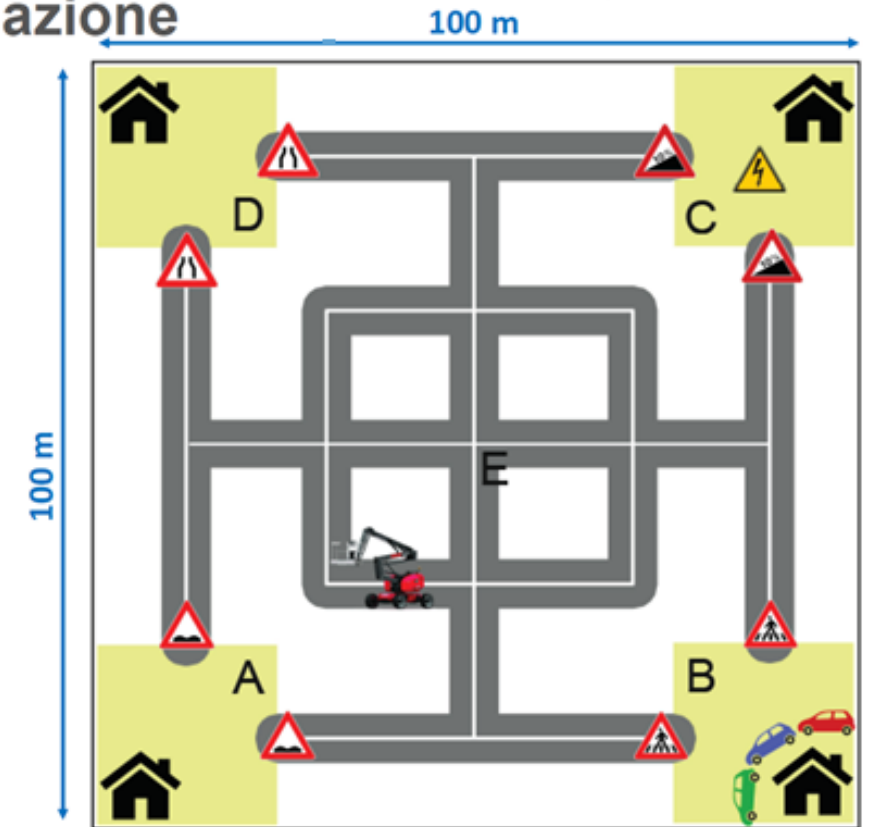
A – Si accede e si esce tramite **terreno accidentato caratterizzato da dossi e cunette**. E' presente un edificio e il target da raggiungere è una finestra posta **all'altezza massima** raggiungibile dalla PLE. **Non vi sono ostacoli in avvicinamento all'edificio**.

B – Si accede e si esce tramite zona pedonale, **sono presenti agenti animati che simulano la presenza di persone sul percorso**. E' presente un edificio e il target da raggiungere è posto ad **altezza media**. Il target va raggiunto rimanendo ad una certa distanza in quanto alcune **automobili parcheggiate impediscono l'accostamento ideale all'edificio**.

C – **Piano rialzato**, si accede e si esce tramite **strade in pendenza** (anche diversificate). L'operatore deve raggiungere una finestra posta **all'interno di un balcone aggettante** di un edificio. Inoltre nella zona sono presenti **cavi dell'alta tensione** da evitare in fase di avvicinamento.

D – Si accede e si esce da questa zona tramite **particolari strettoie**. Tutta questa parte di scenario è caratterizzata da uno **spazio di movimento molto limitato**. Il target è posto ad un'**altezza rilevante** da raggiungere con **spostamenti molto mirati** per non colpire ostacoli molto vicini.

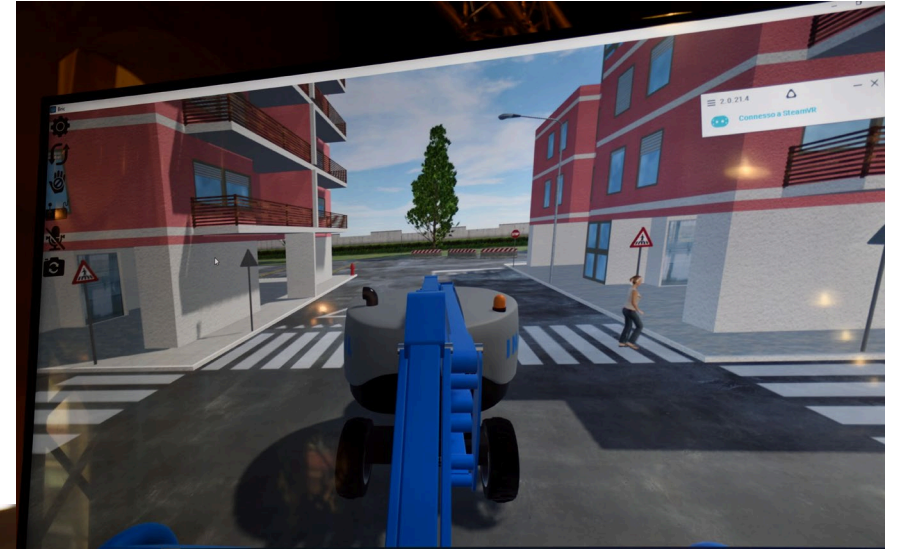
E – La PLE ha la possibilità di spostarsi da un punto di interesse **all'altro dello scenario navigando un percorso stradale**. Nel percorso sono presenti **indicazioni stradali precise e stringenti da rispettare, altri mezzi al lavoro** e automobili di passaggio. L'operatore deve raggiungere il punto di interesse evitando incidenti.



Scenario operativo in ambiente virtuale



Scenario operativo in ambiente virtuale



UNIVERSITÀ DI PISA

ISTITUTO
DI INTELLIGENZA
MECCANICA



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa

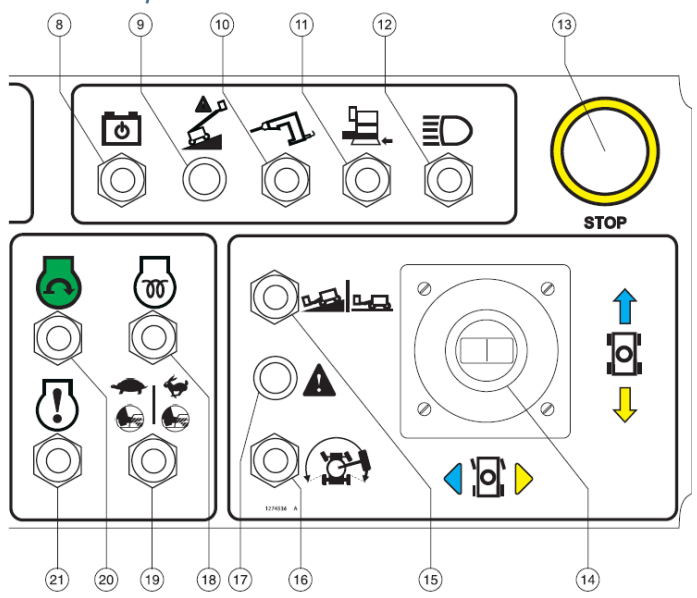
INAIL

INAIL

Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti prodotti e insediamenti antropici

Scenario operativo in ambiente virtuale

9 - INDICATORE DI MACCHINA NON LIVELLATA



⚠ Manovra della macchina su pendii

Determinare i limiti massimi di pendenza in salita, in discesa e laterale per la macchina e la gradazione della pendenza.



Limite di pendenza massimo, piattaforma in discesa (grado di pendenza):

4WD: 45% (24°)



Limite di pendenza massimo, piattaforma in salita:

25% (14°)

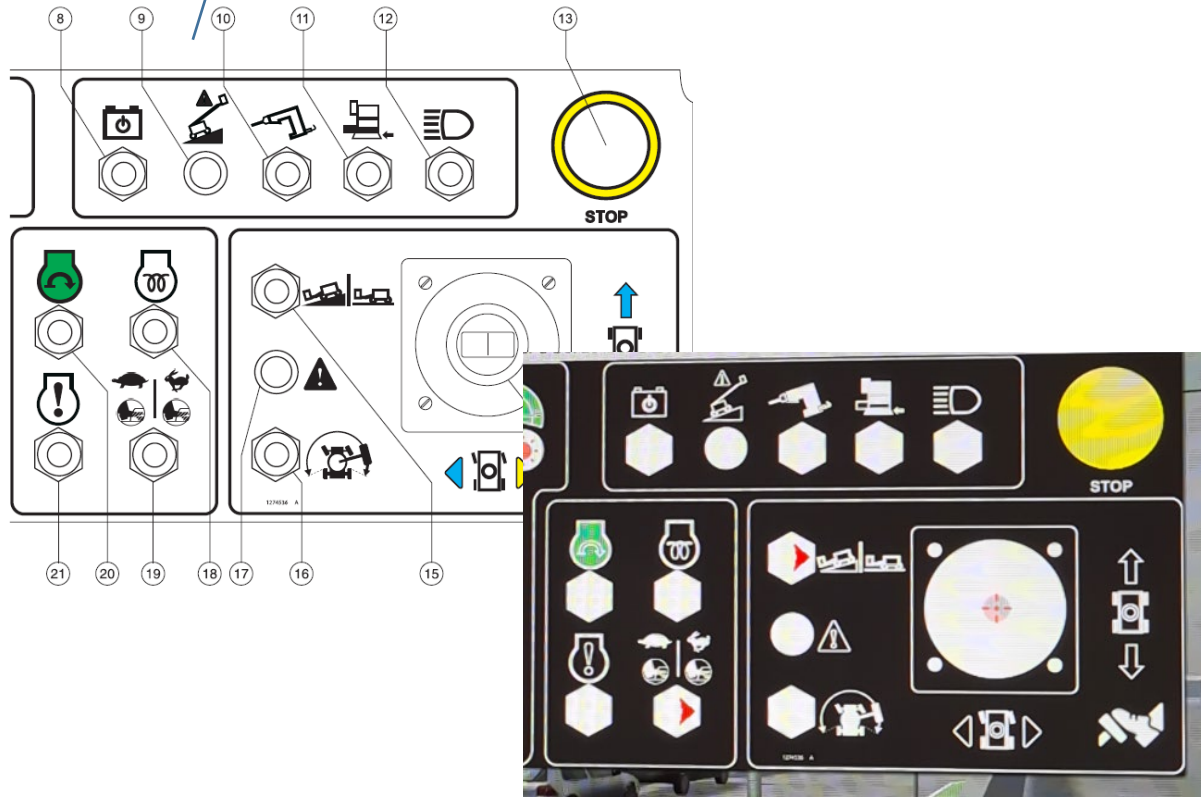


Pendenza laterale massima:

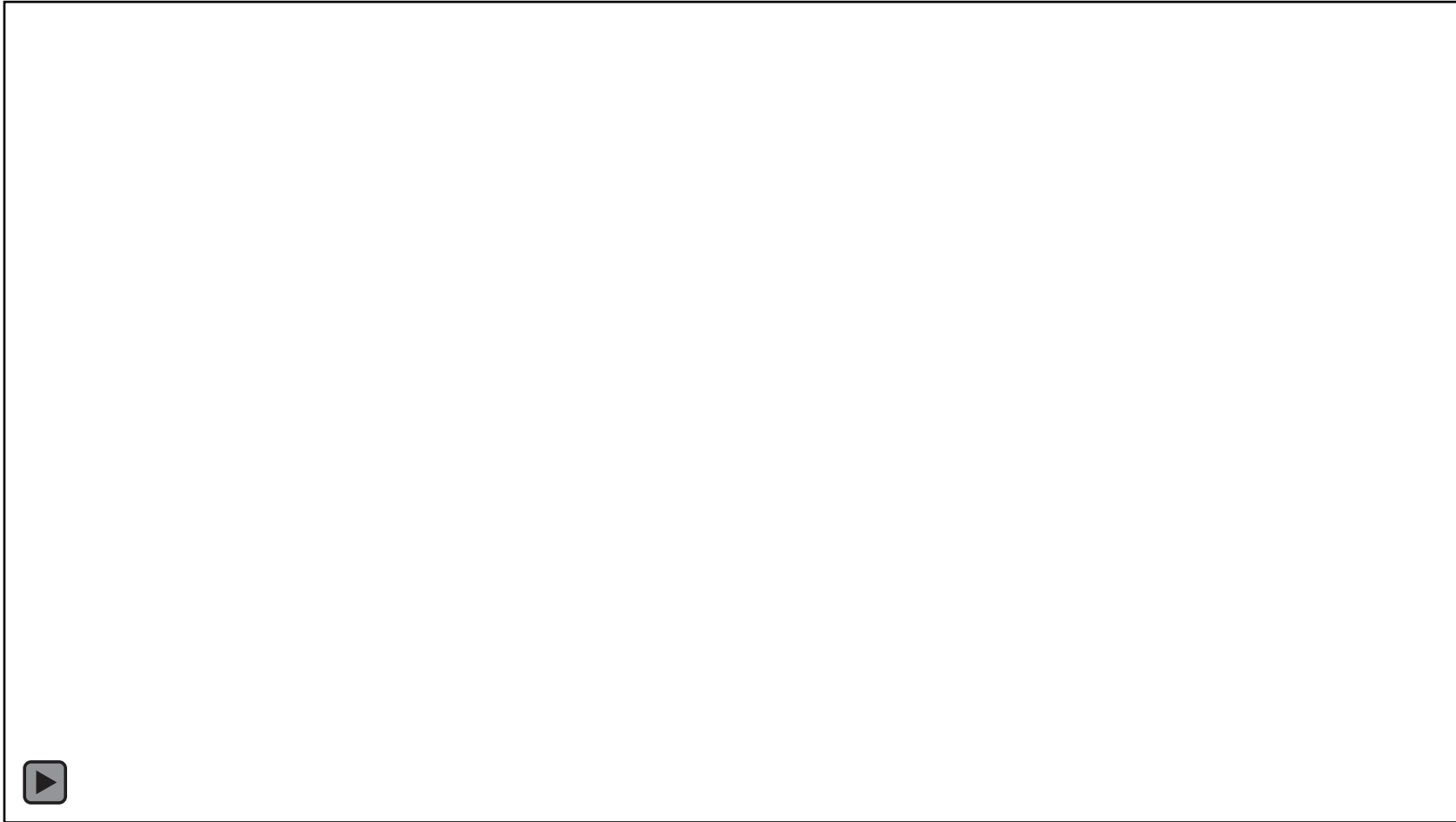
25% (14°)

Scenario operativo in ambiente virtuale

9 - INDICATORE DI MACCHINA NON LIVELLATA



Scenario operativo in ambiente virtuale





9 - INDICATORE DI MACCHINA NON LIVELLATA



Scenario operativo in ambiente virtuale





autostrade // *per l'italia*



La sperimentazione



- verificare l'aderenza della simulazione dell'attrezzatura rispetto alla realtà;
- verificare la rappresentatività degli scenari ipotizzati;
- valutare ulteriori scenari/situazioni critiche da implementare nel sistema;
- valutare l'impatto (in termini di sensazioni fisiche prodotte) della realtà virtuale/aumentata sugli operatori



Il Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile: il questionario



Questionario sull'esperienza condotta con il simulatore di piattaforma di lavoro elevabile.

C.0.1 Domande preliminari

Età:	
Sesso:	
Esperienza con dispositivi indossabili per la Realtà Virtuale (es. HTC Vive, Oculus Rift, ecc.): (0 Nessuna, 1 Base, 2 Intermedia, 3 Avanzata)	
Esperienza con soluzioni di Realtà Virtuale proiettata (CAVE): (0 Nessuna, 1 Base, 2 Intermedia, 3 Avanzata)	
Anni di esperienza nell'utilizzo della piattaforma di lavoro elevabile:	

CRITERI GENERALI DI USABILITÀ (facilità di utilizzo, corrispondenza tra realtà e mondo virtuale, soddisfazione generale)

MALESSERE/DISTURBI DOVUTI ALLA REALTÀ VIRTUALE PRIMA (difficoltà di messa a fuoco, mal di testa, nausea, vertigini ecc.)

SENSO DI IMMERSIONE E PRESENZA (percezione realistica della macchina e dei suoi movimenti, di luoghi, di oggetti e del contesto operativo)

INPUT: I COMANDI (comandi e funzionalità offerte dal sistema)

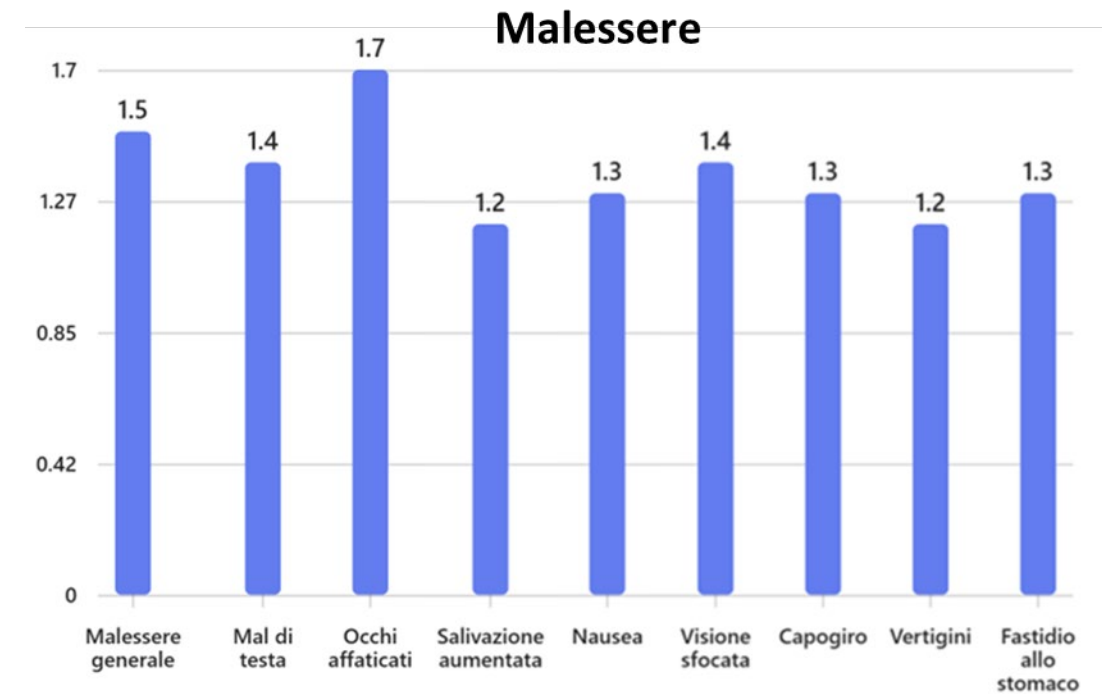
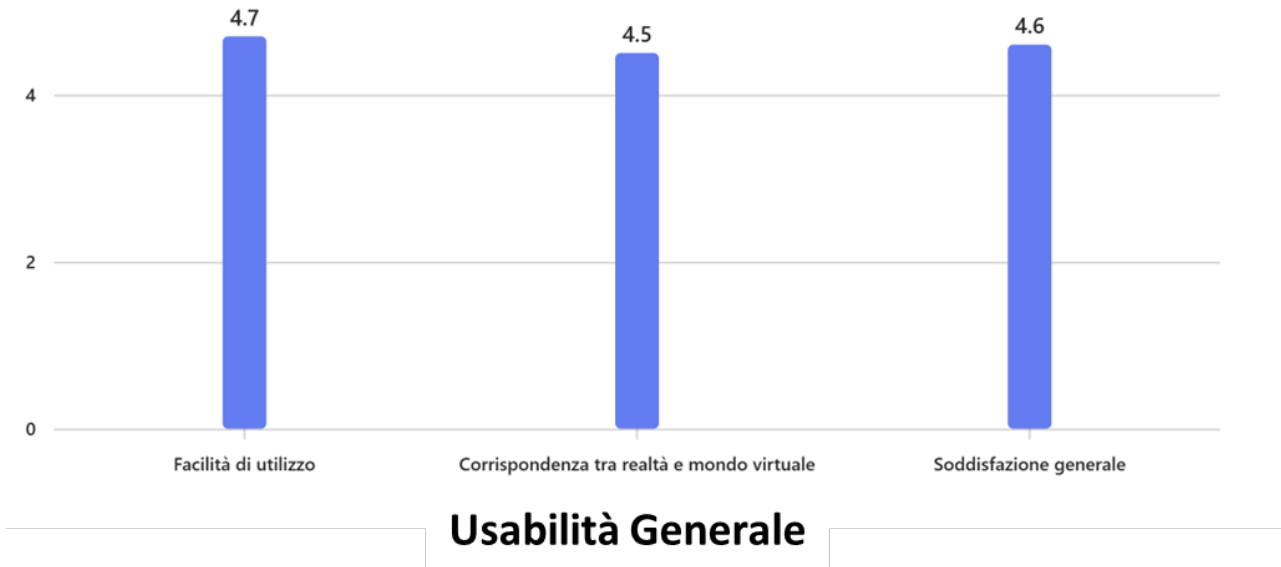
INPUT: SPOSTAMENTI NEL MONDO VIRTUALE (spostamenti e capacità di controllo della piattaforma)

OUTPUT: SISTEMA DI VISUALIZZAZIONE (risoluzione, aggiornamento dell'immagine, ecc.)

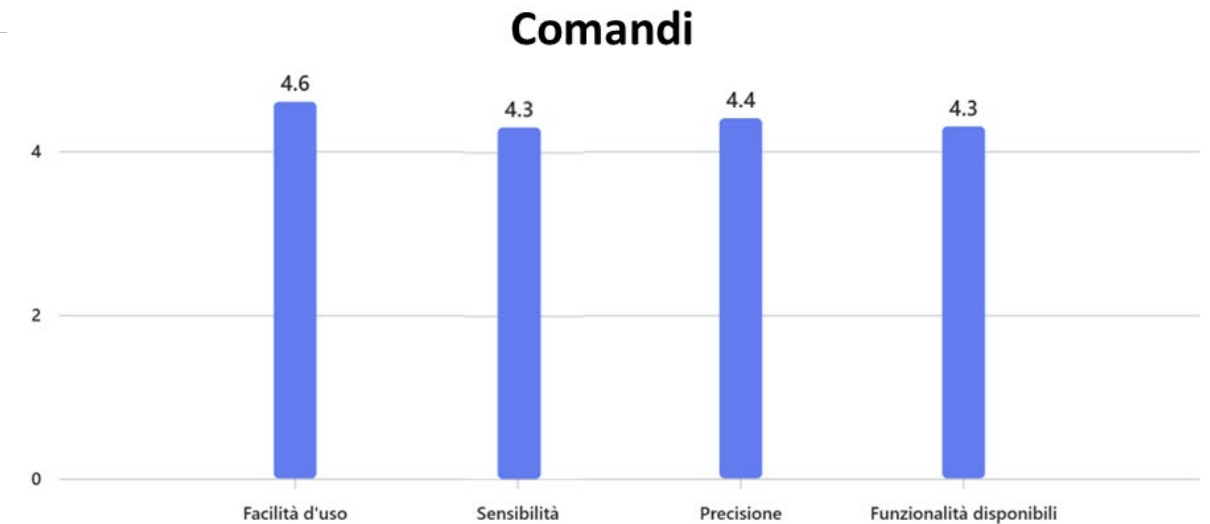
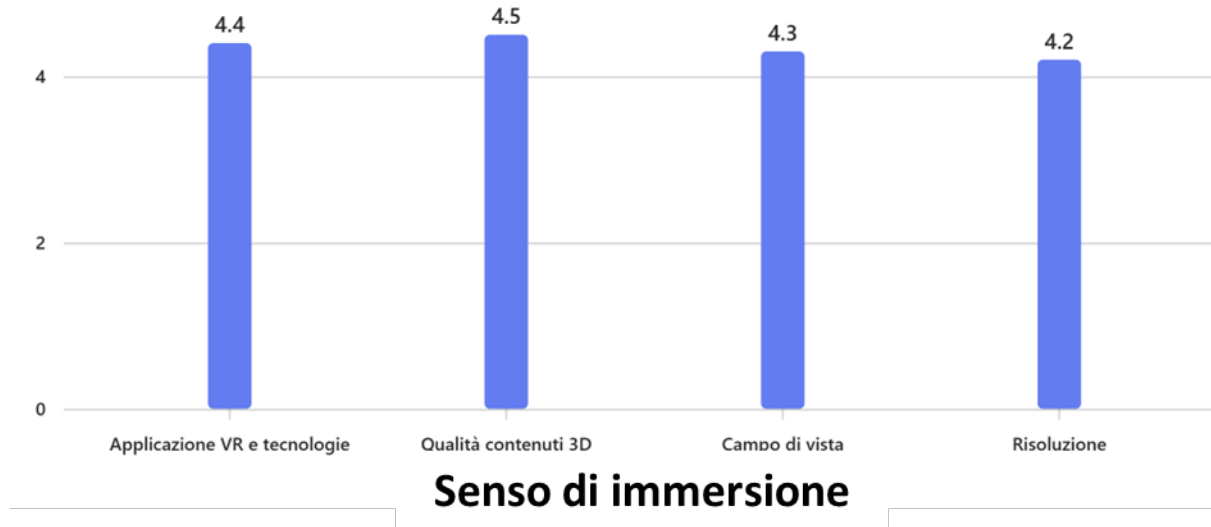
MALESSERE/DISTURBI DOVUTI ALLA REALTÀ VIRTUALE DOPO L'UTILIZZO (difficoltà di messa a fuoco, mal di testa, nausea, vertigini ecc.)

Età:	Esperienza con dispositivi indossabili per la Realtà Virtuale	Esperienza con soluzioni di Realtà Virtuale	Anni di esperienza nell'utilizzo della piattaforma di lavoro elevabile:
30	0	0	8
46	0	0	9
35	0	0	5
62	0	1	15
56	1	4	6
39	2	2	5
58	0	0	20
51	0	0	32
55	0	0	10
37	0	0	10
54	0	0	20
47	3	3	20
58	0	0	20
34	0	0	20
59	2	3	20
49	2	2	10
50	3	3	20
43	0	0	12
37	1	1	7
48	0	0	25
56	0	0	25
46	0	0	15
40	0	0	12
48	0	0	20
46	3	3	20
47	0	0	10
35	1	0	7

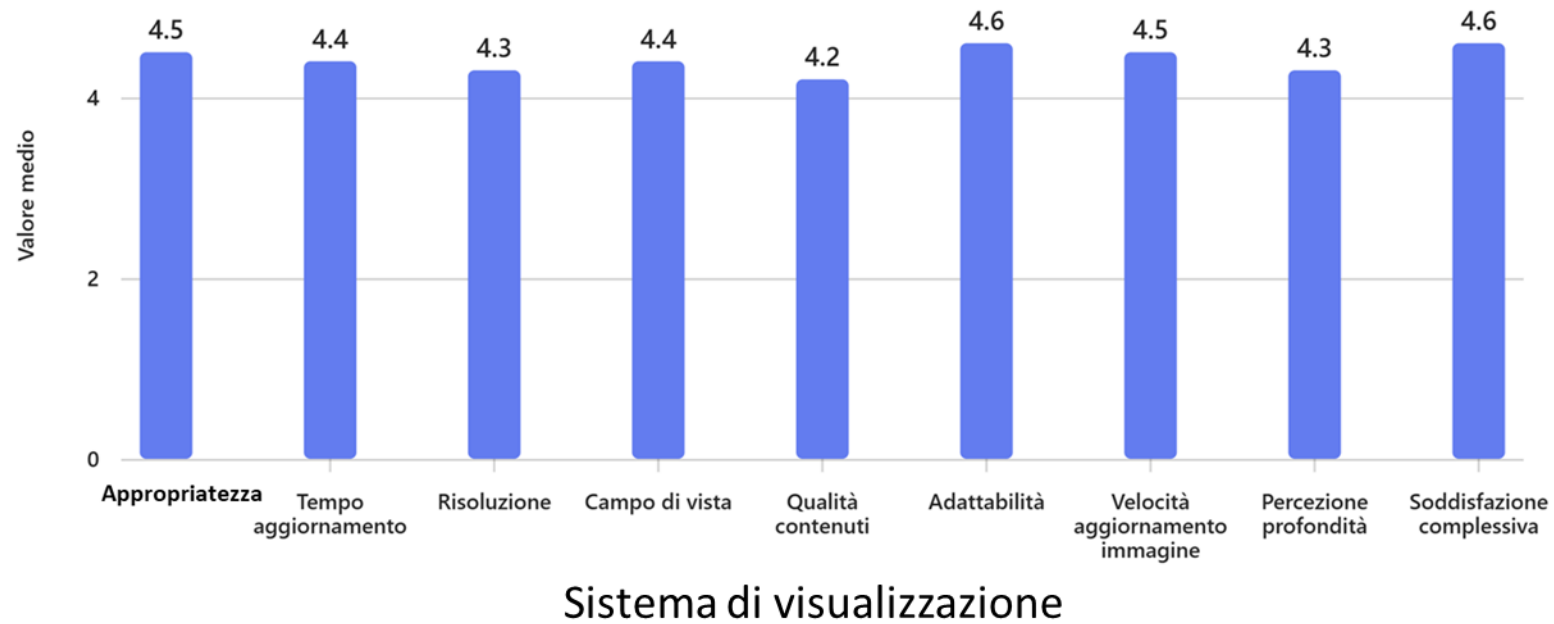
Il Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile: valutazione



Il Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile: valutazione



Il Simulatore di piattaforma di lavoro elevabile: valutazione



*Grazie per
l'attenzione*



Ing. Sara Anastasi

Ricercatrice

e-mail: s.anastasi@inail.it

INAIL