

# **VALPERL (VALutazione del Livello di PERcezione del Rischio sul Lavoro) - Metodologia e Architettura della Valutazione Multimodale della Percezione del Rischio Occupazionale mediante Realtà Virtuale e Aumentata**

**Autore:** Roberto Li Causi, Giusy Giannone, Luigi Licata, Bartolo Sammartino

**Email:** [robertolicausi@iemest.eu](mailto:robertolicausi@iemest.eu)

**Data Redazione:** Novembre 2025

---

## **ABSTRACT**

La percezione del rischio occupazionale rappresenta uno dei fattori psicologici critici che determina il comportamento di sicurezza nei contesti di lavoro ad alto rischio. Tuttavia, gli approcci metodologici attuali per misurare la percezione del rischio soffrono di limitazioni strutturali significative: bassa validità ecologica, mancanza di misurazioni oggettive, staticità della valutazione, assenza di contesto stressante realistico, e tendenza di desiderabilità sociale.

Il presente documento introduce **VALPERL** (VALutazione del Livello di PERcezione del Rischio sul Lavoro), una proposta di **nuovo paradigma metodologico** per superare simultaneamente queste limitazioni. VALPERL propone il trasferimento della valutazione della percezione del rischio da contesti aula neutrali a scenari immersivi fotorealistici generati mediante tecnologie VR/AR, integrando simultaneamente dati psicometrici, biometrici e comportamentali in tempo reale.

Questo documento pone le **basi teoriche, metodologiche e tecnologiche** che giustificano la necessità di VALPERL, analizzando il problema attuale nella ricerca occupazionale e proponendo una soluzione coerente, trasparente e implementabile.

## **PARTE 1: IL PROBLEMA - LIMITAZIONI METODOLOGICHE ATTUALI**

### **1. L'Importanza Critica della Percezione del Rischio Occupazionale**

La percezione del rischio occupazionale è una **variabile psicologica centrale** che determina:

- **Comportamento di Sicurezza:** La percezione calibrata del rischio predice conformità alle norme di sicurezza, uso corretto di DPI, e adozione di procedure protettive
- **Motivazione alla Protezione:** L'allineamento tra percezione e pericolo effettivo motiva l'engagement nei programmi di sicurezza

- **Prevenzione degli Infortuni:** Una percezione adeguata riduce l'incidenza di comportamenti pericolosi e decisioni rischiose sotto pressione
- **Cultura Organizzativa della Sicurezza:** La percezione collettiva del rischio forma la base della cultura di sicurezza organizzativa

Nonostante questa importanza critica, **la misurazione della percezione del rischio rimane metodologicamente problematica** e caratterizzata da limitazioni strutturali che compromettono l'affidabilità dei risultati di ricerca e l'efficacia degli interventi.

## 2. Limitazioni Critiche dei Metodi Tradizionali

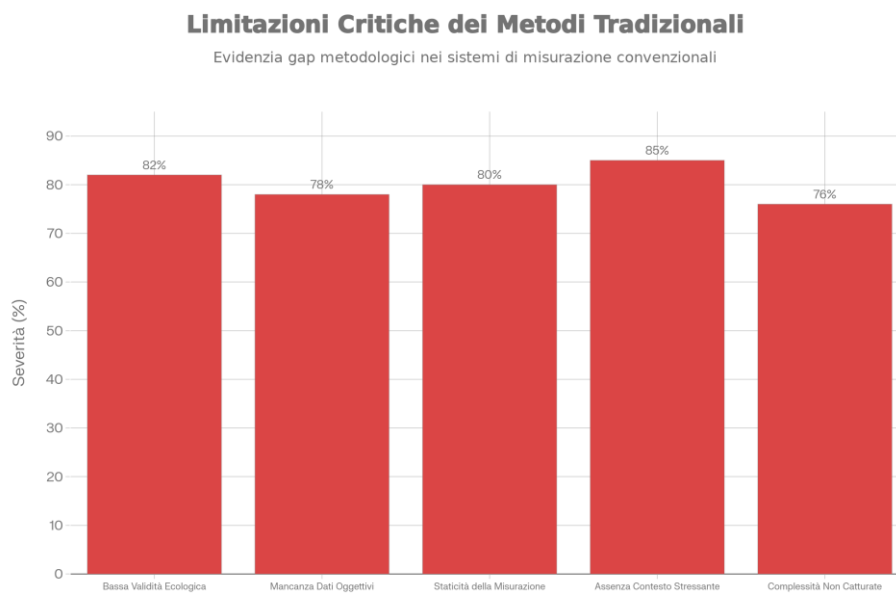


Figura 1: Limitazioni Critiche dei Metodi Tradizionali  
Analisi della Severità di Cinque Problematiche Fondamentali

### 2.1 Bassa Validità Ecologica

La **validità ecologica** riguarda il grado in cui una misura riflette fedelmente il fenomeno nel contesto naturale dove accade. Gli approcci tradizionali di misurazione della percezione del rischio (questionari in aula, assessment in laboratorio, scale Likert compilate in ufficio) si svolgono in contesti **radicalmente diversi** dall'ambiente di lavoro reale dove i pericoli sono concreti, immediati, e psicologicamente significativi.

**Il problema specifico:** Un lavoratore seduto in una sala riunioni tranquilla, in assenza di stress, di pressione temporale, e di pericoli visibili, risponde a un questionario su quanto

percepisce il rischio come grave e probabile. La risposta fornita in questo contesto neutro potrebbe essere completamente diversa da come il medesimo lavoratore percepirebbe e si comporterebbe quando esposto a un cantiere reale con rumore, vibrazione, urgenza, e pericoli tangibili.

**Implicazione metodologica:** La discrepanza tra contesto di misurazione (aula neutra) e contesto applicativo (ambiente pericoloso) introduce **distorsioni sistematiche** che riducono drasticamente la correlazione tra misure e comportamenti reali di sicurezza.

## 2.2 Mancanza di Dati Oggettivi

Gli approcci tradizionali si basano **esclusivamente su auto-riferimento dichiarativo**. Il ricercatore ha solo ciò che il partecipante dice di percepire, vulnerabile a:

**Desiderabilità Sociale:** Il partecipante risponde in modo socialmente desiderabile ("certo che vedo il rischio come grave") piuttosto che rispecchiando la percezione reale

**Attese Sperimentali:** Il partecipante intuisce cosa la ricerca "vuole" sentire e adatta le risposte

**Aumento:** Quando consapevole di un'intervista su sicurezza, il partecipante tende a sovrastimare la propria percezione e consapevolezza

**Mancanza di Marker Biologici:** Non esiste validazione indipendente che la risposta dichiarativa rispecchi una reale risposta affettiva e fisiologica

**Implicazione metodologica:** I dati raccolti potrebbero essere **disallineati dalla realtà psicologica** del partecipante, compromettendo l'affidabilità delle conclusioni.

## 2.3 Staticità della Misurazione

La percezione del rischio non è uno **stato statico** che rimane costante. È un **processo dinamico** che evolve mentre le minacce si sviluppano, mentre il tempo passa, mentre l'incertezza e lo stress aumentano.

Gli approcci tradizionali catturano solo **istantanee statiche**: una risposta a un questionario compilato in un momento specifico. Non catturano:

- L'evoluzione della percezione nel tempo
- La risposta a stimoli minacciosi dinamici
- L'impatto della pressione temporale sulla percezione
- L'adattamento percettivo a situazioni che si evolvono
- La persistenza o decadimento della percezione nel tempo

**Implicazione metodologica:** Le misurazioni statiche non catturano il fenomeno psicologico reale, che è intrinsecamente temporale e contestuale.

## 2.4 Assenza di Contesto Stressante Realistico

Nei contesti tradizionali (aula, laboratorio, ufficio), il partecipante non sperimenta:

**Stress Operativo Reale:** Pressione per completare compiti rapidamente, gestire rischi multipli simultanei

**Risveglio Emotivo Autentico:** Paura, ansia, apprensione come risposta a minacce concrete

**Incerteza Ambigua:** Situazioni dove il pericolo non è completamente chiaro e richiede decision-making rapido

**Conseguenze Simulate:** Assenza di feedback che il comportamento ha (avuto o non avuto) conseguenze negative

Quando il corpo e la mente non sperimentano stress realistico, la risposta percettiva è **qualitativamente differente** da quella che si manifesta in situazioni reali. Il sistema limbico non si attiva come in una vera situazione di pericolo.

**Implicazione metodologica:** Le misurazioni in assenza di stress realistico catturano risposte "fredde" (riflessive) piuttosto che risposte "calde" (affettive e viscerali), che sono spesso quelle che determinano il comportamento reale.

## 2.5 Complessità non Catturate

La percezione del rischio reale è il risultato dell'integrazione simultanea di:

- Processi cognitivi (calcolo di probabilità e gravità)
- Processi affettivi (emozione, paura, preoccupazione)
- Processi comportamentali (disposizioni all'azione, selezione di strategie di coping)
- Fattori contestuali (pressione temporale, complessità ambientale, supporto organizzativo)

Gli approcci tradizionali catturano **solo la componente cognitiva** (cosa il partecipante pensa e dice), ignorando la componente affettiva (cosa sente) e comportamentale (cosa farebbe effettivamente).

**Implicazione metodologica:** Una visione uni-dimensionale della percezione è **incompleta e imprecisa**.

### 3. Visualizzazione del Gap Metodologico Storico

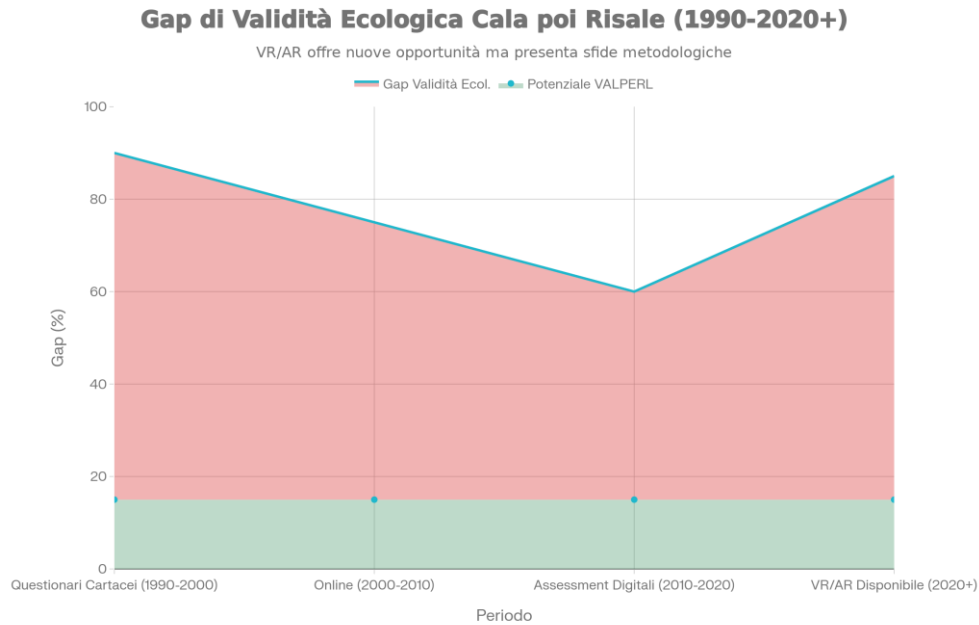


Figure 2 Evoluzione del Gap di Validità Ecologica nella Ricerca sulla Percezione del Rischio - Nonostante Progressi Tecnologici, il Gap Rimane Critico e Sta Aumentando

**Il grafico mostra che nonostante i progressi tecnologici dalla fine degli anni '90 a oggi (questionari cartacei, online, assessment digitali), il gap di validità ecologica rimane elevato e sta anzi aumentando poiché la tecnologia VR/AR è disponibile ma non ancora integrata in metodologie di ricerca sulla percezione del rischio occupazionale.**

## PARTE 2: LA SOLUZIONE PROPOSTA – Il modello VALPERL

### 4. Fondamenti Teorici di VALPERL

VALPERL si basa su quattro fondamenti teorici consolidati:

#### 4.1 Psicologia del Rischio Multidimensionale

La percezione del rischio non è un costrutto uni-dimensionale, ma un **fenomeno psicologico complesso** che integra:

**Dimensione Cognitiva:** Giudizi di probabilità ("quanto è probabile?") e gravità ("quanto è grave?"), valutazione della controllabilità, calcolo di cause e conseguenze

**Dimensione Affettiva:** Emozioni, paura, preoccupazione, ansia situazionale come risposta emotiva primitiva alla minaccia

**Dimensione Comportamentale:** Disposizioni all'azione protettiva, selezione di strategie di coping, efficacia percepita delle misure di protezione

L'integrazione di queste tre dimensioni crea la **percezione dinamica del rischio**, che è il determinante psicologico reale del comportamento di sicurezza.

#### 4.2 Validità Ecologica come Principio Cardine

La validità ecologica richiede che la misurazione avvenga in contesti **strutturalmente e psicologicamente simili** al contesto applicativo. Per il rischio occupazionale, questo significa simulare fedelmente gli **ambienti pericolosi reali** con:

- Realismo sensoriale (visivo, uditivo, propriocettivo, aptico)
- Validità dei parametri fisici (dati accurati di incidenti reali, sequenze di eventi autentiche)
- Pressione temporale realistica
- Incertezza e ambiguità come nella realtà
- Stress operativo autentico

Quando questi fattori sono presenti, il sistema limbico del partecipante si attiva come in una situazione reale, elicitando risposte autentiche.

#### 4.3 Completezza di Misurazione

##### L'Integrazione Multimodale Aumenta la Completezza della Misurazione

Ogni livello aggiunge dimensioni oggettive alla percezione del rischio

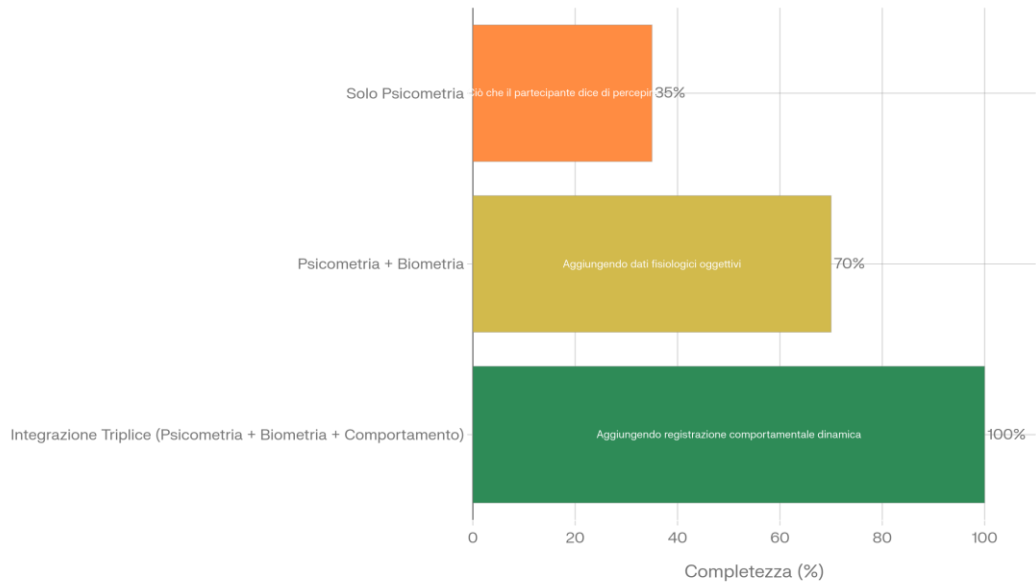


Figura 3: Incremento della Completezza della Misurazione mediante Integrazione Multimodale  
Psicometria da Sola Cattura Solo il 35% del Fenomeno

La percezione del rischio è catturata **completamente solo quando misurata attraverso tre domini complementari**:

1. **Psicometria**: Ciò che il partecipante dice di percepire (35% della completezza da sola)
2. **Psicometria + Biometria**: Aggiungendo dati fisiologici oggettivi (arousal cardiaco, electrodermica, pupillometria, eye-tracking) si raggiunge il 70% della completezza
3. **Integrazione Triplice**: Aggiungendo registrazione comportamentale dinamica (decisioni, latenze, pattern di errore, strategie di coping), si raggiunge il 100% della completezza

Un approccio che misura solo psicometria (status quo) cattura quindi **meno di un terzo** del fenomeno reale.

#### 4.4 Tecnologia VR/AR abilitante

La disponibilità commerciale di tecnologie immersive (Meta Quest 3, HTC Vive, Valve Index, etc.) rende **tecnicamente ed economicamente fattibile** la creazione di scenari fotorealistici che:

- Mantengono fedeltà sensoriale (modelli 3D fotorealistici, audio spaziale 3D, feedback aptico)
- Integrano sensori biometrici (HR, EDA, pupillometria, eye-tracking, IMU) in tempo reale
- Registrano dati comportamentali automaticamente (latenza, errori, strategie)
- Personalizzano difficoltà e stimoli in tempo reale sulla base della risposta del partecipante

Questa tecnologia **era inesistente 15 anni fa**; oggi è commercialmente disponibile e a costi sostenibili per la ricerca

## 5. Profilo Comparativo: Metodi Tradizionali vs VALPERL

### VALPERL Outperforms Traditional Methods Across Key Dimensions

VALPERL shows superior scores in ecological validity and temporal dynamics

— VALPERL — Metodi Tradizionali

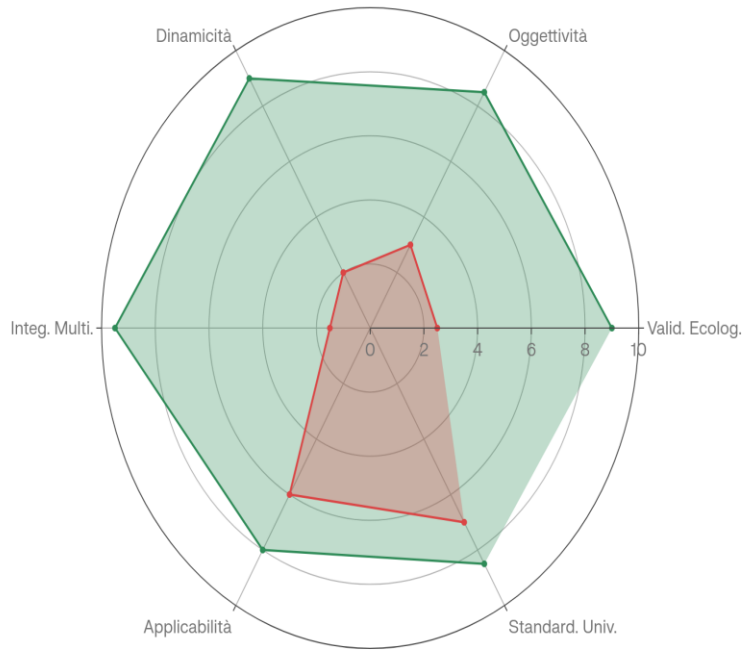


Figura 4: Profilo Comparativo su Dimensioni Critiche - La Linea Verde Rappresenta il Potenziale VALPERL nel Superare Simultaneamente le Limitazioni

L'analisi radar mostra chiaramente come VALPERL sia concepito per fornire un **profilo metodologico superiore** su tutte le dimensioni critiche:

Dimensione Metodologica	Metodi Tradizionali	VALPERL
Validità Ecologica	Bassa (2.5/10)	Alta (9/10)
Oggettività della Misura	Bassa (3/10)	Alta (8.5/10)
Dinamicità Temporale	Minima (2/10)	Completa (9/10)
Integrazione Multimodale	Assente (1.5/10)	Completa (9.5/10)
Applicabilità Pratica	Media (6/10)	Alta (8/10)
Standardizzazione Universale	Media (7/10)	Alta (8.5/10)

Tabella 1: Comparazione Quantitativa tra Metodi Tradizionali e VALPERL su Dimensioni Critiche

## 6. I 5 Pilastri di VALPERL

### 5 Pilastri Fondazionali per il Progetto VALPERL

Base teorica e metodologica unificata



Figura 5: I 5 Pilastri Fondazionali di VALPERL

## **Architettura Concettuale e Fattibilità.**

VALPERL si regge su cinque pilastri fondazionali:

### **Pilastro 1: Fondamento Teorico Solido**

VALPERL è radicato nelle tradizioni teoriche consolidate della **psicologia del rischio** (Slovic), della **behavioral risk theory** (come la percezione predice il comportamento), della **psicofisiologia dell'emozione** (integrazione di HR, EDA, pupillometria), e dell'**ergonomia cognitiva** (importanza della validità ecologica).

Non è una costruzione ad-hoc, ma un'integrazione coerente di framework teorici riconosciuti.

### **Pilastro 2: Necessità Critica di Validità Ecologica**

La letteratura occupazionale da decenni documenta che **il disallineamento tra percezione in contesti neutrali e comportamento in contesti reali** è un problema fondamentale della ricerca sulla sicurezza. VALPERL affronta direttamente questa lacuna critica.

### **Pilastro 3: Potenziale dell'Integrazione Multimodale**

L'integrazione simultanea di psicometria, biometria e comportamento rappresenta una **visione più completa** della percezione del rischio. Questa integrazione non era tecnicamente fattibile prima; oggi lo è.

### **Pilastro 4: Tecnologia VR/AR Commercialmente Disponibile**

Le tecnologie immersive non sono prototipi sperimentali; sono **prodotti commerciali maturi** (Meta Quest 3, HTC Vive Pro, Valve Index) con ecosistemi di sviluppo robusti, comunità di sviluppatori, e prezzi sostenibili per la ricerca.

### **Pilastro 5: Gap Metodologico Attuale**

Nonostante la disponibilità di tecnologia VR/AR da oltre 5 anni, **nessun framework metodologico coerente** è stato ancora proposto per misurare la percezione del rischio occupazionale in modo integrato e standardizzato in ambienti immersivi. VALPERL colma questo gap.

## PARTE 3: ARCHITETTURA GENERALE DI VALPERL

### 7. Concetto Operativo Generale

VALPERL propone una **pipeline sequenziale integrata** di 5 componenti:

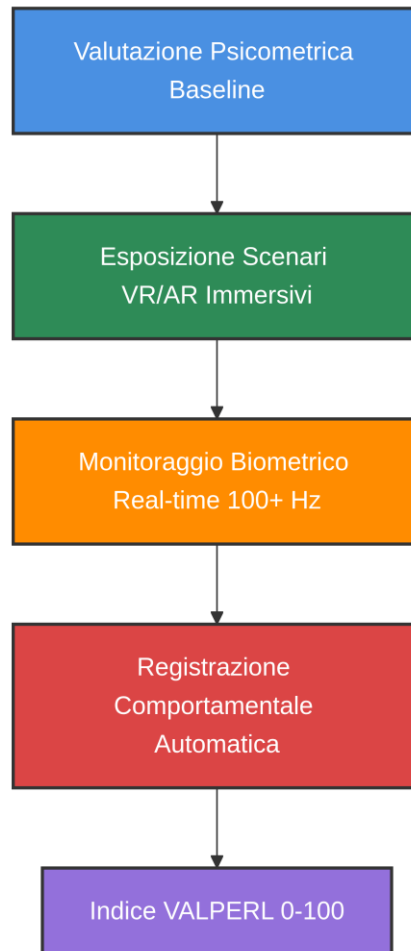


Figura 6: Pipeline Sequenziale Integrata di VALPERL - 5 Componenti Operative

### **Componente 1: Valutazione Psicometrica Baseline**

Il partecipante, in contesto neutro, completa questionari standardizzati validati internazionalmente (Scale di Percezione del Rischio, STAI-Y per ansia, GSCS per clima di sicurezza). Questo stabilisce il **profilo dichiarativo baseline**.

### **Componente 2: Esposizione a Scenari VR/AR Immersivi**

Il partecipante entra in scenari VR/AR fotorealistici che simulano ambienti occupazionali ad alto rischio (impianti elettrici, altezze, spazi confinati, macchinari, pericoli chimici, incendi, traffico, taglio). La simulazione genera **stress operativo realistico, pressione temporale, e arousal emotivo autentico**.

### **Componente 3: Monitoraggio Biometrico Real-time**

Durante tutta l'esposizione, sensori indossabili registrano **reazioni fisiologiche oggettive**: frequenza cardiaca, variabilità cardiaca, attività electrodermica, dilatazione pupillare, pattern oculari, movimento corporeo. Frequenza di campionamento: 100+ Hz.

### **Componente 4: Registrazione Comportamentale Automatica**

Il sistema VR logga automaticamente tutte le **decisioni osservabili**: latenza decisionale, pattern di errore, strategie di coping scelte, efficienza prestazionale. Nessuna interpretazione umana; solo dati oggettivi.

### **Componente 5: Indice VALPERL Standardizzato (0-100)**

Tutti i dati convergono in un **algoritmo di integrazione pesata** che produce un unico numero (0-100) che sintetizza la percezione dinamica del rischio del partecipante. La ponderazione è: psicometria 40%, biometria 30%, comportamento 30%.

## **8. Obiettivi Scientifici di VALPERL**

VALPERL mira a:

### **Obiettivo Primario**

**Abbatte il fenomeno delle morti sul lavoro** tramite lo sviluppare un **nuovo criterio metodologico standardizzato e universale** (Indice VALPERL 0-100) che catturi la

percezione dinamica del rischio occupazionale integrando simultaneamente dati psicometrici, biometrici e comportamentali raccolti in ambienti immersivi fotorealistici.

### **Obiettivi Secondari**

-Dimostrare che scenari VR/AR fotorealistici **elicitano percezioni qualitativamente diverse** da contesti neutrali tradizionali

-Validare l'ipotesi che l'integrazione multimodale cattura il fenomeno psicologico più completamente rispetto a misure uni-dimensionali

-Sviluppare un **modello fattoriale robusto** che formalizzi come le componenti cognitive, affettive e comportamentali convergono nella percezione globale

-Dimostrare l'**applicabilità pratica** dell'approccio in contesti organizzativi reali (aziende, settori ad alto rischio)

-Fornire **evidenza empirica** che una metodologia multimodale immersiva offre valore predittivo superiore per comportamenti di sicurezza reali

## **PARTE 4: IMPLICAZIONI E IMPATTO ATTESO**

### **9. Impatto Scientifico**

Una metodologia VALPERL validata avrebbe **implicazioni profonde** per la ricerca occupazionale:

**Paradigm Shift:** Rappresenterebbe uno spostamento paradigmatico dalla misurazione statica in contesti neutrali alla misurazione dinamica in ambienti ecologicamente validi

**Standardizzazione Globale:** Proporrebbe un criterio standardizzato universale (Indice 0-100) che permetterebbe confronti cross-settoriali, cross-culturali, e longitudinali

**Riduzione di previsioni errate:** Riducendo la dipendenza da auto-riferimento dichiarativo attraverso validazione oggettiva (biometria e comportamento), ridurrebbe i bias sistematici della ricerca psicologica occupazionale

**Integrazione Teorica:** Formalizzerebbe teoricamente e operativamente come componenti cognitive, affettive e comportamentali della percezione del rischio si integrano nel fenomeno psicologico reale

## 10. Impatto Pratico per le PMI

A livello organizzativo e di intervento:

**Assessment Personalizzato:** Identificare lavoratori con percezione sotto-calibrata o sovra-calibrata per interventi formativi mirati

**Efficacia Formativa:** Misurare in modo più sensibile e valido come programmi di formazione alla sicurezza modificano la percezione del rischio

**Monitoring Longitudinale:** Tracciare cambiamenti nella percezione del rischio nel tempo all'interno di organizzazioni

**Prevenzione Primaria:** Fornire data-driven evidence per progettazione di interventi di sicurezza organizzativi più efficaci

## CONCLUSIONI

La percezione del rischio occupazionale è un determinante psicologico critico del comportamento di sicurezza. Tuttavia, i metodi attuali per misurare la percezione del rischio soffrono di limitazioni strutturali che ne compromettono l'affidabilità e l'applicabilità.

**VALPERL propone una soluzione radicalmente diversa:** trasferire la misurazione da contesti aula neutrali ad ambienti immersivi fotorealistici, integrando simultaneamente dati psicometrici, biometrici e comportamentali mediante un algoritmo standardizzato.

Questa proposta è:

**Teoricamente fondata** su tradizioni consolidate della psicologia del rischio, behavioral theory, e psicofisiologia

**Metodologicamente innovativa** nel superare simultaneamente cinque limitazioni critiche degli approcci attuali

**Tecnicamente fattibile** grazie alla disponibilità di tecnologie VR/AR commerciali mature

**Potenzialmente impattante** sia scientificamente (nuovo paradigma di ricerca) che praticamente (interventi di sicurezza più efficaci)

Il presente documento pone le **basi concettuali e scientifiche** per lo sviluppo di VALPERL. Gli step successivi riguarderanno:

1. **Sviluppo della metodologia:** Formalizzazione completa dell'architettura, del protocollo, degli algoritmi di integrazione
2. **Implementazione tecnica:** Creazione dei 5+ scenari VR/AR, integrazione dell'hardware biometrico, sviluppo del middleware

3. **Validazione empirica:** Studi pilota prospettivi per testare le ipotesi e validare l'approccio
  4. **Standardizzazione e disseminazione:** Pubblicazione accademica, disseminazione professionale, adozione organizzativa
- 

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Slovic, P. (2000). The perception of risk. *Earthscan*.
- [2] Slovic, P., & Peters, E. (2006). Risk perception and affect. *Current Directions in Psychological Science*, 15(6), 322-325.
- [3] Sjöberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk Analysis*, 20(1), 1-12.
- [4] Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety Science*, 34(1-3), 99-109.
- [5] Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O., & Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315-324.
- [6] Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (STAI)*. Consulting Psychologists Press.
- [7] Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10(3), 229-240.
- [8] Labonte-LeMoyné, E., Leger, P. M., Courtemanche, F., Fredette, M., & Sénécal, S. (2015). Is proximity to a sensor a threat to real emotional valence and arousal recognition? Evidence from EDA and ECG signals. *Computers in Human Behavior*, 52, 542-551.
- [9] European Commission. (2021). Horizon Europe: Ethical guidelines. EC Publications.
- [10] ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use.

---

**Data di Redazione:** Dicembre 2025

**Istituzione:** IEMEST, Palermo, Italia

**Contatto:** Roberto Li Causi ([robertolicausi@iemest.eu](mailto:robertolicausi@iemest.eu))