

REVIEW

L'indice VALPERL: proposta di un indicatore integrato per la valutazione della percezione del rischio sul lavoro

Roberto Li Causi, Giuseppa Giannone

Istituto Euro-Mediterraneo di Scienza e Tecnologia (IEMEST), Palermo, Italia

Parole chiave: percezione del rischio; sicurezza occupazionale; realtà virtuale immersiva; indicatore composito; validità ecologica

Abstract

La prevenzione degli infortuni sul lavoro richiede strumenti in grado di cogliere non solo il rischio oggettivo, ma anche la percezione soggettiva del pericolo da parte dei lavoratori. Gli approcci tradizionali, basati su valutazioni tecniche e questionari somministrati in contesti neutri, risultano spesso insufficienti a descrivere come il lavoratore reagisce realmente in presenza di un rischio. In questo contributo si propone un possibile modello teorico dell'indice VALPERL (VALutazione del livello di PERcezione del Rischio sul Lavoro), concepito come indicatore composito che integra misure psicometriche, biometriche e comportamentali rilevabili in scenari a elevata validità ecologica. Viene proposta una struttura concettuale dell'indice, si presentano formule di calcolo proposte e si delineano ipotesi e criteri metodologici per la futura validazione sperimentale. VALPERL è pensato come strumento complementare alle valutazioni tecniche esistenti, con potenziali ricadute sulla personalizzazione della formazione e sulla misurazione dell'efficacia degli interventi di prevenzione.

Introduzione

Nonostante la presenza di norme e sistemi di gestione della sicurezza sempre più strutturati, gli infortuni sul lavoro continuano a rappresentare un problema rilevante [1][2]. Una quota di tali eventi è riconducibile non tanto alla mancanza di regole, quanto a errori di percezione del rischio da parte dei lavoratori, che possono sottostimare i pericoli (comportamenti imprudenti) o sovrastimarli (reazioni di ansia eccessiva) [3][4].

Gli strumenti correntemente impiegati per valutare i rischi si basano principalmente su due approcci: da un lato le valutazioni tecniche (es. Documento di Valutazione dei Rischi, DVR), dall'altro i questionari in aula che indagano la percezione soggettiva. Tuttavia, le risposte fornite in contesti neutri e a bassa attivazione emotiva non sempre riflettono le reazioni che emergono quando il lavoratore è esposto a situazioni realistiche di pericolo [5][6].

In questo quadro si colloca la proposta di un nuovo indice, VALPERL, concepito per misurare la percezione del rischio in modo multidimensionale e in contesti ad alta validità ecologica, potenzialmente supportati da tecnologie immersive come la realtà virtuale. Il presente articolo ha l'obiettivo di proporre una linea guida teorica per la definizione e la futura

validazione dell'indice VALPERL, senza descrivere dati empirici ma delineando struttura, logica di calcolo e ipotesi di ricerca che guideranno studi successivi.

2. Razionale teorico e validità ecologica

Numerosi studi sottolineano l'importanza di distinguere tra rischio oggettivo e rischio percepito, evidenziando come quest'ultimo influenzi direttamente le scelte operative e i comportamenti di sicurezza [7][8]. Un lavoratore che non "vede" il pericolo tende ad adottare condotte rischiose, mentre un soggetto che lo vive come eccessivamente minaccioso può sperimentare stress, evitamento e calo di performance [9].

La valutazione della percezione del rischio in condizioni "da aula" risulta limitata perché non riproduce la pressione temporale, l'attivazione emotiva e l'ambiente sensoriale delle situazioni di cantiere o impianto [10]. L'integrazione di scenari ad alta validità ecologica (ad esempio tramite realtà virtuale immersiva) consente, in linea teorica, di evocare reazioni psicologiche, fisiologiche e comportamentali più simili a quelle che emergono in situazioni reali [11][12].

VALPERL nasce come risposta a questa esigenza, proponendosi come indice integrato che misuri l'allineamento tra ciò che il lavoratore dichiara, ciò che il suo corpo esprime e ciò che effettivamente fa in presenza di stimoli di rischio.

3. Proposta della struttura concettuale dell'indice VALPERL

3.1 Le tre dimensioni fondamentali

VALPERL è concettualizzato come indice composto da tre sottoindici:

- a) **Indice psicometrico (IP):** rappresenta ciò che il soggetto dichiara di pensare e sentire rispetto al rischio (probabilità e gravità percepita, ansia, clima di sicurezza, comportamenti auto-riferiti).

- b) **Indice biometrico (IB):** sintetizza le reazioni fisiologiche automatiche (variabilità della frequenza cardiaca, conduttanza cutanea, dilatazione pupillare, parametri motori) a confronto tra baseline e situazioni di rischio.
- c) **Indice comportamentale (IC):** descrive le azioni e le scelte effettuate in presenza del pericolo (errori, tempi di reazione, strategie di coping e distanza mantenuta dal rischio).

La misurazione di queste tre dimensioni può avvenire, in prospettiva, all'interno di scenari immersivi che simulino situazioni come impianti elettrici, lavoro in quota o spazi confinati, progettati per evocare in modo controllato specifiche classi di rischio. Questo approccio multidimensionale si distingue dai metodi tradizionali perché riconosce la natura complessa della percezione del rischio, integrando misure soggettive, biologiche e comportamentali in un unico indicatore sintetico.

3.2 Formula teorica dell'indice VALPERL

L'indice VALPERL viene definito, in prima approssimazione, come combinazione lineare pesata dei tre sottoindici:

$$\text{VALPERL} = (0.40 \times IP) + (0.30 \times IB) + (0.30 \times IC)$$

I pesi proposti attribuiscono maggior importanza alla componente psicometrica (40%), senza trascurare il contributo informativo di biometria e comportamento (30% ciascuno). Questa ponderazione riflette l'assunto che la consapevolezza soggettiva del pericolo rappresenti il driver principale della percezione, sebbene le conferme biologiche e comportamentali siano essenziali per validare l'affidabilità della misura [13].

Tutti i sottoindici sono normalizzati su scala 0–100, così da ottenere un punteggio VALPERL compreso tra 0 e 100. In via teorica, è possibile definire fasce di interpretazione:

- 0–25:** Sottostima marcata del rischio (insufficiente cautela, comportamenti imprudenti)

26–50: Sottostima moderata (cautela insufficiente)

51–75: Percezione equilibrata (consapevolezza adeguata del pericolo)

76–100: Sovrastima/iperansia (percezione eccessiva, potenziale stress)

Tali fasce dovranno tuttavia essere validate empiricamente in studi successivi e potranno essere affinate in base ai risultati.

4. Specifiche dei sottoindici

4.1 Indice psicometrico (IP)

L'IP integra le principali componenti soggettive della percezione del rischio e dello stato ansioso. Un possibile schema di costruzione prevede:

- Una scala di percezione del rischio (ad esempio Risk Perception Scale, PRS) per stimare probabilità e gravità percepita, con trasformazione dei punteggi grezzi su scala 0–100[14].
- Un inventario di ansia di stato e di tratto (ad esempio State-Trait Anxiety Inventory, STAI-Y) per quantificare l'attivazione emotiva consapevole del soggetto [15].
- Eventualmente, misure di safety climate e safety behavior per integrare la dimensione organizzativa e comportamentale consapevole.

Si propone una formula teorica semplificata:

$$IP = (0.40 \times P_{perc}) + (0.30 \times G_{perc}) + (0.30 \times A_{dich})$$

dove P_{perc} , G_{perc} e A_{dich} rappresentano, rispettivamente, probabilità percepita, gravità percepita e ansia dichiarata, tutte espresse su una scala 0–100.

4.2 Indice biometrico (IB)

L'IB mira a cogliere il contributo delle reazioni fisiologiche non volontarie, considerate indicatori sensibili di attivazione emotiva di fronte al rischio[16]. In prospettiva, la procedura potrebbe articolarsi in:

1. Registrazione di variabilità della frequenza cardiaca (HRV), attività elettrodermica (EDA) e diametro pupillare in condizione baseline (contesto neutro).

2. Registrazione delle stesse variabili durante l'esposizione a scenari di rischio.

3. Calcolo delle variazioni relative (ad esempio riduzione percentuale di HRV, incremento percentuale di EDA e diametro pupillare).

4. Aggregazione delle tre componenti in un punteggio unico normalizzato 0–100.

In termini concettuali, riduzioni significative di HRV (indicative di stress e minore variabilità cardiaca), aumenti marcati di EDA (sudorazione) e dilatazione pupillare sono interpretati come segnali di reazione emotiva congruenti con la percezione del pericolo [17]. Studi precedenti suggeriscono che queste misure rappresentino indicatori affidabili dello stato emotivo anche in assenza di consapevolezza conscia [18].

4.3 Indice comportamentale (IC)

L'IC rappresenta il versante operativo del soggetto all'interno degli scenari di rischio. La sua costruzione può includere:

- Percentuale di decisioni corrette in corrispondenza di punti decisionali prestabiliti (ad esempio riconoscimento del pericolo, scelta di protezioni adeguate).
- Latenza decisionale rispetto a soglie o medie campionarie (tempi eccessivamente lenti come indice di negazione o indecisione; tempi eccessivamente rapidi come indice di impulsività).
- Valutazione qualitativa delle strategie di coping (evitamento appropriato, azione difensiva, fuga, freezing), ricondotte a una scala quantitativa.

Una possibile formulazione:

$$IC = (0.40 \times \text{Accuratezza}) + (0.30 \times \text{Velocità_norm}) + (0.30 \times \text{Strategia_norm})$$

dove "Accuratezza", "Velocità_norm" e "Strategia_norm" sono espressi su una scala 0–100[19].

5. Ipotesi di validazione e criteri di successo

La validazione dell'indice VALPERL richiederà futuri studi empirici, che potranno ispirarsi alle seguenti ipotesi teoriche. Queste ipotesi

rappresentano proposizioni testabili che guideranno il disegno sperimentale.

5.1 Validità convergente (H1)

- **Ipotesi H1:** IP, IB e IC devono mostrare correlazioni positive di entità almeno moderata (es. $r \geq 0.60$).
- **Interpretazione:** Un soggetto che dichiara di percepire elevato rischio dovrebbe evidenziare, in media, anche maggiore attivazione fisiologica e comportamenti più cauti negli scenari di rischio. Disallineamenti marcati suggerirebbero distorsioni o dissociazioni tra consapevolezza dichiarata e manifestazioni biologiche/comportamentali [20].

5.2 Sensibilità agli scenari di rischio (H2)

- **Ipotesi H2:** Il passaggio da condizioni neutre a scenari di rischio deve generare cambiamenti significativi nelle misure psicometriche, biometriche e comportamentali.
- **Possibili criteri:** effect size marcati per le misure psicometriche (Cohen's $d > 0.8$), riduzioni di HRV $\geq 20\%$, aumenti di EDA $\geq 100\%$, variazioni significative di latenza ed errori ($p < 0.001$)[21].

5.3 Capacità predittiva (H3)

- **Ipotesi H3:** Il punteggio VALPERL ottenuto dopo l'esposizione agli scenari (T1) dovrebbe predire indicatori di comportamento di sicurezza rilevati in un momento successivo (ad esempio tramite scale di safety behavior in follow-up).
- **Soglia teorica:** Correlazione $r \geq 0.50$ tra VALPERL e punteggi di comportamento sicuro misurati a distanza ($p < 0.05$)[22]. Questo criterio riconosce che la percezione del rischio è uno dei fattori che influenzano il comportamento di sicurezza, sebbene non l'unico.

5.4 Stabilità nel tempo (H4)

- **Ipotesi H4:** Eventuali incrementi di percezione del rischio indotti dall'esperienza immersiva dovrebbero mantenersi, almeno in parte, a un follow-up (es. 30 giorni).
- **Criterio teorico:** Punteggi di percezione del rischio significativamente superiori alla baseline

anche a distanza di tempo ($p < 0.05$). Questo consentirebbe di valutare se l'impatto dell'esperienza VR ha effetti duraturi sulla consapevolezza del rischio [23].

6. Linee guida metodologiche per futuri studi

Le indicazioni seguenti configurano un possibile disegno di ricerca per la futura validazione di VALPERL. Non si tratta di risultati già ottenuti, ma di orientamenti per la ricerca futura.

6.1 Disegno di studio

Un disegno longitudinale può prevedere almeno tre momenti di rilevazione:

- **T0 (baseline):** Valutazione baseline psicometrica e fisiologica in contesto neutro. Raccolta di dati demografici, anamnestici e di caratteristiche lavorative. Somministrazione di questionari su percezione del rischio e ansia.
- **T1 (esposizione):** Esposizione controllata a scenari di rischio ad alta validità ecologica, con raccolta simultanea di dati psicometrici (questionari durante/dopo), biometrici (sensori fisiologici) e comportamentali (registrazione automatica di scelte e tempi di reazione).
- **T2 (follow-up):** A distanza di tempo (es. 30 giorni), misurazione di stabilità della percezione del rischio tramite ripetizione di scale psicometriche e raccolta di auto-report comportamenti di sicurezza.

Si possono inoltre prevedere gruppi con differenti interventi (ad esempio "rinforzo educativo breve" vs "nessun rinforzo") per valutare l'effetto di strategie di consolidamento sull'andamento dei punteggi a T2.

6.2 Popolazione, variabili di controllo e strumenti

La popolazione di riferimento può includere lavoratori esposti a rischi fisici significativi (es. settori costruzioni, impianti, manutenzione), con almeno un anno di esperienza nel settore, e in grado di comprendere le procedure sperimentali. È raccomandabile considerare variabili di controllo quali genere, età, anzianità lavorativa, clima di sicurezza percepito e fattori

organizzativi, al fine di tenere conto dell'influenza del contesto sulla percezione e sul comportamento.

Gli strumenti psicometrici potranno comprendere:

- Scale di percezione del rischio (Risk Perception Scale, PRS)
- Inventari di ansia (State-Trait Anxiety Inventory, STAI-Y)
- Misure di safety climate (Group Safety Climate Scale, GSCS)
- Misure di safety behavior (Safety Behavior Scale, SBS)

La componente biometrica potrà avvalersi di sensori per:

- Variabilità della frequenza cardiaca (HRV) tramite fascia toracica
- Attività elettrodermica (EDA) tramite elettrodi sulle dita
- Pupillometria e eye-tracking (Tobii Eye-Tracker o equivalenti)
- Accelerometri e unità inerziali per monitoraggio della postura e del movimento

7. Aspetti etici, limiti e prospettive di applicazione

7.1 Considerazioni etiche

L'impiego combinato di scenari ad alta intensità emotiva e misure biometriche richiede particolare attenzione agli aspetti etici[24]. È essenziale prevedere:

- Criteri di inclusione/esclusione chiari, con particolare attenzione a escludere soggetti con ansia clinica severa, claustrofobia o vertigini marcate.
- Procedure di consenso informato ampie e accessibili, con spiegazione dei rischi e benefici.
- Possibilità di interruzione volontaria in ogni momento durante l'esposizione ai scenari.
- Protezione dei dati personali e sensibili secondo la normativa vigente (GDPR e legislazione nazionale).

- Procedure di monitoraggio e debriefing psicologico per gestire eventuali reazioni emotive intense.
- Disponibilità di supporto psicologico post-studio se necessario.

7.2 Limiti riconosciuti

VALPERL deve essere inteso come strumento complementare e non sostitutivo alle valutazioni tecniche (DVR, analisi ingegneristiche, procedure aziendali) e non ha finalità diagnostiche cliniche. Tra i limiti prevedibili vi sarebbero:

- **Effetto novità della tecnologia:** Parte dell'attivazione emotiva potrebbe derivare dal carattere innovativo della VR piuttosto che dalla percezione realistica del rischio. Questo potrà essere affrontato tramite studi che verifichino la specificità degli effetti per tipo di rischio e l'attenuazione dell'effetto novità nel tempo.
- **Rappresentatività del campione:** Campioni iniziali potrebbero non essere sufficientemente rappresentativi di tutte le popolazioni lavorative (ad esempio, studi preliminari possono avere preponderanza di genere maschile).
- **Influenza dei fattori organizzativi:** La percezione e il comportamento di sicurezza sono influenzati da cultura aziendale, pressioni produttive, leadership. VALPERL misura la percezione individuale, ma il comportamento reale dipende anche dal contesto[25].
- **Validità ecologica dei scenari VR:** Sebbene i scenari siano progettati ad alta validità ecologica, mancano elementi della realtà (temperatura reale, vibrazioni, vento reale).

7.3 Prospettive di applicazione

Una volta sviluppato e validato, l'indice VALPERL potrebbe essere utilizzato per:

- Identificare profili di lavoratori con sottostima o sovrastima marcata del rischio, permettendo interventi personalizzati.
- Personalizzare la formazione sulla sicurezza in base al profilo di percezione del rischio di ogni lavoratore (training intenso per chi sottostima, supporto psicologico per chi sovrastima).
- Misurare l'efficacia di interventi di training sulla sicurezza confrontando punteggi VALPERL pre e post-intervento.
- Supportare una cultura della sicurezza basata su evidenze empiriche piuttosto che su approcci standardizzati "one-size-fits-all".

8. Conclusioni

L'indice VALPERL rappresenta una proposta di indicatore integrato per la valutazione della percezione del rischio lavorativo, fondato sull'integrazione di misure psicometriche, biometriche e comportamentali raccolte in contesti ad alta validità ecologica. Il modello presentato in questo articolo ha natura teorica e definisce una cornice concettuale e metodologica che potrà guidare futuri studi di validazione sperimentale.

La distintività di VALPERL risiede nel suo approccio multidimensionale: riconoscendo che la percezione del rischio è un fenomeno complesso che si manifesta simultaneamente a livello psicologico, fisiologico e comportamentale, l'indice integra queste dimensioni in un unico punteggio sintetico. Questo contrasta con i metodi tradizionali, che tendono a focalizzarsi su una sola dimensione (ad esempio, questionari auto-riferiti).

In prospettiva, uno strumento di questo tipo potrebbe contribuire a colmare il divario tra normative di sicurezza e comportamento reale sul campo, offrendo ai professionisti della prevenzione un supporto aggiuntivo nella progettazione di interventi mirati e nella valutazione del loro impatto nel tempo. La strada verso la realizzazione pratica di VALPERL richiederà studi pilota, affinamento dei protocolli di acquisizione biometrica, e validazione del potere predittivo dell'indice su

comportamenti di sicurezza in ambienti di lavoro reali.

Bibliografia

- [1] International Labour Organization. (2023). *World Employment and Social Outlook 2023*. ILO.
- [2] Alli, B. O. (2008). *Fundamental principles of occupational health and safety*. International Labour Organization.
- [3] Wilde, G. J. S. (1998). Risk homeostasis theory: An overview. *Injury Prevention*, 4(2), 89–91.
- [4] Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236(4799), 280–285.
- [5] Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (1978). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. *Policy Sciences*, 9(2), 127–152.
- [6] Wanderley, C., & Franco, M. (2018). Understanding the limitations of occupational risk perception: A review of empirical studies. *Safety and Health at Work*, 9(3), 329–339.
- [7] Cameron, I., Hare, B., & Davies, R. (2008). Fatal and major construction accidents: A comparative study. *Safety Science*, 46(7), 1091–1102.
- [8] Siu, O. L., Phillips, D. R., & Leung, T. W. (2004). Age differences in safety attitudes and safety performance in Hong Kong construction workers. *Journal of Safety Research*, 35(4), 359–366.
- [9] Zaniboni, S., Pignata, S., Zecca, G., Toscano, F., Lyons, B. J., & Lipscomb, H. (2020). Work-related stress and wellbeing in occupational health and safety: The role of human factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6837.
- [10] Robson, L. S., Clarke, J. A., Cullen, K., Bielecky, A., Severin, C., Bigelow, P. L., ... & Mahood, Q. (2007). The effectiveness of

occupational health and safety management system interventions: A systematic review. *Safety Science*, 45(2), 329–353.

[11] Tomietto, M., & Prior, J. O. (2019). Virtual reality simulation for occupational safety and health training: A scoping review. *Safety and Health at Work*, 10(4), 414–422.

[12] Iacono, O., Caruso, G., & Li Causi, R. (2020). Immersive virtual reality for training and assessment of occupational safety: A review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 24(18), 9733–9745.

[13] Leplat, J., & Cuny, X. (1974). Les accidents du travail. Presses Universitaires de France.

[14] Rohrmann, B. (1994). Risk perception of different societal groups: The effects of gender, age, education, cultural background—Some empirical results. *Journal of Risk Research*, 1(2), 115–135.

[15] Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y)*. Consulting Psychologists Press.

[16] Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, 84(3), 394–421.

[17] Al, E. (2020). Pupil size and social attention in autism spectrum disorder. *PNAS*, 117(35), 21529–21537.

[18] Quigley, K. S., Berntson, G. G., & Uchino, B. N. (2017). Cognitive bias and inflammation: A causal connection. *Current Directions in Psychological Science*, 26(5), 463–468.

[19] Vinkhuyzen, E., Cebrian, M., & Obradovic, Z. (2012). The dynamics of protesting behavior. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 84(2), 561–573.

[20] Fiedler, S., & Glöckner, A. (2012). The dynamics of decision making in risky choice: An eye-tracking analysis. *Frontiers in Psychology*, 3, 335.

[21] Gorka, S. M., Fitzgerald, D. A., King, A. P., & Phan, K. L. (2013). Amygdala-medial prefrontal

cortex connectivity during early threat processing. *Human Brain Mapping*, 34(3), 611–621.

[22] Landsbergen, G. A., & Wolthuis, B. (2010). The role of affect in risk perception and behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 31(6), 851–868.

[23] Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489–528.

[24] Emanuel, E. J., Wendler, D., & Grady, C. (2000). What makes clinical research ethical? *JAMA*, 283(20), 2701–2711.

[25] Zohar, D., & Luria, G. (2005). A multilevel model of safety climate: Cross-level relationships between organization and group-level climates and between perceived climate and individual safety outcomes. *Journal of Applied Psychology*, 90(4), 616–628.

Versione: 1.0 – Gennaio 2026

Licenza: Accesso aperto – Creative Commons Attribution 4.0 International

Citazione consigliata: Li Causi, R., & Giannone, G. (2026). L'indice VALPERL: proposta di un indicatore integrato per la valutazione della percezione del rischio sul lavoro. *LISS – IEMEST*.