

SAFETYCHAIN. UNA BLOCKCHAIN SOCIALE PER IL FUTURO DELLA SALUTE E
SICUREZZA SUL LAVORO
29 GIUGNO 2026

Sull'effetto sociale e giuridico di
SafetyChain. Blockchain e Digital Wallet
per la prevenzione e la cultura della
sicurezza

di Silvia Ciucciovino

Professoressa ordinaria di Diritto del lavoro
Università degli Studi Roma Tre

Alessandro Toscano

Professore ordinario di Campi elettromagnetici
Università degli Studi Roma Tre

e Michele Faioli

Professore associato di Diritto del lavoro
Università Cattolica del Sacro Cuore

Sull'effetto sociale e giuridico di *SafetyChain*. *Blockchain e Digital Wallet* per la prevenzione e la cultura della sicurezza*

di Silvia Ciucciovino

Professoressa ordinaria di Diritto del lavoro
Università degli Studi Roma Tre

Alessandro Toscano

Professore ordinario di Campi elettromagnetici
Università degli Studi Roma Tre

e Michele Faioli

Professore associato di Diritto del lavoro
Università Cattolica del Sacro Cuore

Abstract [It]: Il presente contributo illustra gli esiti del Progetto di ricerca PRIN 2022 "*SafetyChain: Social Blockchain for Implementation of a Digital Wallet for Occupational Health and Safety Training*", finalizzato allo sviluppo e alla sperimentazione di un prototipo di *Digital Wallet for Safety* (DWS). Basato su tecnologia *blockchain*, il *Digital Wallet* intestato al lavoratore rappresenta uno strumento tecnologicamente avanzato per la registrazione certificata, immutabile e portabile della formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro, garantendo trasparenza e tracciabilità dei dati. La sperimentazione, condotta con specifico riferimento al settore edile in collaborazione con enti bilaterali settoriali (in particolare FORMEDIL) e *stakeholder* privati, evidenzia la piena conformità del prototipo al quadro normativo nazionale ed europeo e, prospetticamente, agli adempimenti richiesti dalle nuove linee guida definite dall'Accordo Stato-Regioni 2025 per la formazione sulla sicurezza in Italia. Il sistema abilita una gestione decentralizzata e sicura dei flussi informativi, favorendo la cooperazione tra lavoratori, imprese e autorità di vigilanza. L'intestazione al lavoratore rispecchia la filosofia antropocentrica dello strumento e favorisce una maggiore consapevolezza e responsabilità delle persone riguardo alle competenze acquisite per lavorare in sicurezza. In definitiva, il Progetto contribuisce agli obiettivi di digitalizzazione e prevenzione previsti dal PNRR, promuovendo l'evoluzione verso un mercato del lavoro più sicuro e tecnologicamente avanzato.

Title: SafetyChain: Social Blockchain for Implementation of a Digital Wallet for Occupational Health and Safety Training. Final Project Report

Abstract [En]: This paper illustrates the outcomes of the PRIN 2022 research project "SafetyChain: Social Blockchain for Implementation of a Digital Wallet for Occupational Health and Safety Training," aimed at developing and testing a Digital Wallet for Safety (DWS) prototype. Based on blockchain technology, this worker-owned Digital Wallet represents a technologically advanced tool for the certified, immutable, and portable recording of occupational health and safety training, ensuring data transparency and traceability. The experimentation, conducted specifically within the construction sector in collaboration with sectoral paritarian institutions (notably FORMEDIL) and private stakeholders, highlights the prototype's full compliance with national and European regulatory frameworks. Furthermore, it aligns prospectively with the requirements set by the new 2025 State-Regions Agreement guidelines for safety training in Italy. The system enables decentralized and secure management of information flows, fostering cooperation between workers, companies, and supervisory authorities. Assigning ownership of the wallet to the worker reflects the human-centric philosophy of the tool and promotes greater individual awareness and responsibility regarding the skills acquired to work safely. Ultimately, the project contributes to the digitalization and prevention objectives outlined in the NRRP (National Recovery and Resilience Plan), promoting the evolution toward a safer and more technologically advanced labor market.

Parole chiave: portafoglio digitale del lavoratore, blockchain, formazione, salute e sicurezza sul lavoro, appalti, settore edile

Keywords: digital wallet, blockchain, training, health and safety, procurement, construction sector

* Il saggio consiste nella relazione finale riferibile alle indagini di cui al progetto di ricerca PRIN 2022, Progetto "*SafetyChain: Social Blockchain for Implementation of a Digital Wallet for Occupational Health and Safety Training*", codice progetto "20225T1ZB2P", finanziato dall'Unione europea – *Next Generation EU*, con *principal investigator* la prof.ssa Silvia Ciucciovino, Università degli Studi Roma Tre, in collaborazione con l'unità di ricerca, costituita presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore, di cui è responsabile scientifico il prof. Michele Faioli.

Sommario: **1.** Introduzione. Da dove muove il progetto di ricerca, gli obiettivi progettuali, la metodologia e il relativo (potenziale) sviluppo. **2.** Risultati ottenuti e avanzamento delle conoscenze. Dieci temi rilevanti sotto il profilo giuslavoristico e relative idee di policy. **3.** Sugli esiti della sperimentazione (il caso di studio FORMEDIL). **4.** Disseminazione. Convegno finale, workshop, pubblicazione *open access*, anche mediante la pagina ulabchain.org. **5.** Osservazioni conclusive e proposte concrete per il futuro.

1. Introduzione. Da dove muove il progetto di ricerca, gli obiettivi progettuali, la metodologia e il relativo (potenziale) sviluppo

Il progetto di ricerca *SafetyChain* segna un cambio di paradigma nella gestione della salute e sicurezza sul lavoro mediante lo sviluppo di un prototipo di *Digital Wallet for Safety* (qui anche “DWS”) basato su tecnologia *blockchain*. Tale strumento innovativo consente la registrazione certificata, immutabile e portabile della formazione, trasformando il lavoratore da soggetto passivo del controllo tecnologico a titolare attivo del proprio capitale informativo. Superando la frammentazione e l’inefficacia dei sistemi tradizionali, la ricerca dimostra come la digitalizzazione possa favorire l’avanzamento verso un sistema di salute e sicurezza sul lavoro più efficace, specialmente in contesti maggiormente esposti al rischio, garantendo trasparenza e tracciabilità reale dei dati e rispondendo concretamente agli obiettivi di prevenzione del PNRR. L’applicazione al settore edile, caratterizzato da alta mobilità e rischio infortunistico, valida il DWS come dorsale informativa capace di integrare la conformità normativa con l’efficacia sostanziale della prevenzione. Il progetto non si limita a un esercizio tecnico o teorico, ma propone un modello operativo di *social blockchain*, ancorato su solide basi scientifiche di carattere tecnologico e giuridico, accessibile e sostenibile, in grado di promuovere una cultura della sicurezza diffusa, orientata all’effettività e tecnologicamente avanzata.

Alla base di questa indagine sono state poste almeno tre domande di senso che si ritengono altresì fondamentali per il prossimo ed auspicabile sviluppo di politiche del diritto. La prima domanda attiene all’emancipazione e *capacitazione* tramite il dato, cioè in che modo la tecnologia può trasformarsi da strumento di mero controllo datoriale a mezzo con cui il lavoratore riacquista la titolarità della propria identità professionale e dei propri diritti di sicurezza? La seconda domanda riguarda il passaggio dalla forma alla sostanza: è possibile superare la logica della formazione registrata in modo cartaceo/classico e degli adempimenti burocratici statici per approdare a un sistema di certificazione digitale dinamica che garantisca l’effettiva competenza e protezione del lavoratore in tempo reale e sia al contempo economicamente e tecnologicamente sostenibile per le imprese? La terza domanda riguarda la responsabilità negli assetti digitali: come deve evolvere il concetto di “assetto organizzativo adeguato” dell’impresa affinché l’integrazione di intelligenza artificiale e blockchain non sia solo una scelta tecnica, ma uno standard di buona gestione dell’impresa e obbligo giuridico volto alla tutela della persona che lavora?

Il progetto di ricerca ha avuto per obiettivo quello di modellizzare, sviluppare e implementare un prototipo di portafoglio digitale del lavoratore basato su *blockchain* per la registrazione certificata della formazione su salute e sicurezza sul lavoro (DWS). Si tratta di uno strumento innovativo volto a ridurre gli infortuni sul lavoro e a migliorare la *compliance* aziendale in materia di sicurezza; con la particolarità, peraltro, di prestarsi a utilizzi scalabili anche in altri contesti (politiche attive del lavoro, previdenza sociale, mercato del lavoro). Il DWS - che rappresenta un esempio di *blockchain* sociale in quanto produce impatti sociali positivi in termini di sicurezza, prevenzione e valutazione dei rischi¹ - è in linea con le normative che hanno recentemente rafforzato gli obblighi formativi in un'ottica prevenzionistica e garantisce nativamente la *compliance* al quadro normativo nazionale ed europeo in materia di gestione e protezione dei dati personali. Esso, inoltre, è pienamente coerente con le misure del PNRR per il contrasto al lavoro sommerso, la digitalizzazione e l'innovazione nella PA e nel sistema produttivo².

Il progetto, in particolare, si è collegato alla Missione 5 del PNRR (M5C1 "Politiche del Lavoro", riforma 1.1. "Politiche Attive del Lavoro e Formazione" e riforma 1.2. "Piano Nazionale per la Lotta al Lavoro Sommerso") e alla Missione 1 del PNRR (M1C1 "Digitalizzazione, Innovazione e Sicurezza nella PA"),

¹ Per la nozione di social blockchain e le prime sperimentazioni in campo giuslavoristico si rinvia agli studi di S. CIUCCIOVINO, M. FAIOLI, A. TOSCANO, *Oltre il concetto di Blockchain: tecnica sociale di regolazione, fascicolo elettronico e nuovi diritti del lavoratore*, in q. *Rivista*, n. 2, 2021, pp. 1 ss.; N. CARAVAGGIO, S. CIUCCIOVINO, F. CRESPI, M. FAIOLI, A. TOSCANO, *La blockchain nel mercato del lavoro italiano: una struttura non relazionale*, in q. *Rivista*, n. 2, 2021, pp. 30 ss.; M. FAIOLI, *Sistemi di «social» blockchain, previdenza pubblica e smart contracts*, in *Rivista di diritto della sicurezza sociale*, n. 3, 2018, pp. 489 ss.; N. CAPPELLAZZO, M. FAIOLI, M. LUCCISANO, L. MANFREDI, C. SERRA, *Indagine sulle funzioni del sistema delle casse edili nell'ambito della certificazione di congruità e della digitalizzazione del DURC. Proposte operative sulla costruzione di un libretto digitale del lavoratore mediante social blockchain*, in q. *Rivista*, n. 27, 2024, pp. 172 ss. Si v. anche alcuni studi specifici in materia di lavoro e blockchain, tra cui M. GIACCAGLIA, *"Blockchain", "smart contract" e lavoro*, in *Labour & Law Issues*, n. 1, 2024, pp. 1 ss.; F. MICHELI, *L'uso della "blockchain" per affrontare i deficit di lavoro dignitoso nelle catene globali del valore. nuova tecnologia, vecchi problemi?*, in q. *Rivista*, n. 25, 2023, pp. 181 ss.; N. CAPPELLAZZO, *Naspi, liquidazione anticipata e sanzioni. rigidità del regime e funzioni ausiliarie della tecnologia (nota a sentenza Corte costituzionale 14 ottobre 2021, n. 194)*, in *Rivista giuridica del lavoro e della previdenza sociale*, n. 2, 2022, pp. 203 ss.; S. CASTELLUCCI, *Blockchain e misurazione dell'orario di lavoro*, in q. *Rivista*, n. 2, 2021, pp. 45 ss.; C. RUSSO, *Blockchain e smart contract nel rapporto di lavoro*, in *Lavoro Diritto Economia*, n. 1, 2021, pp. 2 ss.; F. FAINI, *Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici, smart contracts e data protection*, in *Responsabilità civile e previdenza*, n. 1, 2020, pp. 297 ss.; D. GAROFALO, *Blockchain, smart contract e machine learning: alla prova del diritto del lavoro*, in *Lavoro nella giurisprudenza*, n. 10, 2019, pp. 869 ss.; F. MATTIUZZO, N. VERONA, *Blockchain e smart contract: nuove prospettive per il rapporto di lavoro*, in *Lavoro nella giurisprudenza*, n. 3, 2019, pp. 236 ss.

² Per l'inquadramento teorico in cui si pone la ricerca, data la correlazione con l'impianto della sicurezza sul lavoro, si v. il rapporto ILO, *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work*, 2025. Si v., inoltre, gli studi P. PASCUCCI (a cura di), *Salute e sicurezza sul lavoro. Tutele universali e nuovi strumenti regolativi a dieci anni dal d.lgs. n. 81, 2008*, Milano, 2019. Più recentemente, D. GAROFALO, *L'art. 2087 c.c. tra vis espansiva e responsabilità oggettiva*, in *Massimario di giurisprudenza del lavoro*, n. 4, 2024, p. 620 ss. Per studi monografici recenti, si v. M. GIOVANNONE, *Responsabilità datoriale e prospettive regolative della sicurezza sul lavoro. Una proposta di ricomposizione*, Torino 2024. Si v. anche C. LAZZARI, P. PASCUCCI, *Sistemi di LA, salute e sicurezza sul lavoro: una sfida al modello di prevenzione aziendale, fra responsabilità e opportunità*, in *Rivista giuridica del lavoro e della previdenza sociale*, n. 4, 2024, p. 587 ss.; M. BIASI, *Diritto del lavoro e intelligenza artificiale*, Milano, 2024; S. MARASSI, *Intelligenza artificiale e sicurezza sul lavoro*, in *Lavoro Diritto Economia*, n. 4, 2024, pp. 2 ss.; C. TIMELLINI, *Verso una Fabbrica Intelligente: come l'AI invita a ripensare la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori*, in *Variazioni su temi di diritto del lavoro*, n. 4, 2023, pp. 832 ss.; L. ZAPPALÀ, *Informatizzazione dei processi decisionali e diritto del lavoro: algoritmi, poteri datoriali e responsabilità del prestatore nell'era dell'intelligenza artificiale*, in *WP CSDLE "Massimo D'Antona".IT*, n. 446, 2021, pp. 116 ss.; V. MAIO, *Diritto del lavoro e potenziamento umano: i dilemmi del lavoratore aumentato*, in *Giornale di diritto del lavoro e delle relazioni industriali*, n. 3, 2020, pp. 167 ss.

con l'intento di testare il DWS nel settore edile in collaborazione con FORMEDIL e, quindi, indirettamente, con il sistema Casse Edili/Edilcasse (qui anche, per semplificare, "casse edili"). Queste ultime sono enti bilaterali che hanno tra le proprie funzioni statutarie anche quelle di supportare la formazione e sicurezza sul lavoro. La scelta di selezionare il settore edile per la sperimentazione è giustificata dal fatto che si tratta di un settore frammentato, con un ampio ricorso ad appalti e subappalti e con un indice infortunistico purtroppo elevato, che si attesta tra i più pericolosi in Europa, specialmente per gli infortuni mortali (23,3% nel 2022). Presenta, inoltre, una forte mobilità interaziendale, discontinuità lavorativa, fenomeni di lavoro sommerso e un alto tasso di infortuni sul lavoro. La maggior parte delle violazioni relative alla sicurezza sul lavoro, nel settore edile, riguarda la non conformità agli obblighi di informazione e formazione; anche per questa ragione, l'attività di controllo sul comparto da parte dell'INL negli ultimi anni è stata significativamente aumentata³.

La sperimentazione del DWS ha riguardato la registrazione certificata e tracciabile della storia formativa individuale in forma digitale, sfruttando la presunzione di veridicità, accuratezza e non falsificabilità dei dati garantita dalla blockchain. Ciò ha permesso di costruire un prototipo di DWS caratterizzato da trasparenza, durabilità, tracciabilità e portabilità dei dati. L'indagine empirica ha individuato in Amplia (società in-house del Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.) il caso di studio elettivo per la fase di sperimentazione. Tale selezione è suffragata da due criteri principali: la rilevanza numerica della forza lavoro impiegata e l'elevata eterogeneità territoriale dei presidi operativi, dislocati in regioni chiave quali Liguria, Toscana, Emilia-Romagna e Lazio. L'interoperabilità tra la piattaforma DWS e l'ecosistema digitale di FORMEDIL, il quale poggia sulla collaborazione informativa delle Scuole di settore competenti in materia di salute e sicurezza, è stata deliberatamente circoscritta al perimetro dei datori di lavoro soggetti alla contrattazione collettiva del settore edile. Sotto il profilo funzionale, si è proceduto all'esclusione del DURC dal *set* di funzionalità del DWS. Tale scelta metodologica mira a ottimizzare i processi evitando ridondanze informative, in quanto la verifica della regolarità contributiva costituisce un prerequisito già sistematicamente accertato, in via preliminare, dalle Scuole di settore competenti.

Da altra angolazione, il DWS è stato oggetto di verifica per ciò che attiene anche alla trasparenza e alla fiducia tra operatori economici e lavoratori, potendo innescare processi virtuosi di selezione dei fornitori

³ Il CCNL per il settore edile ha previsto maggiori tutele per qualificare le risorse umane e aumentare la sicurezza dei cantieri. Tale CCNL prevede sistemi di qualificazione per le imprese edili per garantire trasparenza, qualità e sicurezza dei lavori e forme di premialità per le aziende che investono nel sistema di salute e sicurezza sul lavoro. È prevista anche l'istituzione di un Catalogo Nazionale della Formazione in risposta ai bisogni formativi delle imprese e dei lavoratori. Il DWS si presta a essere integrato nella Carta di Identità Professionale dell'Edilizia (CIPE). La CIPE deve contenere tutti i dati relativi ai percorsi formativi svolti dai lavoratori. Viene rilasciata dalle Casse edili e gestita dalle Casse edili stesse. Il progetto ha inteso assegnare alle Casse edili un ruolo prioritario nella predisposizione e nel controllo dell'infrastruttura digitale che ospita il DWS dei lavoratori del settore. Si v., per la contrattazione e la bilateralità nell'edilizia, M. FAIOLI, *Indagine sulla contrattazione collettiva dell'edilizia e sulle relative istituzioni paritetiche*, Torino, 2021.

nei contratti pubblici e privati, basati su affidabilità, responsabilità e *compliance*. Grazie all'analisi statistica e al machine learning sui dati registrati, il DWS è stato utile per effettuare valutazioni di impatto e predittive, valutando e monitorando la correlazione tra formazione e infortuni. In particolare, il DWS facilita, inoltre, le valutazioni di impatto dei processi formativi, migliorando la pianificazione e la personalizzazione della formazione, con conseguente guadagno nell'uso efficiente delle risorse pubbliche e private impiegate per la formazione. Tra i principali risultati della ricerca, infatti, emerge il positivo impatto sociale, economico e digitale del DWS⁴, anche nella prospettiva del singolo lavoratore interessato, laddove gli studi riguardanti l'applicazione delle moderne tecnologie al mondo del lavoro hanno sinora, di solito, privilegiato approcci difensivi orientati a mettere in risalto i rischi tecnologici e hanno prevalentemente identificato il lavoratore come soggetto passivo della tecnologia (si parla di controllo tecnologico dei lavoratori, algoritmi sostitutivi che soppiantano il potere direttivo del datore di lavoro, ecc.), mentre il potenziale della tecnologia per il corretto funzionamento del mercato del lavoro e per l'*empowerment* della persona che lavora è stato meno studiato⁵. Sembra quasi del tutto assente, almeno nella letteratura giuslavoristica, l'idea che la tecnologia e la digitalizzazione, anche nel contesto del PNRR, possano essere utilizzate per rafforzare i diritti del lavoratore.

Nella nostra visione, invece, la tecnologia avanzata, qui, nel caso di specie, registro distribuito (DLT) o *blockchain*, può essere utilizzata nel contesto sociale con un approccio proattivo e in una prospettiva di potenziamento dei diritti delle persone. Alcuni studi hanno già da tempo proposto, infatti, l'applicazione di alcuni strumenti digitali avanzati e dei registri distribuiti per il funzionamento del sistema previdenziale, delle politiche attive e per la registrazione certificata delle informazioni relative alle competenze e allo *status* del lavoratore⁶.

⁴ In particolare, tra tali risultati si possono annoverare i seguenti: ottimizzare la pianificazione e il monitoraggio della formazione; valorizzare le competenze dei lavoratori e la loro portabilità; diffondere una cultura della sicurezza e della prevenzione; facilitare la conformità normativa e la fiducia tra i vari attori e *stakeholder* del sistema di salute e sicurezza; migliorare la pianificazione della vigilanza e del *bonus* nell'ammontare delle tariffe INAIL; aumentare la consapevolezza e la responsabilità del lavoratore nel sistema di prevenzione; ridurre la spesa pubblica per i servizi sanitari e previdenziali, assistenziali grazie alla diminuzione degli infortuni sul lavoro; contribuire al raggiungimento degli obiettivi del PNRR.

⁵ Per una ricognizione di tali studi si v. M.T. CARINCI, A. INGRAO, *L'impatto dell'AI Act sul diritto del lavoro*, in *Giornale di diritto del lavoro e delle relazioni industriali*, n. 184, 2024, pp. 451 ss.; L. TEBANO, *Poteri datoriali e dati biometrici nel contesto dell'AI Act*, in *q. Rivista*, n. 25, 2023, pp. 198 ss.; V. NUZZO, *Vecchi e nuovi limiti al monitoraggio dei lavoratori al tempo dell'IA*, in *Rivista giuridica del lavoro e della previdenza sociale*, n. 4, 2024, pp. 555 ss.; T. TREU, *La digitalizzazione del lavoro: proposte europee e piste di ricerca*, in *q. Rivista*, n. 9, 2022, pp. 206 ss.; A. BELLAVISTA, R. SANTUCCI, *Tecnologie digitali, poteri datoriali e diritti dei lavoratori*, Torino, 2022, pp. 131 ss.; L. FLORIDI, *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide*, Milano, 2022, pp. 300 ss.; L. TEBANO, *Lavoro, potere direttivo e trasformazioni organizzative*, Napoli, 2020.

⁶ CIUCCIOVINO, M. FAIOLI, A. TOSCANO, *Oltre il concetto di Blockchain*, cit., 2021. Ma si v. anche lo sviluppo teorico in S. CIUCCIOVINO, *Trasformazioni tecnologiche e professionalità soggettiva nella prospettiva del mercato del lavoro*, in *Rivista giuridica del lavoro della previdenza sociale*, n. 2, 2025, pp. 202 ss.; S. CIUCCIOVINO, *Circolazione vs protezione dei dati personali e autodeterminazione informativa tra GDPR, DGA e AI Act per una nuova stagione delle politiche attive*, in *q. Rivista*, n. 33, 2025, pp. 344 ss.; S. CIUCCIOVINO, *Professionalità, occupazione e tecnologia nella transizione digitale*, in *q. Rivista*, n.9, 2022, pp. 129 ss.; M. FAIOLI, *Adeguatezza ex art. 2086 c.c. e obbligo di introdurre tecnologia avanzata per mitigare i rischi da lavoro*, in *q. Rivista*, n. 6, 2025, pp. 143 ss.; M. FAIOLI, *Assessing Risks and Liabilities of AI-Powered Robots in the Workplace. An EU-US Comparison*,

Nel settore privato, la registrazione digitale della formazione ricevuta da un lavoratore durante la sua vita lavorativa era prevista a partire dal 2000. Inizialmente con il libretto formativo del cittadino (d.lgs. 10 settembre 2003, n. 276), poi con la scheda anagrafica del lavoratore (d.lgs. 14 settembre 2015, n. 150)⁷. Questi strumenti erano altresì strumentali alla registrazione della formazione obbligatoria in materia di salute e sicurezza sul lavoro (art. 37, d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81). La registrazione sarebbe stata necessaria sia per la pianificazione della formazione, sia per la verifica degli adempimenti di legge da parte degli organi di vigilanza. A oggi, tali normative sono rimaste inattuata⁸. Dal 2016 è prevista la collocazione presso l'INAIL del SINP, in attesa di consolidamento, come infrastruttura informatica che indirizza l'attività di vigilanza e le politiche nazionali di prevenzione. Più di recente, il d.l. 31 ottobre 2025, n. 159, sub l. di conv. 29 dicembre 2025, n. 198, ha previsto, all'art. 5, che le competenze acquisite dal lavoratore a seguito dello svolgimento delle attività di formazione previste dall'art. 37 del d.lgs. n. 81/2008 devono essere registrate nel fascicolo elettronico del lavoratore di cui all'art. 15 del d.lgs. n. 150/2015, nonché all'interno del fascicolo sociale e lavorativo del cittadino, in particolare al fine del relativo inserimento nella piattaforma sistema informativo per l'inclusione sociale e lavorativa (SIISL). Dal canto suo l'Accordo Stato Regioni 17 aprile 2025 ha aggiornato i contenuti e la durata degli obblighi formativi in materia di salute e sicurezza ai sensi dell'art. 37 del d.lgs. n. 81/2008 prevedendo nuovi obblighi di attestazione, documentazione e verifica dell'efficacia della formazione.

Attualmente, la mancanza di infrastrutture e di strumenti idonei alla registrazione digitale rende difficile monitorare l'osservanza degli obblighi di legge e la *compliance* dei datori di lavoro in materia di formazione sulla sicurezza, fondamentale per la prevenzione degli infortuni⁹. Il d.l. 21 ottobre 2021, n. 146 (l. conv.

in *Diritto della sicurezza sul lavoro*, n. 1, 2025, pp. 79 ss.; M. FAIOLI, *Data Analytics, robot intelligenti e regolazione del lavoro*, in *q. Rivista*, n. 9, 2022, pp. 149 ss.. Per l'impostazione di base si v. M. FAIOLI, *Sistemi di «social» blockchain*, cit., 2018.

⁷ Si v. sul libretto formativo del cittadino e sulla scheda anagrafica quanto elaborato da S. CIUCCIOVINO, *Trasformazioni*, cit., 2025; A. SARTORI, *Modelli organizzativi dei servizi per l'impiego nell'ordinamento multilivello*, in *Lavoro e diritto*, n. 2, 2023, pp. 231 ss.; A. SARTORI, *La condizionalità tra coercizione ed "empowerment" del disoccupato*, in *Variazioni su temi di diritto del lavoro*, n. 4, 2022, pp. 735 ss.; P. BOZZAO, *L'intermediazione del lavoro nel programma gol: potenzialità e criticità*, in *Lavoro e diritto*, n. 2, 2023, pp. 259 ss.; P.A. VARESI, *Il sistema nazionale di servizi per l'impiego e politiche attive del lavoro: aspetti strutturali*, in *Variazioni su temi di diritto del lavoro*, n. 4, 2022, pp. 607 ss. Si v. anche A. FERRAGUZZO, *Trasparenza e mercato del lavoro*, in *Diritto delle Relazioni Industriali*, n. 4, 2024, pp. 1012 ss.; A. ALAIMO, *Sistema Informativo Unitario delle Politiche del Lavoro (SIUPoL) e Fascicolo Elettronico del Lavoratore (FEL)*, in E. GHERA, D. GAROFALO (a cura di), *Organizzazione e disciplina del mercato del lavoro nel Jobs Act 2*, Bari, 2016, pp. 109 ss.; L. CASANO, *Contributo all'analisi giuridica dei mercati transizionali del lavoro*, ADAPT University Press, 2020, pp. 118; M. CORTI, A. SARTORI, *Legislazione in materia di lavoro IL JOBS ACT, ATTO SECONDO: LA LEGGE N. 183, 2014*, in *Diritto delle Relazioni Industriali*, n. 1, 2015, pp. 7 ss.

⁸ Per una disamina sulle cause si v. M. FAIOLI, *Matchmaking. Tecnologia avanzata, regole e mercato del lavoro*, in *Lavoro e diritto*, n. 2, 2023, pp. 333 ss.; C. CAPPELLAZZO, M. FAIOLI, M. LUCCISANO, A. SMILARI, *Tecnofobie nella missione 5 del pnrr, condizionalità e dovere di lavorare*, in *q. Rivista*, n. 9, 2023, pp. 170 ss.

⁹ F. BENEDETTI, M.I. BARRA, E. LENOCI, *I benefici economici della prevenzione*, in *Rivista degli infortuni e delle malattie professionali*, n. 1, 2015, pp. 63 ss.; N. CAVAZZA, A. SERPE, *The impact of training program on workers' psychosocial orientation and behaviour*, in *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, n. 23, 2010, pp. 187 ss.

17 dicembre 2021, n. 215) ha esteso e rafforzato gli obblighi formativi degli attori della sicurezza¹⁰. Nel settore edile, l'art. 27 del d.lgs. n. 81/2008, rimasto per molto tempo inattuato, aveva previsto un sistema di qualificazione delle imprese per l'accesso ad appalti e subappalti basato, tra l'altro, su percorsi formativi mirati. Solo di recente, a partire dal 1° ottobre 2024, è entrato in vigore, come previsto dalla l. 29 aprile 2024, n. 56, l'obbligo di essere dotati della patente a crediti per imprese e lavoratori autonomi impegnati in lavori nei cantieri temporanei e mobili¹¹. L'INL è intervenuto in materia con il decreto direttoriale 25 giugno 2025, n. 43, con tale provvedimento, in particolare, sono state individuate le modalità di circolazione delle informazioni concernenti la patente a crediti, nel rispetto del GDPR¹². Il d.l. n. 159/2025, sub l. di conv. n. 198/2025, più recentemente, ha introdotto nuove disposizioni in materia di attività di vigilanza, di tessera di riconoscimento del lavoratore e di patente a crediti, con riferimento alle attività in regime di appalto e subappalto e a ulteriori attività a rischio più elevato. Nei cantieri edili sia in appalto che in subappalto, è stato previsto l'obbligo per il datore di lavoro di dotare i propri dipendenti di una tessera di riconoscimento con codice univoco anticontraffazione; l'aumento della sanzione in caso di mancanza della patente a crediti.

Il progetto di ricerca è stato finalizzato allo sviluppo di un prototipo di DWS, di cui si è occupata l'Unità di Ricerca dell'Università di Roma Tre. Il DWS è uno strumento digitale riferito all'individuo/lavoratore, che rende trasparente la formazione sulla sicurezza ricevuta dal lavoratore e registra la formazione sulla sicurezza svolta in modo certo e inalterabile. L'uso di questa tecnologia, opportunamente configurata, garantisce trasparenza, tracciabilità, portabilità, certezza e documentabilità degli adempimenti relativi agli obblighi di informazione e formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro. Con la sperimentazione (v. di seguito, paragrafo 3) si dimostra, infatti, che il DWS segue il lavoratore nelle transizioni lavorative e lo accompagna nel passaggio da un datore di lavoro a un altro. Ciò favorisce la capitalizzazione e portabilità delle informazioni rilevanti riferite alla storia formativa del singolo. Il DWS, inoltre, valorizza il ruolo centrale della formazione per la prevenzione degli infortuni sul lavoro come misura precauzionale e ottimizza la gestione, la pianificazione e il monitoraggio dell'adempimento degli obblighi formativi nell'ottica della prevenzione dei rischi e degli infortuni sul lavoro. In aggiunta, il DWS sembra migliorare la pianificazione e personalizzazione della formazione in base alle esigenze effettive e la verifica della

¹⁰ È previsto il coinvolgimento degli enti bilaterali, i quali sono obbligati a fornire dati utili per la pianificazione della vigilanza e la gestione della premialità nelle tariffe INAIL.

¹¹ Su tale regime si v. le osservazioni di P. PASCUCI, M. GIOVANNONE, *La patente tramite crediti nei cantieri temporanei o mobili: uno strumento di qualificazione delle imprese o di verifica di regolarità?* in *Diritto della sicurezza sul lavoro*, n. 2, 2024, pp. 294 ss. Si v. anche G. BENINCASA, *Il controllo di regolarità tramite la "patente a crediti": una mancata opportunità per introdurre un efficace sistema di qualificazione?*, in *Diritto delle relazioni industriali*, n. 4, 2024, pp. 1217 ss.; E. MASSI, *Regolamento per la patente a punti in edilizia*, in *Diritto e Pratica del Lavoro*, n. 39, 2024, pp. 2291 ss.; R. GUARINIELLO, *Patente a punti: problemi applicativi e dubbi ermeneutici*, in *Diritto e pratica del lavoro*, n. 40, 2024, pp. 2354 ss.

¹² Da ultimo, va ricordato anche che il CCNL relativo al settore edile ha introdotto la Carta di Identità Professionale dell'Edilizia (qui anche "CIPE").

compliance in materia di sicurezza rispetto alle norme di prevenzione in attuazione del d.lgs. n. 81/2008 e delle recenti disposizioni che hanno rafforzato la formazione per la sicurezza e una maggiore attenzione alla personalizzazione e verifica di efficacia degli apprendimenti. Infine, il DWS valorizza le competenze, gli esiti di apprendimento conseguiti e la cultura della sicurezza, in particolare nei settori produttivi più esposti al rischio infortunistico.

Dal punto di vista architetturale, il DWS si configura come uno strumento di collaborazione informativa autoregolata che consente ai diversi attori e *stakeholder* di accedere (con specifici livelli di autorizzazione) alle informazioni registrate, poiché la blockchain (in questo caso *permissioned*, cioè basato su una logica di restrizione della partecipazione ad alcuni partecipanti autorizzati in base a determinati criteri), è costituita da un registro architettonicamente decentralizzato, accessibile contemporaneamente da diversi partecipanti autorizzati. Nella sperimentazione la *ownership* della piattaforma DWS è stata collocata in capo a FORMEDIL che governa il sistema complessivo della formazione e gestisce i rapporti con i diversi attori. Attraverso il sistema dei permessi e delle autorizzazioni di accesso della *blockchain*, in un'ottica di scalabilità del modello, è possibile rafforzare il ruolo degli enti bilaterali, degli enti di formazione, delle aziende, delle autorità di ispezione (INL) e delle autorità previdenziali (INAIL)¹³.

Dal punto di vista della funzionalità del DWS, è rilevante evidenziare alcune caratteristiche che concorrono a delineare la filosofia di funzionamento del sistema. La titolarità del DWS è in capo al lavoratore che lo porta con sé nel proprio percorso professionale. Il datore di lavoro gestisce il DWS fintanto che il lavoratore è alle sue dipendenze e ha la facoltà di scrivere e consultare le informazioni relative a ciascun dipendente. Se il lavoratore cambia datore di lavoro, il precedente datore di lavoro non potrà più scrivere sul DWS, né potrà leggere i dati relativi alla formazione svolta successivamente dal lavoratore presso un'altra azienda. Il precedente datore di lavoro potrà consultare il DWS solo per la formazione svolta durante il periodo in cui il lavoratore era suo dipendente. Altri soggetti possono essere autorizzati a leggere e scrivere sul DWS. Ad esempio, enti di formazione, consulenti aziendali, fornitori, ecc. Le autorizzazioni di accesso possono essere graduate e articolate. Il DWS garantisce la verificabilità e la durabilità dell'informazione, la conformità normativa, la stratificazione e la portabilità delle informazioni e la capacità di interfacciarsi con i sistemi operativi aziendali. Il DWS è sviluppato in

¹³ Il DWS consente al datore di lavoro di registrare, visualizzare e gestire i dati dei propri dipendenti relativi alle attività di formazione e apprendimento svolte nell'ambito e in relazione al rapporto di lavoro. L'integrità e la disponibilità dei dati di formazione, così come concepiti, sono potenziate dalla tecnologia *blockchain*. La *blockchain*, tramite tecniche di *hash*, registra sia il singolo dato sia tutti i dati inseriti nella *blockchain*. Essa non consente l'alterazione dei dati via via inseriti. Inoltre, poiché i nuovi dati possono essere inseriti solo in coda, la stessa catena di informazioni garantisce la disponibilità e la veridicità di tutti gli altri dati precedentemente immessi. La tecnologia proposta è anche conforme alle regole relative alla "riservatezza dei dati che, se trattati con tecnologia *blockchain* applicata coerentemente, può costituire uno strumento che rafforza l'autonomia dei cittadini". Si v. anche il Considerando A, Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e *blockchain*: costruire la fiducia attraverso la disintermediazione (2017, 2772 RSP).

ambiente *open-source* e utilizza la tecnologia *Hyperledger Fabric*¹⁴ (v. anche il paragrafo 3). Dal punto di vista della gestione delle informazioni, il DWS non è basato sul modello relazionale (che solitamente organizza i dati in tabelle e sfrutta insiemi e relazioni) e, pertanto, è in grado di gestire nativamente grandi quantità di dati eterogenei (testi, immagini, video, audio) senza compromettere le prestazioni. Il sistema di replica del database è stato progettato in modo molto efficiente per consentire l'erogazione di servizi ad alta disponibilità e l'efficienza energetica e garantisce la scalabilità automatica per supportare grandi quantità di dati senza influire sulle prestazioni complessive¹⁵.

La principale opzione metodologica del progetto è consistita nel collocare il lavoratore al centro del sistema di salute e sicurezza, riconoscendolo come titolare dei dati che lo riguardano. La titolarità del DWS è una vera e propria rivoluzione rispetto al sistema pregresso, la quale non ha sinora consentito al lavoratore di gestire, dominare e conoscere i dati che lo riguardano relativi alla formazione, agli esiti di apprendimento e ad altre informazioni rilevanti nel sistema della sicurezza e nel mercato del lavoro. Questi dati hanno sinora avuto la caratteristica di essere frammentati, raramente digitalizzati, al più registrati nella logica della conservazione negli archivi aziendali o degli enti formativi, detenuti da soggetti diversi che non comunicano tra loro e non ne consentono un facile accesso e utilizzo. Ciò ha determinato una sorta di esproprio dell'identità personale del lavoratore, privato dell'effettiva disponibilità dei propri dati. Tali informazioni sono importanti sia ai fini della tutela della salute e sicurezza, sia per agevolare le transizioni occupazionali e consentire il diritto di libera circolazione. Per questa fondamentale scelta metodologica, il DWS è stato concepito e costruito come un portafoglio individuale, intestato alla persona che ne è proprietaria per tutta la vita e ne ha l'effettiva disponibilità. Questo favorisce altresì una maggiore consapevolezza e responsabilità individuale nella protezione dagli infortuni sul lavoro e nella diffusione della cultura della sicurezza e della prevenzione.

Per rendere la soluzione tecnologica più utile, è stato necessario adattarla ai vincoli normativi esistenti e costruire la soluzione tenendo conto della realtà e delle esigenze per l'avanzamento della conoscenza. La metodologia ha previsto, inoltre, che la ricerca fosse applicata e condivisa con gli stakeholder di

¹⁴ Il DWS adotta un sistema di gestione dei dati decentralizzato e orientato ai documenti (*document-oriented*). Il sistema registra, raccoglie e archivia i *dati in collection*, ovvero in oggetti complessi (non solo testuali) codificati senza uno schema rigido. È nativamente e completamente compatibile con la nascente Infrastruttura Europea di Servizi Blockchain (EBSI). Il DWS può definire dinamicamente diversi livelli di autorizzazione basati su ruoli e identità. I dati sono gestiti da protocolli crittografici che consentono l'accesso alle informazioni secondo regole gestibili dinamicamente.

¹⁵ Il DWS, operando all'interno di una rete di organizzazioni cooperanti, consente l'accesso all'uso della *blockchain* solo a utenti identificati e autorizzati. Nessuno può modificare i dati archiviati nella *blockchain*; nulla può essere riscritto. Tiene traccia (certificata e immutabile) di tutte le operazioni svolte, di chi le ha svolte e con data e ora specificate. Archivia anche codici, programmi, gli *smart contract*, che sono appunto quelli che definiscono le regole ed eseguono le operazioni sulla *blockchain*, in modo certificato e crittografato nella *blockchain*. Definisce e controlla l'insieme delle regole di accesso, ovvero quali operazioni (lettura, scrittura, uso di un sottoinsieme di *smart contract*) possono essere eseguite da un utente autenticato. Definisce un'unica procedura IT, uno standard di riferimento per gli sviluppatori aziendali, per consentire il caricamento automatico dei dati di interesse dai sistemi informativi aziendali nel DWS.

riferimento rilevanti per i fini della ricerca, anche nella prospettiva della scalabilità del modello. Poiché si tratta di tematiche innovative dal punto di vista scientifico, tecnologico, normativo e istituzionale, è stato avviato un percorso di riflessione e confronto con gli attori direttamente coinvolti e interessati (in particolare FORMEDIL, Ministero del lavoro, INL e INAIL). In questo modo è stato possibile considerare le molteplici variabili necessarie per ottimizzare l'implementazione del DWS e verificare l'impatto applicativo della ricerca scientifica svolta. Con tale metodologia, è stato così possibile affrontare con un approccio orientato ai risultati attesi, alcune questioni rilevanti a cui il progetto di ricerca ha dovuto fornire una soluzione e che hanno consentito lo sviluppo di una metodologia replicabile anche in altri contesti e su altre scale di utilizzo¹⁶.

In particolare, il cronoprogramma del nostro progetto di ricerca può essere riassunto nel seguente modo.

Nei primi tre mesi di lavoro, il gruppo di ricerca ha analizzato le problematiche tecnico-scientifiche e lo stato dell'arte dal punto di vista sia legale che tecnologico.

- Adattando e rimodellando la struttura del DWS al caso di specie, è stato impostato il coinvolgimento di FORMEDIL per la sperimentazione e della progettazione dell'infrastruttura tecnologica del DWS, analizzandone le potenziali criticità e individuando il *dataset* da includere nella *blockchain* coerentemente con i vincoli di sistema. È stata effettuata, in particolare, una ricognizione del dibattito scientifico e sociale sulla *blockchain*, sulle tecnologie di registro distribuito (DLT), sulla trasparenza del mercato del lavoro, sull'allocazione intelligente dei dati e sul miglioramento dell'accesso alle informazioni nell'esecuzione del rapporto di lavoro.
- Sono stati analizzati, poi, i profili normativi sulla formazione obbligatoria per la salute e sicurezza degli attori, nonché il ruolo di FORMEDIL nel sistema di formazione del settore. Una particolare attenzione, peraltro, è stata dedicata alle problematiche relative alla comunicazione, alla raccolta centralizzata e all'informatizzazione dei dati, così come a quelle relative alla compatibilità tra tecnologie *blockchain*, registrazione dei dati personali e normativa sulla *privacy* (GDPR). Si è preso contatto, infine, con l'Osservatorio

¹⁶ Tali questioni hanno riguardato la proprietà della *blockchain* e la titolarità del DWS, il sistema di *governance* della *blockchain* e le diverse autorizzazioni di accesso e operative, il ruolo dei vari attori, le diverse tipologie di *blockchain* utilizzabili dal punto di vista del rapporto costi, benefici, l'onere e i costi di gestione per le soluzioni studiate, l'affidabilità e la sicurezza della *blockchain*, l'interfacciamento con i sistemi informativi preesistenti, l'interoperabilità delle banche dati pubbliche, private, la compatibilità con la normativa sulla protezione dei dati personali e con altre fonti nazionali e internazionali sulla circolazione dei dati, la compatibilità con la nascente EBSI (*European Blockchain Service Infrastructure*), la coerenza con la normativa nazionale in materia di validazione e certificazione delle competenze, la scalabilità verso l'intelligenza artificiale e il *machine learning*.

Blockchain dell'UE, per includere l'iniziativa di ricerca e sperimentazione in progetti di cooperazione internazionale/europea sulla *compliance* che utilizzano la *blockchain*.

Dal quarto al nono mese di lavoro, il *team* si è occupato di condividere e analizzare congiuntamente gli obiettivi di ricerca con gli *stakeholder* pubblici, analizzando la capacità di interfaccia del prototipo per la successiva applicazione sperimentale, nonché di discutere obiettivi e linee di sviluppo della ricerca in sede scientifica e accademica.

- Più nello specifico, sono stati presi in considerazione i fabbisogni di INAIL e INL, raccogliendo dati su rischi e politiche di prevenzione nel settore edile e approfondendo l'impatto in termini di prevenzione e premialità nella determinazione delle tariffe INAIL, così come l'impatto in termini di vigilanza e *compliance* normativa con l'INL.
- Sono stati presentati e discussi gli obiettivi del progetto e del DWS in convegni scientifici, *talk* e dibattiti accademici in sedi istituzionali presso il Senato e la Camera dei Deputati, l'INAIL, l'Università degli Studi Roma Tre, la Sapienza Università di Roma, l'Università Cattolica del Sacro Cuore, l'Università di San Diego (USA), la Fondazione G. Brodolini/INNOVIT San Francisco (USA), EUROFOUND (Dublino).

Dal decimo al quindicesimo mese di lavoro, il *team* ha coinvolto FORMEDIL, analizzando con esso il prototipo DWS e le condizioni dell'esperimento (in particolare per quanto concerne l'applicazione di *machine learning* e intelligenza artificiale al DWS). Il che ha permesso il *fine-tuning* del DWS e l'alimentazione dell'infrastruttura con i dati necessari, con l'avvio del *test*.

Dal sedicesimo al ventunesimo mese della ricerca, il *team* ha raccolto i risultati della sperimentazione, preparando il rapporto finale e la condivisione con gli *stakeholder* pubblici e privati; è stata altresì effettuata un'analisi critica degli *outcome* e del materiale di progetto, in una prospettiva di miglioramento del DWS, di modellizzazione delle buone prassi e di valutazione di ulteriori casi d'uso e della scalabilità del progetto. Gli ultimi quattro mesi di lavoro, infine, sono stati dedicati all'organizzazione di una conferenza finale a Roma (16 marzo 2026) e di un workshop di presentazione della sperimentazione a Milano (19 gennaio 2026), alla stesura definitiva del rapporto conclusivo di progetto e alla produzione delle pubblicazioni scientifiche.

L'Università degli Studi di Roma Tre si è occupata del coordinamento dell'intero progetto nonché, in via esclusiva, della progettazione del DWS, del suo sviluppo e della sua finalizzazione con gli *stakeholder* pubblici. L'Università Cattolica del Sacro Cuore – qui anche “UCSC” – si è invece occupata, in via esclusiva, della sperimentazione del DWS con FORMEDIL. I due Atenei, inoltre, hanno collaborato nell'analisi delle problematiche giuslavoristiche della ricerca, nella ricognizione dello stato dell'arte dal

punto di vista legale e tecnologico, nella raccolta e analisi finale dei dati e nella disseminazione. L'interazione tra le due Unità di Ricerca è stata garantita con continuità attraverso l'organizzazione di un *kick-off meeting*, di riunioni di progetto con cadenza almeno mensile, per la condivisione della metodologia di ricerca e per la suddivisione delle attività, nonché attraverso l'organizzazione periodica di riunioni interne per allineare e condividere gli obiettivi e i risultati intermedi e finali tra i membri delle unità e, da ultimo, mediante la discussione e la condivisione delle azioni correttive per affrontare i rischi e le criticità della ricerca.

Il DWS è stato integralmente progettato e costruito dall'Unità di Ricerca dell'Università Roma Tre in collaborazione tra il Dipartimento di Economia e il Dipartimento di Ingegneria Industriale Elettronica e Meccanica. Ciò ha permesso di ridurre gli alti costi che solitamente caratterizzano queste tecnologie. Infatti, i nodi *blockchain* virtuali venduti da *provider* come IBM o AWS, hanno costi molto più elevati rispetto a quelli delle "macchine virtuali nude" con solo un sistema operativo. Il DWS è completamente tollerante ai guasti (*fault tolerant*). I nodi potranno infatti essere spostati o replicati nel *cloud* o in sistemi *server* eterogenei e coordinati da un unico sistema di supervisione che garantisce la gestione in tempo reale delle anomalie. Il controllo totale dell'ambiente di sviluppo e la versatilità dell'ambiente di generazione della *blockchain* consentono l'effettiva progettazione degli *smart contract* e dei relativi algoritmi di consenso. Di conseguenza, l'implementazione e la governance delle fasi di autorizzazione e aggiornamento del DWS possono essere condotte secondo procedure definite e validate dall'autorità di vigilanza (potenzialmente, l'INL) e in modo estremamente versatile¹⁷.

Il DWS mira anche a compiere un passo importante nell'implementazione di una intelligenza artificiale che non sia solo in grado di eseguire una serie di istruzioni logiche con estrema rapidità, ma anche di interagire con i dati in modi sempre più vicini a quelli adottati dal pensiero umano, correlare i dati nello spazio e nel tempo e prevedere il verificarsi di un problema basandosi sull'esperienza precedente¹⁸.

¹⁷ Il DWS si basa su un sistema di gestione dei dati decentralizzato e orientato ai documenti (*document-oriented*), che memorizza i dati in *collection*, ovvero in oggetti complessi (non solo testuali) codificati senza uno schema rigido. Il sistema di replica del *database* è progettato in modo originale per consentire l'erogazione di servizi ad alta disponibilità. Ciò al fine di garantire la scalabilità automatica e supportare grandi quantità di dati, senza influire sulle prestazioni complessive. Tale sistema di gestione dei dati è decentralizzato. Esso può opportunamente modificato e reso più efficiente. Ciò dovrebbe essere considerato in termini di consumo energetico, aumento del numero di transazioni per unità di tempo, riduzione a zero dei costi di transazione e superamento dei problemi di congestione. Alcune caratteristiche e funzionalità tipiche della tecnologia *blockchain* sono il controllo decentralizzato, immutabilità, la creazione e il trasferimento di informazioni come la qualità, lo *status* delle persone e dei servizi, gli scambi e le relazioni legali stabilite.

¹⁸ Nel corso del progetto sono state sperimentate tecnologie (in particolare, *distributed ledger technology* - DLT) per creare un sistema di certificazione avanzato della formazione e delle competenze dei lavoratori e l'implementazione del DWS intestato al lavoratore. Dal punto di vista scientifico e tecnologico, il progetto ha proposto l'utilizzo di una versione innovativa di *blockchain*, che supera alcune limitazioni sperimentando una nuova soluzione tecnologica altamente avanzata, versatile, di semplice usabilità e scalabile. A tal fine, il DWS non si affida a soluzioni *blockchain* preconfezionate come quelle offerte da IBM o AWS che forniscono le proprie macchine virtuali con nodi *blockchain* già installati al loro interno. Il che si pone in linea con precedenti studi del team di ricerca. Si v. S. CIUCCIOVINO, *Intelligenza artificiale e diritto del lavoro: problemi e prospettive - Risorse umane e intelligenza artificiale alla luce del regolamento (UE)*

Il progetto ha studiato altresì l'applicazione di tecniche semantiche di *meta-learning* per arrivare a una forma di automatismo semantico in cui la *blockchain* impara e modifica il proprio comportamento in base alle nozioni acquisite. Ciò potrebbe rendere possibile una nuova forma di scrittura degli *smart contract*.

2. Risultati ottenuti e avanzamento delle conoscenze. Dieci temi rilevanti sotto il profilo giuslavoristico e relative idee di policy

Il progetto ha raggiunto risultati significativi sia sul piano dell'avanzamento della conoscenza nel campo giuslavoristico sia sul piano dell'impatto sociale, economico e digitale di strumenti di collaborazione informativa tecnologicamente avanzati in ambito lavorativo.

La concreta integrazione del DWS nei sistemi informativi e gestionali esistenti e l'attenzione all'usabilità e sostenibilità dello strumento è stata garantita da un preciso schema logico-operativo della sperimentazione condotta dall'Unità di Ricerca dell'Università Cattolica del Sacro Cuore che ha curato l'architettura funzionale nonché l'interoperabilità tra i sistemi gestionali esistenti e la tecnologia *blockchain*. Di seguito viene illustrata la triangolazione funzionale tra gli attori coinvolti.

1. GENERAZIONE DEL DATO (Input - FORMEDIL)

Erogazione formazione. Le scuole edili afferenti a FORMEDIL erogano i corsi di sicurezza ai lavoratori delle aziende coinvolte (es. Amplia).

Raccolta gestionale. I dati relativi alla partecipazione e al superamento dei corsi vengono inseriti nel sistema informativo di FORMEDIL, il quale funge da primo livello di gestione amministrativa.

2024, 1689, *tra norme legali, etica e codici di condotta*, in *Diritto delle Relazioni Industriali*, n. 3, 2024, pp. 573 ss.; M. FAIOLI, *Assessing Risks*, cit., 2025. Sul tema si v. anche M. CORTI, *L'intelligenza artificiale nel decreto trasparenza e nella legge tedesca sull'ordinamento aziendale*, in q. *Rivista*, n. 29, 2023, pp. 163 ss.; U. GARGIULO, *Intelligenza Artificiale e poteri datoriali: limiti normativi e ruolo dell'autonomia collettiva*, in q. *Rivista*, n. 29, 2023, pp. 171 ss.; L. IMBERTI, *Intelligenza artificiale e sindacato. Chi controlla i controllori artificiali?*, in q. *Rivista*, n. 29, 2023, pp. 192 ss.; A. ALAIMO, *Il regolamento sull'intelligenza artificiale*, in q. *Rivista*, n. 25, 2023, pp. 133 ss.; M. PERUZZI, *Intelligenza artificiale e lavoro. Uno studio su poteri datoriali e tecniche di tutela*, Torino, 2023; S. CAIROLI, *Intelligenza artificiale e sicurezza sul lavoro: uno sguardo oltre la siepe*, in *Diritto della Sicurezza sul Lavoro*, n. 2, 2024, pp. 1 ss.; M. BIASI, *Problema e sistema nella regolazione lavoristica dell'intelligenza artificiale: note preliminari*, in q. *Rivista*, n. 30, 2024, pp. 162; M. PERUZZI, *LA e obblighi datoriali di tutela del lavoratore: necessità e declinazioni dell'approccio risk-based*, in q. *Rivista*, n. 30, 2024, pp. 225 ss.; T. TREU, CRSD, *direttiva sui lavoratori delle piattaforme e valutazione dei rischi*, in q. *Rivista*, n. 30, 2024, pp. 2 ss.; M. PERUZZI, *Intelligenza artificiale e tecniche di tutela*, in *Lavoro e diritto*, n. 3, 2022, pp. 542 ss.; M. PERUZZI, *Intelligenza artificiale e lavoro. Uno studio sui poteri datoriali e tecniche di tutela*, Torino, 2023; F.V. PONTE, *Intelligenza artificiale e lavoro. Organizzazione algoritmica, profili gestionali, effetti sostitutivi*, Torino, 2024, p. 54; G. GAUDIO, *Algorithmic management, poteri datoriali e oneri della prova: alla ricerca della verità materiale che si cela dietro l'algoritmo*, in *Labour & Law Issues*, n. 2, 2020, pp. 22 ss.; L. ZAPPALÀ, *Informatizzazione dei processi decisionali e diritto del lavoro: algoritmi, poteri datoriali e responsabilità del prestatore nell'era dell'intelligenza artificiale*, in WP Massimo D'Antona.it, n. 446, 2021; ID., *Management algoritmico (voce)*, in S. BORELLI, V. BRINO, C. FALERI, L. LAZZERONI, L. TEBANO, L. ZAPPALÀ, *Lavoro e tecnologie. Dizionario del diritto del lavoro che cambia*, Torino, 2022, pp. 150 ss.; F. BANO, *Algoritmi al lavoro. Riflessioni sul management algoritmico*, in *Lavoro e diritto*, n. 1, 2024, pp. 133 ss.

2. CERTIFICAZIONE DIGITALE (Processo - DWS)
Interfaccia RESTful. I dati selezionati vengono inviati tramite interfacce sicure alla piattaforma DWS .
Notarizzazione crittografica. Il sistema DWS, basato su Hyperledger Fabric , trasforma i record formativi in impronte digitali (hash) non invertibili.
Registrazione su blockchain. L'impronta viene marcata temporalmente e registrata in modo immutabile sul registro distribuito, garantendo integrità e non ripudio senza memorizzare dati personali in chiaro.
3. FRUIZIONE E VERIFICA (Output - Lavoratori/Datore di lavoro)
Titolarità del lavoratore. Il lavoratore, titolare del proprio DWS , riceve la notifica del caricamento e può esibire il proprio patrimonio di competenze certificate.
Compliance aziendale. Il datore di lavoro accede al DWS per verificare in tempo reale l'idoneità dei propri dipendenti e dei subappaltatori, automatizzando il monitoraggio della sicurezza.
Interazione istituzionale. Le autorità di vigilanza (INL) o assicurative (INAIL) possono interrogare il sistema per convalidare l'autenticità degli attestati durante le ispezioni o per l'applicazione di premi assicurativi.

TABELLA DI SINTESI

Attore	Ruolo nella Sperimentazione	Funzione Principale
FORMEDIL	Provider di dati e formazione	Gestione amministrativa e alimentazione del sistema.
DWS (Blockchain)	Infrastruttura di certificazione	Notarizzazione, immutabilità e tracciabilità crittografica.
Lavoratori / Datore di lavoro	Utenti finali e titolari	Portabilità delle competenze e verifica della compliance.

Il sistema è in grado di gestire volumi crescenti di certificazioni senza compromettere le prestazioni dei sistemi *legacy* aziendali.

oooOooo

Alla luce di ciò, si può affermare che l'impatto sociale, economico e digitale del progetto sia rilevante per almeno cinque categorie di *stakeholder*, oltre che per chi lavora.

Il DWS è utile per i diversi destinatari degli obblighi formativi: lavoratori, dirigenti, preposti, addetti alle emergenze, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza – RLS, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza territoriale – RLST. Il DWS consente loro di ottenere la registrazione certa e inalterabile e la stratificazione cronologica della formazione svolta e degli apprendimenti conseguiti in un'ottica di portabilità delle competenze e degli apprendimenti per le transizioni lavorative. Il DWS si configura anche come strumento di valorizzazione del patrimonio di competenze e di monitoraggio della progressione dei fabbisogni formativi specifici.

Anche i datori di lavoro traggono beneficio dal DWS perché potranno pianificare gli interventi formativi, anche in collaborazione con i rappresentanti dei lavoratori e i medici competenti, adempiendo nel migliore dei modi all'obbligo legale di registrazione e alla relativa certificazione. Il progetto è utile per il sistema produttivo in generale in quanto il DWS permette di verificare e dare evidenza esterna della condotta aziendale e della *compliance* in materia di sicurezza, innescando un'attenta selezione dei fornitori, soprattutto nella catena degli appalti (catene di appaltatori e subappaltatori), basata su criteri di affidabilità e responsabilità. Ciò può concretamente contribuire a realizzare un sistema di qualificazione delle imprese per l'accesso a gare e subappalti già previsto nell'edilizia dall'art. 27 del d.lgs. n. 81/2008 e finora inattuato. L'impatto del DWS è utile anche per i lavoratori, che sono i veri protagonisti e beneficiari finali del corretto funzionamento del sistema di salute e sicurezza. Il DWS rende il lavoratore più consapevole e proattivo, anziché un soggetto passivo della sicurezza. Le soluzioni proposte dalla ricerca hanno sempre tenuto in considerazione il criterio della facile usabilità dello strumento da parte del lavoratore, anche di quelli con bassi livelli di istruzione o stranieri.

La società civile trae beneficio dall'implementazione su larga scala del DWS. Sia per la diffusione di una cultura della sicurezza basata sulla responsabilità individuale; sia per la disponibilità di dati che possono alimentare studi sulla correlazione tra formazione e infortuni. Sarà possibile, anche in modalità predittiva, valutare l'impatto dei processi formativi e verificare l'efficacia della formazione in un'ottica di miglioramento continuo e migliore pianificazione e utilizzo delle risorse pubbliche e private. Ulteriori benefici indiretti si ottengono poi in termini di riduzione degli infortuni sul lavoro, aumento della salute pubblica e riduzione della spesa pubblica per servizi sanitari e previdenziali/assistenziali a causa degli infortuni e dei decessi sul lavoro.

C'è una certa utilità per le istituzioni che sono responsabili della pianificazione delle politiche di prevenzione e del monitoraggio della *compliance* nel campo della salute e sicurezza sul lavoro (INAIL, INL, ASL). Per queste istituzioni, il DWS facilita la vigilanza e la valutazione delle non conformità, specialmente nei settori fragili, o settori ad alto rischio infortunistico, o in presenza di interferenze tra aziende. L'impatto è significativo per la valutazione del rispetto delle regole, ma anche per una migliore

gestione delle politiche premiali per le aziende virtuose. Questa premialità potrebbe riflettersi nella determinazione di tariffe INAIL agevolate e in una pianificazione più efficiente delle attività di vigilanza. Tale nuovo quadro legale e tecnologico può anche portare vantaggi a livello più generale nel contrasto al lavoro irregolare e sommerso (Missione 5 del PNRR). Il DWS – impegnandosi in un processo di verifica tecnologica degli obblighi mandatori – può consentire l'ulteriore integrazione, interoperabilità, orizzontalità delle informazioni tra i diversi attori, con conseguente accelerazione degli scambi di informazioni, anche in vista di una procedura sanzionatoria immediata ed efficace.

Possiamo osservare anche un'utilità per gli enti bilaterali che sono delegati per legge e/o contratto collettivo a importanti funzioni di supporto alle aziende e ai lavoratori in materia di salute e sicurezza e formazione sulla sicurezza (art. 51 del d.lgs. n. 81/2008). Essi devono svolgere e promuovere attività di formazione e rilasciare un attestato di svolgimento di attività e servizi di supporto alle imprese (inclusa la certificazione dell'adozione e dell'efficace attuazione di modelli di organizzazione e gestione della sicurezza). Il DWS è uno strumento molto utile per la dematerializzazione dei processi e per la continua certezza e verificabilità dei suddetti dati e informazioni. Pertanto, è pienamente coerente e funzionale con lo svolgimento di tutte queste funzioni da parte di FORMEDIL e della bilateralità.

oooOooo

Per i profili giuslavoristici, i risultati sono molteplici. Qui di seguito vengono schematizzati, tenendo in considerazione che ciascuno di tali temi è stato già oggetto di disamina, con un richiamo in nota agli studi effettuati e pubblicati, in riviste di fascia A, open access, o, è trattato verticalmente nel volume collettaneo che è in corso di stesura, il quale raccoglie l'elaborazione di ciascun componente del team di ricerca nonché quelle degli studiosi e delle studiose che hanno contribuito nel corso del progetto, in *workshop* e convegni, a migliorare e arricchire il campo di analisi scientifica. Di seguito vengono anche descritte le politiche del diritto che si ritengono adatte a ricontestualizzare alcune discipline non più adatte ai tempi e al mutato contesto socio-economico.

PRIMO TEMA. La rilevanza del DWS va letta nell'ambito della transizione da una visione statica e protettiva del dato a una concezione dinamica di autodeterminazione informativa e cittadinanza digitale¹⁹. Sotto il profilo della costruzione teorica, il DWS rappresenta la traduzione pratica della necessità di ricomporre l'identità digitale professionale sulla persona del lavoratore. Mentre l'approccio giuridico classico tende a segregare i dati in archivi chiusi (effetto *lock-in*), il DWS utilizza la tecnologia blockchain per restituire al lavoratore la titolarità e il controllo del proprio capitale informativo, trasformandolo da soggetto passivo della tecnologia a protagonista proattivo della propria

¹⁹ S. CIUCCIOVINO, *Circolazione vs protezione*, cit., 2025

sicurezza e occupabilità. In termini di politiche da implementare, il DWS si configura come lo strumento abilitante per una nuova stagione delle politiche attive del lavoro, basata su tre pilastri fondamentali. Il DWS è progettato per alimentare il fascicolo sociale e lavorativo del cittadino e la piattaforma SIISL, superando la frammentazione dei dati tra i diversi enti (INPS, INAIL, Regioni) per garantire servizi *data-driven* personalizzati ed efficaci. In linea con il Data Governance Act (DGA), la policy suggerita promuove la circolazione e il riutilizzo dei dati professionali per finalità di interesse pubblico, come la prevenzione degli infortuni e il superamento del *mismatch* tra domanda e offerta di lavoro. La proposta mira a un coordinamento tra le autorità (Garante Privacy, AgID, ACN) per bilanciare protezione e innovazione, suggerendo al contempo un rafforzamento delle tutele collettive e del ruolo dei sindacati nella gestione degli algoritmi e della qualità dei dati nei sistemi di IA. L'implementazione su larga scala del DWS favorirebbe una cultura della compliance digitale, permettendo alle autorità di vigilanza (INL) e assicurative (INAIL) di pianificare interventi mirati e sistemi di premialità basati sulla tracciabilità immutabile della formazione effettivamente svolta.

SECONDO TEMA. Il DWS permette una traduzione tecnologica del passaggio teorico dalla qualifica oggettiva di stampo contrattualistico alla moderna dimensione soggettiva della professionalità²⁰. La professionalità preesiste al contratto e accompagna la persona come uno status esistenziale nel mercato del lavoro. In questo quadro, il DWS agisce come lo strumento abilitante dei tre pilastri giuridici identificati nel saggio: la progressività (permettendo la stratificazione nel tempo delle competenze), la riconoscibilità (attraverso la messa in trasparenza e documentazione pubblica del capitale professionale) e la portabilità (garantendo la trasferibilità del patrimonio di competenze tra diverse aziende e contesti). In termini di idee di policy per il futuro dell'Italia, l'integrazione del DWS nel sistema normativo permetterebbe di concretizzare diverse linee d'azione strategiche. Il DWS consente di superare la logica della formazione continua (spesso ridotta a mero conteggio orario) per abbracciare quella dell'apprendimento permanente, dove il fulcro è la capitalizzazione e certificazione delle competenze effettivamente acquisite (competenze in uscita). La tecnologia *blockchain* del DWS è funzionale alla creazione di quel patrimonio informativo comune auspicato dal legislatore per alimentare il fascicolo elettronico del lavoratore e la piattaforma SIISL, garantendo dati certi e non falsificabili per le politiche attive. I fondi interprofessionali e gli enti bilaterali possono evolvere verso funzioni di certificazione delle competenze; il DWS offre l'infrastruttura per rendere questa funzione operativa, responsabilizzando le parti sociali nella gestione dell'occupabilità e della professionalità. Attraverso la creazione di un *portable right*, il DWS sostiene l'individuo nelle transizioni continue tra istruzione, lavoro e disoccupazione,

²⁰ S. CIUCCIOVINO, *Trasformazioni tecnologiche*, cit., 2025.

garantendo che il valore della professionalità soggettiva non vada disperso ma resti un interesse legittimo esigibile nel mercato.

TERZO TEMA. Il DWS ha una fonte primaria che risiede nell'art. 2086 c.c. (nella relativa formulazione post-riforma del 2019). In particolare, si ritiene che dall'art. 2086 c.c. discenda un nuovo obbligo in capo al datore di lavoro: l'istituzione di assetti organizzativi adeguati mediante l'introduzione di tecnologia avanzata per la mitigazione dei rischi lavorativi. Secondo questa prospettiva, l'adeguatezza degli assetti aziendali non è finalizzata esclusivamente alla rilevazione anticipata dei segnali della crisi d'impresa, ma si estende - anche nel combinato disposto con l'art. 2087 c.c. - all'obbligo di adottare sistemi di intelligenza artificiale e robotica funzionali alla prevenzione di infortuni e tecnopatie²¹. In tale prospettiva, il DWS si configura come una possibile applicazione pratica di una *social blockchain* capace di garantire la trasparenza e l'immutabilità della formazione certificata sulla sicurezza, trasformando l'adempimento dell'obbligo ex art. 2087 c.c. in un processo dinamico e tecnologicamente assistito. Le proposte di policy suggeriscono inoltre uno spostamento verso un diritto del lavoro ragionevole, dove la contrattazione collettiva decentrata può assumere il ruolo di cabina di regia per monitorare l'interazione tra persona e macchina intelligente, estendendo queste tutele di sicurezza tecnologica a tutta la catena del valore, inclusi i lavoratori autonomi e i sub-appalti. L'art. 2086, comma 2, c.c., impone all'imprenditore il dovere di istituire un assetto organizzativo, amministrativo e contabile adeguato alla natura e alle dimensioni dell'impresa. Tale obbligo non riguarda solo la rilevazione della crisi finanziaria, ma si estende alla protezione degli interessi sociali-collettivi, tra cui la salute e la sicurezza dei lavoratori. L'adeguatezza organizzativa oggi deve essere passata al vaglio (e può fondare un vero e proprio obbligo datoriale) di introduzione di tecnologia avanzata (come intelligenza artificiale e blockchain) volta a mitigare i rischi da lavoro e a prevenire il rischio di infortuni. Potrebbe non considerarsi "adeguato" un assetto aziendale che non investe negli strumenti necessari a prevenire infortuni e tecnopatie. Il DWS rappresenta una possibile traduzione pratica in ottica precauzionale dell'obbligo di assetto adeguato di cui all'art. 2086 c.c. e dell'obbligo di protezione di cui all'art. 2087 c.c.. Esso si presenta non solo come un raccoglitore di dati, ma come una vera e propria infrastruttura di certificazione avanzata e di *governance* antropocentrica della formazione per la sicurezza. Attraverso la *blockchain*, il DWS garantisce che la formazione sulla sicurezza sia reale, personalizzata, verificabile e non falsificabile. Ciò permette al datore di lavoro di dimostrare più agevolmente l'adempimento diligente dei propri obblighi formativi. L'uso del DWS consente analisi statistiche e di *machine learning* per correlare formazione e infortuni, permettendo una gestione della sicurezza *data-driven* e predittiva, che è parte integrante di un assetto organizzativo moderno e adeguato.

²¹ M. FAIOLI, *Adeguatezza ex art. 2086 c.c., cit.*, 2025.

Il collegamento tra queste due entità ridefinisce la responsabilità datoriale. Da una parte, vi è l'adozione di tecnologie mitiganti, come il DWS, che riduce l'esposizione del datore di lavoro ad azioni di responsabilità (come il regresso INAIL), poiché dimostra l'adozione della massima sicurezza tecnologicamente possibile. Dall'altra, l'obbligo ex art. 2086 c.c. che spinge verso un sistema dove la sicurezza è valutata qualitativamente; il datore di lavoro è tenuto a scegliere, tra diverse opzioni strategiche, quella che garantisce il miglior assetto protettivo per i lavoratori. In termini di *policy*, l'obbligo del datore di lavoro di adottare strumenti come il DWS facilita l'interoperabilità con i sistemi pubblici di supporto e vigilanza. Il DWS è progettato per alimentare sistemi digitali pubblici e privati e il fascicolo elettronico del lavoratore, rendendo l'assetto aziendale trasparente alle autorità di vigilanza. Il ricorso a soluzioni tecnologicamente avanzate come il DWS è già riconosciuto dalla normativa recente (come quella sulla patente a crediti) come criterio per incrementare il punteggio di qualificazione dell'impresa. Il DWS è il mezzo tecnico attraverso cui il datore di lavoro adempie all'obbligo giuridico di organizzazione adeguata stabilito dall'art. 2086 c.c., garantendo una tutela della salute che sia al passo con l'evoluzione tecnologica.

QUARTO TEMA. Il DWS permette di superare i limiti degli attuali strumenti di certificazione pubblica, come il DURC e la congruità della manodopera, attraverso l'adozione di una *social blockchain* capace di garantire la trasparenza e l'immutabilità dei dati lavorativi²². È possibile valorizzare un collegamento tra DWS, DURC e congruità, la quale risiede nella necessità di superare l'attuale frammentazione delle verifiche amministrative attraverso un'infrastruttura digitale unitaria e certificata, basata sulla tecnologia blockchain, che garantisca la reale trasparenza del mercato del lavoro e le caratteristiche dei soggetti economici. Il DURC è un certificato unico che attesta la regolarità di un'impresa nel versamento dei contributi previdenziali e assicurativi dovuti a INPS, INAIL e (per l'edilizia) alle casse edili. Dal 2015 è disponibile online in tempo reale. Serve come linea di confine tra datori di lavoro virtuosi e non, essendo obbligatorio per accedere ad appalti, agevolazioni normative e sgravi contributivi. La congruità della manodopera è stata introdotta obbligatoriamente nel 2021 per il settore edile, misura la coerenza tra la manodopera effettivamente utilizzata in un cantiere e l'entità/tipologia dei lavori svolti, basandosi su indici minimi di incidenza del costo del lavoro. Punta a far emergere il dato reale della manodopera, impedendo che un'impresa svolga lavori importanti dichiarando un numero di lavoratori palesemente insufficiente. Nonostante l'evoluzione, il sistema attuale presenta criticità significative. Il DURC verifica solo ciò che è dichiarato; non è in grado di rilevare il lavoro totalmente sommerso (lavoratori che non

²² N. CAPPELLAZZO, M. FAIOLI, M. LUCCISANO, L. MANFREDI, C. SERRA, *Indagine sulle funzioni del sistema*, cit., 2024.

compaiono in alcun documento obbligatorio). Il possesso del DURC non garantisce automaticamente che al versamento dei contributi corrisponda il pagamento effettivo delle retribuzioni spettanti secondo i CCNL. È attualmente quasi impossibile svolgere verifiche incrociate efficaci mettendo insieme in tempo reale i dataset di INPS, INL, INAIL e casse edili per ogni singolo cantiere. La frammentazione normativa spinge alcuni datori di lavoro verso CCNL meno onerosi per aggirare gli obblighi di regolarità e congruità più severi dell'edilizia. Il DWS, sviluppato nell'ambito del progetto PRIN *SafetyChain*, interviene come soluzione tecnologica avanzata. Utilizza registri distribuiti per documentare in modo certo, immutabile e non falsificabile l'intera storia professionale e formativa del lavoratore. Questo impedisce la manipolazione dei dati relativi alla sicurezza e alla regolarità. Il DWS può fungere da dorsale informativa che permette lo scambio di dati tra tutti i soggetti (INAIL, INL, INPS, Casse Edili), rendendo finalmente effettivo il monitoraggio incrociato sugli adempimenti. Essendo intestato al lavoratore (che ne è titolare e gestore attivo), il DWS trasforma il lavoratore da soggetto passivo a protagonista del proprio *status* professionale, facilitando l'emersione del lavoro irregolare. Il DWS è progettato per interfacciarsi con il nuovo sistema di qualificazione delle imprese (art. 27 d.lgs. n. 81/2008), fornendo criteri oggettivi e certificati per la decurtazione o l'incremento premiale dei crediti. Permette ai committenti (pubblici e privati) di selezionare fornitori basandosi su prove digitali certe di affidabilità e compliance, riducendo drasticamente il rischio di infortuni legati a formazione fittizia. Mentre DURC e congruità sono fotografie amministrative parziali, il DWS agisce come un'infrastruttura di *compliance* digitale dinamica che garantisce la veridicità di ogni singola posizione lavorativa all'interno della filiera degli appalti. In termini di policy per il futuro dell'Italia, il DWS viene proposto come il fulcro di un'infrastruttura digitale integrata che permetta l'interoperabilità tra i *dataset* di INPS, INL, INAIL e casse edili, rendendo finalmente effettivi istituti finora inattuati come il fascicolo elettronico del lavoratore e sostenendo operativamente regimi complessi come la patente a crediti. L'obiettivo strategico è l'implementazione di politiche del lavoro *data-driven* che premiano le imprese virtuose con oneri assicurativi agevolati e una programmazione della vigilanza più efficiente, riducendo al contempo gli infortuni sul lavoro attraverso una certificazione reale e verificabile della formazione

QUINTO TEMA. L'integrazione del DWS con sistemi di *machine learning* e analisi statistica per la valutazione predittiva dei rischi impone un coordinamento sistematico con il Regolamento (UE) 2024/1689 (AI Act)²³. Nel quadro dell'occupazione e della gestione delle risorse umane, i sistemi di IA volti a monitorare o valutare le prestazioni e il comportamento dei lavoratori sono generalmente classificati come ad alto rischio (Allegato III), sebbene tale presunzione sia ora considerata semplice e

²³ S. CIUCCIOVINO, *Risorse umane e intelligenza artificiale*, cit., 2024; M. FAIOLI, *Assessing*, cit., 2025.

derogabile qualora il sistema non influenzi materialmente il processo decisionale o svolga compiti puramente accessori. In questa prospettiva, il DWS si configura come uno strumento di *compliance* digitale che soddisfa i requisiti essenziali previsti per l'IA affidabile. In ragione della tecnologia blockchain, il DWS garantisce l'integrità, l'accuratezza e la non falsificabilità dei dati di input, rispondendo direttamente agli obblighi di gestione dei dati imposti dall'AI Act per mitigare i *bias* e i rischi di discriminazione algoritmica. Il prototipo promuove una trasparenza di interazione, permettendo al lavoratore di essere protagonista attivo e non soggetto passivo della tecnologia. Esso facilita la sorveglianza umana e il diritto alla spiegazione dei processi decisionali, come richiesto dagli art. 14 e 86 del Regolamento. L'adozione del DWS assolve agli obblighi di informazione verso i lavoratori e le loro rappresentanze circa l'uso di sistemi di IA ad alto rischio nel luogo di lavoro (art. 26, comma 7). Il portafoglio digitale permette di regolare ex ante i rischi derivanti dall'interazione persona-macchina, trasformando la prevenzione in un processo dinamico basato su standard internazionali e protocolli certificati. Le norme del Regolamento (UE) 2024/1689 che permettono di gestire la *compliance* del DWS si fondano sull'approccio basato sul rischio e sulla nuova ripartizione di responsabilità tra produttori e utilizzatori (*deployer*). L'AI Act classifica come ad alto rischio i sistemi di IA destinati a essere utilizzati nel campo dell'occupazione e della gestione delle risorse umane, in particolare per il monitoraggio e la valutazione delle prestazioni. Poiché il DWS utilizza algoritmi di *machine learning* per valutare la correlazione tra formazione e infortuni, esso rientra potenzialmente in questa categoria. Si evidenzia, tuttavia, che un sistema dell'Allegato III non è considerato ad alto rischio se non presenta un rischio significativo di danno o se esegue compiti puramente preparatori. Il DWS può gestire la *compliance* dimostrando, tramite la sua architettura trasparente, se la sua funzione è di mero supporto o se influenza materialmente le decisioni. I sistemi ad alto rischio devono rispettare rigorose pratiche di gestione e *governance* dei dati, assicurando che i set di dati siano pertinenti, rappresentativi e privi di errori. La tecnologia *blockchain* del DWS garantisce l'integrità e l'accuratezza dei dati di input (come i certificati di formazione). Questo permette di soddisfare nativamente i requisiti di qualità dei dati dell'AI Act, impedendo alterazioni o falsificazioni che potrebbero inquinare l'*output* algoritmico. L'AI Act impone la trasparenza verso gli utilizzatori (i datori di lavoro) e i soggetti interessati (i lavoratori). Secondo l'art. 13, il fornitore deve fornire istruzioni d'uso che rendano il sistema interpretabile. Per l'art. 26, par. 7, prima di utilizzare un sistema ad alto rischio, il datore di lavoro deve informare i rappresentanti dei lavoratori e i lavoratori interessati. Il DWS funge da dorsale informativa che facilita l'assolvimento di questi obblighi, rendendo accessibili in tempo reale le informazioni sull'uso degli strumenti tecnologici e sulle logiche di funzionamento. Il Regolamento richiede che i sistemi ad alto rischio siano progettati per consentire una sorveglianza umana efficace per prevenire o minimizzare i rischi. L'art. 86 introduce il diritto dei

lavoratori a ottenere spiegazioni chiare sul ruolo dell'IA nelle procedure decisionali che producono effetti giuridici o impatti significativi. Il DWS, registrando in modo immutabile ogni operazione e la storia formativa, fornisce la traccia documentale necessaria affinché il lavoratore possa esercitare il proprio diritto alla spiegazione e l'azienda possa dimostrare la correttezza del processo. Mentre gli obblighi più stringenti gravano sui produttori, i *deployer* (datori di lavoro) devono garantire la conformità operativa. In ragione dell'art. 95, si incoraggia l'adozione di codici di condotta volontari per applicare i requisiti dell'IA affidabile anche a sistemi non ad alto rischio. Il DWS permette alle aziende di aderire a questi standard elevati in modo volontario, migliorando la propria *reputazione* e riducendo i rischi di responsabilità civile. L'AI Act fornisce la cornice legale di protezione (standard di sicurezza e diritti), mentre il DWS fornisce l'infrastruttura tecnologica (*blockchain*) per rendere oggettiva e verificabile la conformità a tale cornice, trasformando la prevenzione dei rischi da obbligo burocratico a compliance digitale dinamica. La *policy* suggerita mira a integrare il DWS nei modelli di *accountability* algoritmica, suggerendo l'adozione di codici di condotta volontari per i *deployer* che estendano le tutele anche ai sistemi non classificati ad alto rischio, garantendo così una sostenibilità sociale dello sviluppo tecnologico.

SESTO TEMA. Il monitoraggio costante dell'efficacia della formazione e la relativa attestazione degli apprendimenti costituiscono elementi cardine alla luce del recente Accordo Stato-Regioni²⁴. Attraverso il DWS, è possibile operare una transizione tecnologica che valorizzi la dimensione soggettiva della professionalità, stratificando nel tempo le competenze acquisite per garantirne la reale portabilità²⁵. L'Accordo Stato-Regioni del 17 aprile 2025 (di seguito anche “ASR 2025”) sulla formazione in materia di salute e sicurezza eleva il monitoraggio dell'efficacia formativa e la verifica degli apprendimenti a snodo strutturale del sistema prevenzionistico, trasformando l'obbligo *ex art.* 37 d.lgs. n. 81/2008 in un ciclo continuo di qualità dell'apprendimento²⁶. A differenza dell'Accordo 2011, che frammentava la disciplina in funzione dei singoli destinatari senza unificarla in standard nazionali e lasciava la verifica dell'apprendimento a modalità discrezionali e non sempre tracciabili²⁷, l'ASR 2025 impone un sistema organico e vincolante, esplicitando e centralizzando obblighi che prima erano impliciti o assenti. Nel 2011, l'efficacia formativa restava un principio generico derivante dall'art. 37 d.lgs. n. 81/2008 sulla

²⁴ Accordo Stato-Regioni del 17 aprile 2025, pubblicato in G.U. n. 119 del 24 maggio 2025.

²⁵ S. CIUCCIOVINO, A. TOSCANO, M. FAIOLI, *Oltre il concetto, cit.*, 2021.

²⁶ Tale approccio risponde all'esigenza introdurre obblighi strutturati che legano la validità della formazione alla sua misurabile ricaduta pratica, come esplicitato nella Premessa dell'Accordo, dove si prevede l'individuazione delle modalità di verifica finale di apprendimento obbligatoria per tutti i percorsi formativi e di aggiornamento, nonché delle verifiche di efficacia durante lo svolgimento della prestazione lavorativa, unitamente al monitoraggio dell'applicazione degli accordi stessi (comma 2, lett. *b-bis*).

²⁷ Spesso limitata a mera frequenza senza criteri uniformi o prove pratiche obbligatorie. Cfr. G. MOBILIO, *Sulla sicurezza è meglio che Stato e Regioni si mettano d'accordo. Riflessioni a partire dalla sentenza della Corte costituzionale n. 69 del 2023*, in *Le Regioni*, n. 2-3, 2023, pp. 603 ss.

“formazione sufficiente e adeguata”, privo di strumenti operativi come osservazioni in campo o registri periodici, con rischi di elusioni e difformità regionali; ora, invece, il concetto di “formazione adeguata” si trasforma – a livello interpretativo - in quello di “formazione efficace” e diventa obbligo esplicito e documentato, con sanzioni per omesso monitoraggio e nullità degli attestati non conformi, rafforzando la responsabilità del datore e la tracciabilità digitale. Questa transizione da un approccio formale a uno sostanziale eleva la formazione da adempimento burocratico a leva strategica di prevenzione e sicurezza in cui si innesta, fattivamente, il DWS. L’ASR 2025, nel dare attuazione al comma 2 lett. *b* e *b-bis* dell’art. 37 d.lgs. n. 81/2008, individua tra le proprie finalità la definizione delle modalità delle verifiche di efficacia della formazione anche “durante lo svolgimento della prestazione lavorativa” e il monitoraggio dell’applicazione degli accordi in materia di formazione e del controllo sulle attività formative²⁸. Tale impostazione sposta l’asse dell’obbligo datoriale da una logica di adempimento formale (numero di ore, mera presenza in aula) verso una responsabilità sostanziale sulla capacità della formazione di generare comportamenti sicuri e competenze effettivamente esercitate nei contesti organizzativi²⁹. Il monitoraggio costante dell’efficacia della formazione e la verifica degli apprendimenti, che l’ASR 2025 eleva a componenti strutturali del ciclo formativo, diventano così il terreno privilegiato per integrare, sul piano di *policy*, il DWS nel sistema prevenzionistico, trasformando la formazione obbligatoria in un processo di apprendimento permanente documentato e non falsificabile, frutto di una piena convergenza fra standard giuridici di qualità formativa e infrastrutture digitali di registrazione e certificazione degli esiti. Nel quadro del progetto e nell’attuazione pratica, questo passaggio si intreccia con la finalità del DWS di tracciare in modo certo, duraturo e non alterabile la storia formativa di ciascun lavoratore, consentendo di collegare il monitoraggio degli esiti alla valutazione della *compliance* datoriale e alle politiche di prevenzione e vigilanza, in coerenza con le missioni del PNRR in materia di digitalizzazione e sicurezza del lavoro³⁰. In termini giuslavoristici, il monitoraggio continuo diviene criterio di valutazione dell’adempimento datoriale all’obbligo di formazione “sufficiente ed adeguata” sancito dall’art. 37 d.lgs. n. 81/2008, e al contempo parametro di esigibilità della diligenza professionale del lavoratore, il cui contributo di sicurezza è misurato anche alla luce dei risultati formativi tracciati nel tempo³¹. L’ASR 2025 delinea con precisione questi elementi³² stabilendo che il progetto formativo debba includere obiettivi, contenuti, durata, modalità didattiche, valutazione dell’apprendimento e verifica dell’efficacia, in coerenza con la valutazione

²⁸ M. SQUEGLIA, *Formare per evolvere: la cultura della sicurezza nell’Accordo Stato-Regioni 2025*, in *Memento*, Milano, 2025.

²⁹ M. GRANDI, *La formazione per i coordinatori nei cantieri nell’accordo Stato-Regioni*, in *Igiene e sicurezza del lavoro*, n. 6, 2025, pp. 333 ss.

³⁰ S. CIUCCIOVINO, M. FAIOLI, *Blockchain e politiche del lavoro*, in *I quaderni del CNEL*, 2018, qui spec. pp. 41-42.

³¹ Non solo come formazione iniziale ma anche, come prevede l’ASR 2025, dell’efficacia della formazione “durante lo svolgimento della prestazione lavorativa” - Cfr. comma 2, lett. *b* e *b-bis*.

³² Nella Parte I (Organizzazione generale) e Parte IV (Metodologia didattica), par. 5.5 e 5.6.

dei rischi aziendali. Le parti metodologiche dell'ASR dedicano ampio spazio alla definizione di obiettivi specifici, risultati attesi e criteri di verifica per ciascuna unità didattica³³, prevedendo prove finali documentate per tutti i percorsi formativi e di aggiornamento; si impone la redazione di verbali delle prove e il rilascio di attestazioni unitarie per ciascun corso, con onere di conservazione decennale del fascicolo formativo presso il soggetto formatore. Questa architettura normativa consente di leggere ogni azione formativa come “mattoncino” di una stratificazione progressiva di competenze, verificata nel tempo e correlata ai ruoli effettivi, ai rischi valutati e alle trasformazioni tecnologiche dei processi produttivi, sicché la professionalità del lavoratore³⁴ assume una dimensione marcatamente soggettiva, ma oggettivata in esiti valutabili³⁵ tramite prove finali all'esito di un percorso formativo e anche tramite un'attività post-formativa³⁶, svolta in contesto operativo reale, finalizzata a misurare quanto il lavoratore applichi nella pratica ciò che ha realmente appreso. L'evoluzione coerente di questa logica è la costruzione di un portafoglio digitale personale della formazione sulla sicurezza del singolo lavoratore, alimentato da tutti i soggetti formatori riconosciuti e interoperabile con le anagrafi regionali e nazionali della formazione continua e con il repertorio delle qualificazioni professionali. L'adozione di un portafoglio digitale fondato su soluzioni di identità digitale, firme elettroniche avanzate e registri distribuiti consente infatti di rendere non falsificabili gli attestati, assicurando l'immutabilità delle informazioni essenziali (identità del discente, percorso seguito, esiti delle verifiche) e la loro verificabilità in tempo reale da parte di datori di lavoro, organi di vigilanza e parti sociali. La conseguenza pratico-applicativa del DWS è rappresentata dalla certezza probatoria degli atti formativi, che riduce lo spazio per attestazioni meramente cartolari o retrodatate, e dalla portabilità della professionalità³⁷, poiché il lavoratore può esibire un portafoglio digitale unificato e riconosciuto su tutto il territorio nazionale, evitando duplicazioni di corsi e favorendo la mobilità tra imprese, settori e Regioni nel rispetto dei principi di non discriminazione e di effettività della tutela della salute. Il DWS realizza dunque, sul piano tecnico, proprio quella stratificazione longitudinale che il legislatore aveva già prefigurato – ma non ancora attuato – con il libretto formativo del cittadino e la scheda anagrafica del lavoratore, oggi ripresa dalla previsione di registrare la formazione *ex art. 37* nel fascicolo elettronico del lavoratore e nei sistemi SIISL. In chiave di *policy*, l'integrazione del portafoglio digitale della formazione nel sistema nazionale di certificazione

³³ Queste verifiche, integrate da momenti valutativi *in itinere* (prove pratiche, osservazioni strutturate, test), fungono da elemento probatorio qualificato tanto nelle relazioni industriali quanto nell'eventuale contenzioso in tema di infortuni e responsabilità colposa.

³⁴ G. R. SIMONCINI, *L'incidenza della rivoluzione digitale nella formazione dei lavoratori*, in *Il lavoro nella giurisprudenza*, n. 1, 2018, pp. 40 ss.

³⁵ F. LAMBERTI, *Formazione, occupabilità e certificazione delle competenze (tramite blockchain): un'alternativa alla “disoccupazione tecnologica”*, in M. BIASI (a cura di), *Diritto del lavoro e intelligenza artificiale*, Milano, 2024.

³⁶ L. D'ARCANGELO, *Robotica e lavoro. Prime osservazioni in tema di sicurezza (delle macchine e) dei lavoratori* in *q. Rivista*, n. 6, 2025, pp. 83 ss.

³⁷ S. CIUCCIOVINO, *Professionalità*, cit., 2022.

delle competenze³⁸ – e, in prospettiva, nei repertori regionali e nazionali delle qualificazioni – permetterebbe di trasformare la formazione per la sicurezza da obbligo episodico a componente strutturale del *life-long learning* del lavoratore. Ogni percorso, dall’addestramento pratico ai corsi abilitanti, costituirebbe una “unità di risultato” certificata, spendibile trasversalmente tra settori, imprese e territori, con effetti sulla qualificazione delle imprese³⁹ (*i.e.* patente a crediti *ex art.* 27 d.lgs. n. 81/2008 e CIPE - Carta di Identità Professionale dell’Edilizia) e sulle politiche attive, in linea con le riforme del PNRR⁴⁰. In questo senso, il monitoraggio dell’efficacia formativa cessa di essere un adempimento interno al sistema prevenzionistico e diventa un indicatore di qualità del lavoro e delle imprese⁴¹. L’inserimento delle competenze maturate nella formazione per la sicurezza all’interno del fascicolo elettronico del lavoratore e del SIISL⁴² consente altresì di superare la tradizionale separazione tra formazione “per la sicurezza” e formazione “per l’occupabilità”. Nel portafoglio digitale, i crediti maturati in percorsi di sicurezza possono dialogare con quelli acquisiti in percorsi di riqualificazione professionale o di *upskilling*, contribuendo a definire un quadro unitario delle capacità del lavoratore. Ciò suggerisce, sul terreno delle politiche attive, almeno due sviluppi: la possibilità di riconoscere, nei percorsi di ricollocazione o di transizione occupazionale⁴³, i crediti di sicurezza come parte del patrimonio di competenze trasferibili, valorizzabili anche in settori diversi da quello di provenienza; l’integrazione tra portafoglio digitale e sistemi di profilazione dei disoccupati, in modo che la presenza di solide competenze di sicurezza possa incidere sui percorsi proposti e sulle opportunità offerte⁴⁴. In questa prospettiva, il DWS può essere letto come il primo tassello di una infrastruttura giuridico-tecnologica di apprendimento permanente⁴⁵, in cui la formazione obbligatoria in materia di salute e sicurezza diviene paradigma di un sistema più ampio di riconoscimento e certificazione digitale delle competenze lavorative lungo l’intero ciclo di vita occupazionale. Così il DWS non funge soltanto da contenitore tecnico, ma diventa il luogo in cui si

³⁸ L. CASANO, *Professionalità e certificazione delle competenze: legge, contrattazione collettiva, autoregolazione*, in *Diritti Lavori Mercati*, n. 3, 2019, pp. 549 ss.; M. BIASI, *Formazione nel rapporto di lavoro: diritto o aspettativa?*, in *Diritto e pratica del lavoro*, n. 39, 2023, pp. 2303 ss.

³⁹ G. SCUDIER, *Impresa affidataria: la formazione del datore di lavoro tra art. 97 e modulo aggiuntivo cantieri dell’Accordo Stato-Regioni. Quale formazione, chi, quando?*, in *Diritto della sicurezza sul lavoro*, n. 2, 2025, pp. 12-20.

⁴⁰ In una prospettiva evolutiva, il portafoglio digitale potrebbe fungere da fonte certificata per l’aggiornamento automatico del punteggio di patente, collegando la maturazione, il mantenimento o la perdita di crediti a eventi formativi puntualmente tracciati e ai risultati del monitoraggio di efficacia.

⁴¹ F. LAMBERTI, *Appalti e normativa antinfortunistica*, in R. COSIO (a cura di) *Il diritto del lavoro nell’ordinamento complesso*, Milano, 2023.

⁴² F. LAMBERTI, *Sistema Informativo per l’Inclusione Sociale e Lavorativa (SIISL) e governo digitale delle politiche attive: la ricerca dell’equilibrio tra condizionalità, innovazione tecnologica e governance multilivello*, in corso di pubblicazione.

⁴³ S. CIUCCIOVINO, D. GAROFALO, A. SARTORI, M. TIRABOSCHI, A. TROJSI, L. ZOPPOLI (a cura di), *Flexicurity e mercati transizionali del lavoro. Una nuova stagione per il diritto del mercato del lavoro?*, Adapt University Press, 2021.

⁴⁴ Ad esempio, priorità nell’accesso a lavori in cantieri complessi per chi dimostra un forte profilo formativo in materia di prevenzione.

⁴⁵ S. CIUCCIOVINO, *Microcredenziali e “certificazioni” delle competenze dei lavoratori nella prospettiva dell’apprendimento permanente*, in *q. Rivista*, n. 14, 2025, pp. 156 ss.

sedimenta – in forma giuridicamente rilevante – la dimensione soggettiva della professionalità del singolo lavoratore, con effetti sulla qualificazione, sulla mobilità e, in prospettiva, sull'intero sistema delle tutele prevenzionistiche.

SETTIMO TEMA. Sino all'entrata in vigore del “sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi tramite crediti” (introdotto dal d.l. n. 2 marzo 2024, n. 19, conv. in l. 29 aprile 2024, n. 56), la verifica dell'idoneità tecnico-professionale e della *compliance* normativa lungo la *supply-chain* degli appalti e subappalti in edilizia è stata affidata ad una frammentata sequenza di adempimenti formali e di carattere amministrativo. In particolare, secondo la disciplina fissata per i cantieri temporanei o mobili⁴⁶ (nella quale ricadono gli appalti eseguiti nel settore edile) occorre, tra l'altro, accertare⁴⁷: la regolarità contributiva dell'appaltatore, garantita dal rilascio del DURC da parte degli enti previdenziali e assicurativi nonché delle casse edili; la congruità della manodopera, volta a “pesare” la coerenza tra la consistenza del personale impiegato dall'impresa appaltatrice nell'esecuzione dei lavori affidati in appalto e il valore e la tipologia degli stessi lavori. In ambedue i casi, tali adempimenti si sostanziano in una verifica di natura puramente formale, che fotografava in un dato momento storico la condizione dell'impresa sotto i profili considerati, secondo un approccio essenzialmente statico, che non riusciva a restituire una rappresentazione unitaria e totalmente attendibile del reale assetto organizzativo dell'appaltatore (o del subappaltatore). Parimenti, pure in relazione agli appalti c.d. interni regolati dall'art. 26, d.lgs. n. 81/2008, il legislatore ha subordinato il controllo dell'idoneità tecnico-professionale ad evidenze meramente documentali, derivanti dall'acquisizione, da parte del committente, del certificato di iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato e dell'autocertificazione sul possesso dei requisiti di idoneità tecnico-professionale resa dalla stessa impresa appaltatrice. Questo meccanismo che, come è noto, avrebbe dovuto avere natura transitoria, ha finito infatti per rappresentare – anche a regime – l'unica procedura utilizzabile, stante la mancata attuazione del sistema di qualificazione delle imprese previsto dall'art. 27, d.lgs. n. 81/2008⁴⁸ (ad eccezione di quanto si osserva per gli appalti eseguiti in ambienti confinati o

⁴⁶ L'idoneità tecnico-professionale è definita dall'art. 89, comma 1, lett. l), d.lgs. n. 81, 2008 come il “possesso di capacità organizzative, nonché disponibilità di forza lavoro, di macchine e di attrezzature, in riferimento ai lavori da realizzare”.

⁴⁷ Ma, a ben vedere, le relative previsioni contenute nell'art. 90, comma 9, lett. a) e nell'allegato XVII al d.lgs. n. 81, 2008) sono ancora vigenti.

⁴⁸ Tramite una lettura combinata degli artt. 6, comma 2, lett. g), 26, comma 1, lett. a), e 27, comma 1, d.lgs. n. 81, 2008, veniva rimesso alla Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro il compito di individuare i criteri finalizzati alla definizione del sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi di cui al richiamato articolo 27.

Sul tema cfr. O. BONARDI, *La sicurezza sul lavoro nel sistema degli appalti*, in *I WORKING PAPERS DI OLYMPUS*, n. 26, 2013. Più di recente, per una ricostruzione della disciplina normativa sul sistema di qualificazione delle imprese che comprende l'analisi del neo-introdotto meccanismo della c.d. patente a crediti si v. P. PASCUCI, M. GIOVANNONE, *La patente*, cit., 2024.

sospetti di inquinamento). In un simile contesto normativo, il modello *SafetyChain* assume particolare rilevanza, in quanto si pone come dorsale informativa che può garantire i canoni della trasparenza e immutabilità, grazie al ricorso alla tecnologia della blockchain, ma che, al contempo, assicura altresì un continuo aggiornamento dei dati ivi contenuti. Concentrandosi sull'osservanza degli obblighi formativi (adempimento obbligatorio ai fini del rilascio della patente a crediti ai sensi dell'attuale art. 27, comma 1, lett. b), il DWS può concretamente contribuire a realizzare un più efficace sistema di qualificazione delle imprese per l'accesso a gare e subappalti, favorendo una selezione più consapevole, da parte del committente, della propria controparte contrattuale. In altri termini, il prototipo in esame opportunamente integra (e si integra con) il quadro normativo, rappresentando un ulteriore, utile strumento di promozione dello sviluppo di una catena di appalti e subappalti virtuosa⁴⁹, che permette di orientare il processo selettivo verso imprese appaltatrici (o subappaltatrici) affidabili, responsabili e verificabili – secondo dati oggettivi – anche sotto il profilo della loro *compliance* con la disciplina prevenzionistica. La **traiettorie di policy** proposta mira, in definitiva, all'interoperabilità dei *dataset* istituzionali, permettendo ai committenti una selezione dei fornitori basata su criteri oggettivi di affidabilità digitale, oltre a semplificare e rendere più mirato ed efficiente il monitoraggio da parte degli organi preposti a garantire il rispetto della normativa in materia di salute e sicurezza⁵⁰. L'impatto del modello in commento acquista ancor più pregnanza ove si consideri che, alla luce dell'interpretazione offerta dalla giurisprudenza negli anni, al di là del mero adempimento formale, il committente può ritenersi responsabile, in termini di *culpa in eligendo*, ove abbia stipulato il contratto con un appaltatore rivelatosi, poi, effettivamente sprovvisto delle adeguate competenze tecnico-professionali in relazione alla specificità e alla pericolosità dei lavori affidati⁵¹.

OTTAVO TEMA. L'intreccio regolativo tra il sistema della patente a crediti (art. 27, del d.lgs. n. 81/2008 e d.m. n. 132/2024)⁵² e le regole per la formazione dell'Accordo Stato-Regioni del 17 aprile 2025 (ASR 2025) incide profondamente sulla gestione della prevenzione nei cantieri e sull'assetto della responsabilità datoriale⁵³ contribuendo alla costruzione, in atto in Italia come in altri Paesi europei, di un *Digital Welfare*

⁴⁹ Oltre a quanto già detto, il modello DWS si aggiunge anche alle previsioni in materia di responsabilità solidale tra committente e appaltatore (ed eventuali subappaltatori) sia in relazione agli obblighi contributivi e retributivi (art. 29, comma 2, d.lgs. n. 81, 2008) che con riferimento ai danni (non coperti dall'INAIL o dallo IPSEMA) derivanti dalla violazione delle norme prevenzionistiche (art. 26, comma 4, d.lgs. n. 81, 2008).

⁵⁰ Così già N. CAPPELLAZZO, M. FAIOLI, M. LUCCISANO, L. MANFREDI, C. SERRA, *Indagine*, cit., 2024.

⁵¹ *Ex multis* Cass. pen. 23 aprile 2025, n. 18169; Cass. pen. 17 dicembre 2024, n. 11603; Cass. 26 aprile 2016, n. 35185, tutte in *DeJure.it*. Per ulteriori riferimenti giurisprudenziali, oltre che per una panoramica più ampia sulla responsabilità del committente, si veda P. TULLINI, *Sicurezza del lavoro in appalto e ruolo del Committente: breve cronologia giuridica del principio di responsabilità*, in *Diritto della Sicurezza sul Lavoro*, n. 1, 2025, pp. 153 ss.

⁵² P. PASCUCCHI, M. GIOVANNONE, *La patente*, cit., 2024.

⁵³ M. GIOVANNONE, *Responsabilità*, cit., 2024.

State⁵⁴ nello specifico campo della tutela della salute e della sicurezza sul lavoro; il DWS, evidentemente, ne rappresenta un importante tassello. Tale evidenza è rafforzata dall'art. 5 del d.l. n. 159/2025, sub l. di conv. n. 198/2025 che, modificando gli artt. 11 e 37 del d.lgs. n. 81/2008, reca interventi in materia di prevenzione e formazione pienamente convergenti con il nuovo assetto regolativo e tecnologico. Infatti, la rilevanza dei cantieri “temporanei o mobili” di cui al Titolo IV del d.lgs. n. 81/2008 e la loro stretta connessione con la disciplina degli appalti e, oggi, con l'istituto della c.d. patente a crediti, ne fanno un campo di elezione quanto mai adeguato alla sperimentazione della tecnologia *blockchain* propria del DWS. Ciò tenuto conto del ruolo che la formazione del datore di lavoro, dei dirigenti, dei preposti, dei lavoratori, come disciplinata dell'ASR 2025⁵⁵, assume ai fini del regolare adempimento dell'obbligazione prevenzionistica, nonché dell'ottenimento della patente a crediti, della sua manutenzione e, soprattutto, dell'incremento dei relativi punti. Questo vale ancor più se l'avvenuto espletamento del processo formativo è corroborato da strumenti tecnologici che ne certifichino l'erogazione, in modo inoppugnabile, tra le parti e nei confronti dei soggetti terzi interessati (tra i quali l'INL, l'INAIL e le ASL), favorendo al contempo la registrazione delle competenze acquisite nel fascicolo elettronico del lavoratore. E' noto infatti che, per ottenere la patente, le imprese e i lavoratori autonomi debbano dimostrare il possesso di determinati requisiti, alcuni dei quali mediante autocertificazione, mentre per altri tramite dichiarazioni sostitutive dell'atto di notorietà: in quest'ultimo caso si tratta degli adempimenti da parte dei datori di lavoro, dei dirigenti, dei preposti, dei lavoratori autonomi e dei lavoratori, degli obblighi formativi di cui al d.lgs. n. 81/2008, del possesso del documento di valutazione dei rischi (DVR) nei casi previsti dalla normativa vigente e dell'avvenuta designazione del responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP) sempre nei casi previsti dalla normativa vigente. Ora, se è vero che in questo contesto il corretto assolvimento dell'obbligo formativo costituisce *prima facie* un requisito ostensibile da parte dei soggetti obbligati attraverso un mero atto auto-dichiarativo, è altrettanto vero che il rilievo ispettivo della assenza di tale requisito può determinare la revoca della patente a crediti e, ancora, incidere sulla sua sospensione ovvero sulla decurtazione dei punti (ostacolando il prosieguo dell'attività di cantiere), oltre che sulla responsabilità civile e penale del datore di lavoro. Allora, particolarmente rilevante è il fatto che, ai sensi dell'art. 5 del d.m. n. 132/2024, i crediti iniziali possano essere incrementati fino alla soglia massima di 100, seguendo quattro criteri aggiuntivi e volontaristici la cui operatività è affidata ad una puntuale dimostrazione ad opera delle parti, secondo le specifiche di dettaglio chiarite dalla nota INL n. 288/2025. A ben guardare, il secondo criterio riguarda le attività, gli investimenti o la formazione in tema

⁵⁴ Sul tema del *Digital Welfare State* nella prospettiva lavoristica in Italia M. D'ONGHIA, *Intelligenza artificiale, Regolamento UE 2024, 1689 e diritti previdenziali*, in q. *Rivista*, n. 33, 2025, pp. 389 ss.; S. CIUCCIOVINO, *Circolazione vs protezione*, cit., 2025.

⁵⁵ Sul tema della formazione per la sicurezza cfr. C. ALESSI, *La formazione in materia di sicurezza dopo il d.l. 21 ottobre 2021, n. 146*, in *Diritto della sicurezza sul lavoro*, n. 2, 2022, pp. 62-73; G. SCUDIER, *Impresa*, cit., 2025.

di salute e sicurezza sul lavoro (art. 5, co. 4, lett. *a*, nn. 1-7, del d.m. n. 132/2024). Tra le misure formative ivi contemplate, in particolare, figurano tre possibilità. La prima consiste nel possesso della certificazione attestante la partecipazione di almeno un terzo dei lavoratori occupati ad almeno quattro corsi di formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro, riferita ai rischi individuati sulla base della valutazione dei rischi, anche tenuto conto delle mansioni specifiche, nell'arco di un triennio. I suddetti corsi devono essere ulteriori rispetto a quelli obbligatori. La seconda consiste nel possesso da parte del Mastro Formatore Artigiano di certificazione attestante la propria partecipazione all'addestramento/formazione pratica erogata in cantiere ai propri dipendenti specifica in materia di prevenzione e sicurezza. Da ultimo si fa riferimento all'acquisto di soluzioni tecnologicamente avanzate in materia di salute e sicurezza sul lavoro sulla base di specifici protocolli di intesa stipulati tra le parti sociali comparativamente più rappresentative sul piano nazionale o di accordi sottoscritti dagli organismi paritetici iscritti al Repertorio nazionale di cui all'art. 51 del d.lgs. n. 81/2008, anche con l'azienda per la singola opera ovvero con l'INAIL. Il terzo criterio per l'incremento dei crediti (art. 5, co. 4, lett. *b*, nn. 1-8, del d.m. n. 132/2024), dal canto suo, riguarda le altre attività, gli investimenti o la formazione non ricompresi nel precedente, mentre il quarto (art. 5, co. 3, del d.m. n. 132/2024) consiste nella mancanza di provvedimenti di decurtazione del punteggio per le violazioni di cui all'Allegato I-*bis* del d.lgs. n. 81/2008. E' chiaro, pertanto, che la certificazione di tali attività formative – attraverso il DWS – sia cruciale per l'acquisizione dei nuovi crediti di cui al secondo e al terzo criterio, così come l'investimento nella stessa tecnologia *blockchain* del DWS possa soddisfare il quarto criterio. Si delinea così il circuito virtuoso di una premialità prevenzionistica che, sostanzialmente, muove da una moderna *governance* pubblico-privato della formazione per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Nello stesso senso, del resto, sembrano muoversi le recenti modifiche degli artt. 11 e 37 del d.lgs. n. 81/2008 introdotte dall'art. 5 del d.l. n. 159/2025⁵⁶. Si prevede infatti che, a decorrere dal 2026, l'INAIL trasferirà annualmente al Fondo sociale per occupazione e formazione un importo non inferiore a 35.000.000 di euro destinato al finanziamento di interventi mirati di promozione e divulgazione della cultura della salute e della sicurezza sul lavoro, anche attraverso la valorizzazione di supporti digitali. Inoltre, al fine di incrementare i livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro in tutti i settori di attività e in particolare in quelli delle costruzioni, della logistica e dei trasporti che presentano una alta incidenza infortunistica, l'INAIL deve promuovere interventi di formazione in materia prevenzionale, sentite le organizzazioni dei datori di lavoro e le organizzazioni sindacali dei lavoratori comparativamente più rappresentative a livello nazionale, attraverso l'impiego dei Fondi interprofessionali (art. 5, co. 1, lett. *b*). A chiudere il cerchio è poi la

⁵⁶ Per una visione aggiornata sul sistema del d.lgs. n. 81, 2008, dopo il d.l. n. 159, 2025, si rinvia alla lettura di P. PASCUCI, *I principi fondamentali della tutela della salute e della sicurezza sul lavoro*, Giappichelli, Torino, 2025.

previsione di cui alla successiva lett. d) dello stesso articolo in virtù della quale le competenze acquisite a seguito dello svolgimento delle attività di formazione di cui all'art. 37 del d.lgs. n. 81/2008 devono essere registrate nel fascicolo elettronico del lavoratore di cui all'articolo 15 del decreto legislativo 14 settembre 2015, n. 150, nonché all'interno del fascicolo sociale e lavorativo del cittadino, in particolare al fine del loro inserimento nella piattaforma SIISL. Il contenuto del fascicolo elettronico del lavoratore così integrato, a sua volta, è considerato dal datore di lavoro ai fini della programmazione della formazione, mentre gli organi di vigilanza ne tengono conto ai fini della verifica del corretto adempimento degli obblighi datoriali. Dunque, in questo scenario normativo in evoluzione e in una logica di *policy*, l'implementazione di una gestione della sicurezza *data-driven* può essere incentivata attraverso sistemi di premialità e promozionalità che, nello specifico campo della formazione, devono essere basati sull'impiego di tecnologie digitali che garantiscano la certificazione della sua effettiva erogazione e delle relative competenze in uscita in modo inoppugnabile tra le parti, ai fini dell'esatto adempimento dell'obbligo prevenzionistico, nonché nei confronti dei soggetti terzi – INL, INAIL ed ASL – anche ai fini della perimetrazione della responsabilità datoriale⁵⁷.

NONO TEMA. Il rafforzamento della partecipazione e della bilateralità rappresenta il motore per l'evoluzione dei paradigmi di prevenzione nel mutato contesto normativo⁵⁸. In questo senso, l'art. 37, commi 7-bis e 12, del d.lgs. n. 81/2008 e più di recente l'Accordo Stato Regioni del 17 aprile 2025, hanno contribuito a dare un nuovo e più recente impulso alle dinamiche partecipative in tema di salute e sicurezza. Gli organismi paritetici rappresentano, infatti, un luogo privilegiato⁵⁹ di confronto e collaborazione per la programmazione, la promozione e l'assistenza in materia di formazione. Essi rientrano tra i soggetti formatori ai sensi dell'art. 51, comma 1, del d.lgs. n. 81/2008 e sono iscritti nel repertorio nazionale previsto dal comma 1-bis del medesimo articolo.

⁵⁷ Per un approfondimento si rinvia al saggio di M. GIOVANNONE, *Cantieri temporanei o mobili, sicurezza organizzativa e responsabilità datoriale: l'intreccio regolativo tra la patente a crediti e le nuove regole per la formazione dell'Accordo Stato Regioni 2025*, in corso di pubblicazione.

⁵⁸ Cfr. Accordo Stato-Regioni pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 119 del 24 maggio 2025, ma già in tal senso il d.l. 21 ottobre del 2021 n. 146, convertito con modificazioni dalla legge 17 dicembre 2021, n. 21. Per un commento M. CORTI, A. SARTORI, *La miniriforma della sicurezza sul lavoro e le nuove misure per la promozione delle pari opportunità*, in *Rivista italiana di diritto del lavoro*, n. 1, 2022, pp. 3 ss. Che la logica partecipativa abbia assunto un ruolo centrale nell'ordinamento emerge anche dalla recente legge 15 maggio 2025, n. 76, contenente disposizioni per la partecipazione dei lavoratori alla gestione, al capitale e agli utili delle imprese. Tale legge valorizza espressamente la bilateralità, sia nella fase di consultazione preventiva (art. 9), sia nell'ambito della formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (art. 12). Sul rapporto tra la nuova disciplina e la tutela della salute e sicurezza sul lavoro si veda C. LAZZARI, *Legge 14 maggio 2025, n. 76 e tutela della salute e sicurezza sul lavoro: primi spunti per una lettura organizzativa*, in *Diritto della sicurezza sul lavoro*, n. 2, 2025, pp. 1 ss.

⁵⁹ Così l'art. 2, lett. ee) del d.lgs. n. 81, 2008.

Di particolare rilievo è la funzione di supporto alle imprese, in quanto agli organismi paritetici è attribuito il compito di coadiuvare i datori di lavoro nell'individuazione e nell'adozione di soluzioni tecniche, organizzative e procedurali finalizzate a garantire e a migliorare i livelli di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, come previsto dall'art. 51, comma 3, del d.lgs. n. 81/2008. Particolarmente significativa è altresì la previsione contenuta nell'Accordo Stato-Regioni del 2025 che attribuisce una priorità agli enti paritetici nella realizzazione dei corsi di formazione, in coerenza con quanto previsto dall'art. 37, comma 12. L'assetto regolatorio più recente, del resto, non si limita più a prescrivere obblighi formali, ma sollecita e riconosce alla partecipazione attiva delle parti sociali un valore strategico nella costruzione di ambienti di lavoro più sicuri. In questo quadro, la bilateralità diviene luogo e strumento di integrazione tra dimensione normativa, organizzativa e culturale della prevenzione, capace di coniugare le esigenze delle imprese con la tutela dei lavoratori. Il DWS si inserisce in tale prospettiva come leva di innovazione, potenziando ed assurgendo ad utile strumento per l'assolvimento delle funzioni degli enti bilaterali, quali FORMEDIL⁶⁰, e consentendo una gestione dematerializzata, tracciabile e certificata dei servizi di supporto rivolti a imprese e lavoratori⁶¹. Nel settore edile, infatti, si può agevolmente osservare come tali istituzioni abbiano ampliato le proprie funzioni⁶², andando oltre la tradizionale dimensione mutualistica per contribuire a una gestione più efficace del mercato del lavoro e dei rapporti di lavoro⁶³, anche con specifico riferimento alla salute e sicurezza. La digitalizzazione tramite il DWS consente non solo una maggiore efficienza, ma anche una più ampia diffusione delle informazioni, una migliore accessibilità ai servizi formativi e una maggiore trasparenza nella gestione dei dati, elementi fondamentali per rafforzare la fiducia nel sistema e favorire l'adesione consapevole alle misure di prevenzione. In questo contesto, la *policy* suggerita assume un valore di indirizzo strategico, poiché promuove un ruolo attivo e qualificato delle parti sociali nella governance dei dati e degli algoritmi che regolano i nuovi strumenti digitali, evitando che l'innovazione tecnologica si traduca in un mero automatismo decisionale privo di controllo umano e sociale. Al contrario, la partecipazione delle rappresentanze datoriali e sindacali nella definizione delle regole di utilizzo dei dati e dei modelli algoritmici consente di orientare tali strumenti verso finalità di tutela, equità e inclusione, riducendo i rischi di opacità, discriminazione o uso improprio delle informazioni⁶⁴. Ne deriva una concezione della prevenzione non più centrata esclusivamente sull'adempimento degli obblighi normativi, ma fondata su una cultura della sicurezza condivisa, nella

⁶⁰ Per approfondimenti sulla bilateralità e settore edile v. L. BELLARDI, *Istituzioni bilaterali e contrattazione collettiva: il settore edile (1945-1988)*, Franco Angeli, 1989 e, più di recente, M. FAIOLI, *Indagine, cit.*, 2021.

⁶¹ Per una indagine in tal senso cfr. N. CAPPELLAZZO, M. FAIOLI, M. LUCCISANO, L. MANFREDI, C. SERRA, *Indagine, cit.*, 2024.

⁶² P. SANDULLI, A. PANDOLFO, M. FAIOLI, P. BOZZAO, G. CROCE, M.T. BIANCHI, *Indagine sulla bilateralità in Italia e in Francia, Germania, Spagna, Svezia*, Fondazione G. Brodolini, 2016.

⁶³ M. FAIOLI, *Gli enti bilaterali, cit.*, 2018.

⁶⁴ S. CIUCCIOVINO, A. TOSCANO, M. FAIOLI, *Oltre il concetto, cit.*, 2021.

quale il lavoratore non è più considerato un destinatario passivo di prescrizioni, bensì un attore protagonista e consapevole del proprio percorso di prevenzione e protezione. Attraverso l'accesso a informazioni personalizzate, a percorsi formativi mirati e a servizi certificati di supporto, il lavoratore è messo nelle condizioni di comprendere i rischi, adottare comportamenti sicuri e valorizzare le proprie competenze in un'ottica di apprendimento continuo. In tal senso, il rafforzamento della partecipazione e della bilateralità, sostenuto dalle potenzialità del DWS, contribuisce a ridefinire il paradigma della prevenzione come processo dinamico e collaborativo⁶⁵, capace di adattarsi ai cambiamenti del lavoro e di promuovere non solo la sicurezza, ma anche la qualità e la dignità dell'occupazione.

DECIMO TEMA. Il DWS, stante la relativa natura e il coinvolgimento di soggetti diversi e, conseguentemente di una molteplicità di dati personali collegati a tali soggetti, impone una verifica di conformità con la disciplina europea e nazionale in materia di trattamento dei dati personali (Regolamento UE 2016/679 sulla protezione dei dati personali-GDPR e d.lgs. 30 giugno 2003, n. 196 ss.mm.ii.). In proposito, va evidenziato che l'art. 35 del Regolamento stabilisce che quando venga realizzato un tipo di trattamento che preveda, in particolare, l'uso di nuove tecnologie, il titolare del trattamento effettua, prima di procedere al trattamento, una valutazione di impatto dei trattamenti, considerati "la natura, l'oggetto, il contesto e le finalità del trattamento". Tale valutazione deve verificare se il trattamento che si intende effettuare possa presentare "un rischio elevato per i diritti e le libertà delle persone fisiche", al fine di adottare tutte le misure tecniche ed organizzative idonee ad eliminare/mitigare il rischio. Questa previsione va considerata ed analizzata nel contesto della normativa in materia di protezione dei dati personali, basata sul principio di *accountability*, principio che rappresenta la novità più rilevante del Regolamento e che ne caratterizza l'intero impianto normativo. In sostanza, secondo l'art. 24 del Regolamento, il Titolare deve essere pienamente responsabile e deve poter dimostrare la conformità del trattamento realizzato alla normativa. Questo significa che, tenendo conto della natura, del contesto e delle finalità del trattamento e dei rischi, il titolare deve adottare misure adeguate per proteggere i dati, riesaminando e aggiornandole periodicamente, implementando pratiche e procedure che garantiscano nel tempo la conformità alla legge. E l'attenzione alla conformità deve avvenire, nella logica del Regolamento, non "a valle", ma "a monte" di ogni progetto che determini un trattamento di dati personali. Il Regolamento, infatti, ha introdotto il principio di *privacy by design*, ovvero il principio in base al quale il titolare deve verificare la conformità e il rispetto dei principi *privacy* sin dalla fase di progettazione, garantendo il rispetto, già in questa fase dei principi di liceità, limitazione delle finalità, minimizzazione, esattezza, integrità e riservatezza dei dati personali. Alla luce di queste premesse, e considerato che si è

⁶⁵ In questi termini già M. NAPOLI, *Gli enti bilaterali nella prospettiva di riforma del mercato del lavoro*, in *Jus*, n. 2, 2003, p. 235.

proceduto alla valutazione del DWS già in fase di progettazione, si evidenzia come si è operato al fine di assicurarne la sua conformità con i principi posti dalla normativa europea e nazionale. In particolare, sono state esaminate le finalità e i principi che governano il processo, che possono sinteticamente riassumersi nella volontà di creare un sistema affidabile, che garantisca la tracciabilità e l'immutabilità dei percorsi formativi nell'interesse di tutte le parti coinvolte, determinando un impatto positivo nel mondo del lavoro e della sicurezza.

Nello specifico, il DWS garantisce l'autenticità, l'integrità e l'unicità degli attestati formativi attraverso la registrazione di un'impronta crittografica di ciascun attestato su *blockchain*: ne consegue che ogni certificato diventa indipendentemente verificabile e non falsificabile da terzi. Ciò consente ai destinatari degli attestati (ad esempio datori di lavoro, enti verificatori e gli stessi lavoratori) di controllare in qualsiasi momento la genuinità di un attestato e la sua integrità, aumentando la fiducia nel sistema formativo. In ragione di tali premesse, e venendo all'analisi dei principi alla luce dei quali verificare la liceità dei trattamenti effettuati, si evidenzia che la base giuridica principale del trattamento può essere individuata nell'interesse legittimo del Titolare, ai sensi dell'art. 6, par. 1, lett. F, Regolamento. Nello specifico, l'interesse consiste nel prevenire le frodi e garantire il valore legale dei certificati emessi e risponde all'interesse pubblico generale che è quello di migliorare la sicurezza e la trasparenza delle qualifiche professionali. Va altresì rilevato che i dati registrati sulla *blockchain* rispettano altresì il principio di minimizzazione: i dati raccolti sono solo quelli necessari ed indispensabili; inoltre sono conservati in forma crittografica in modo da non rivelare informazioni personali in chiaro. Il flusso operativo e la verifica da parte dei terzi rispettano i criteri di necessità e proporzionalità del trattamento. Con riferimento alla tecnologia *blockchain*, va evidenziato un dato rilevante, ossia che l'utilizzo della *blockchain* risulta necessario per conseguire *concretamente* l'obiettivo dichiarato di garantire l'integrità a lungo termine e la conservazione degli attestati formativi, dal momento che ogni attestato registrato ottiene una marca temporale crittografica immutabile, riducendo drasticamente il rischio di falsificazioni, manomissioni e alterazioni. Le *Guidelines 02/2025 on processing of personal data through blockchain technologies*, adottate l'8 aprile 2025 e soggette a consultazione pubblica, sottolineano in modo particolare l'elemento della "necessità", rinvenendo nello stesso un elemento che assume rilevanza determinante nel bilanciamento degli interessi e nella valutazione della liceità della scelta adottata dal Titolare. Nella specie, dall'analisi condotta risulta che l'utilizzo della *blockchain* risulta necessaria nell'ambito del progetto in esame, in quanto in grado di offrire solide garanzie tecniche in termini di integrità e disponibilità, grazie agli strumenti crittografici utilizzati e al sistema di archiviazione decentralizzato. Va altresì evidenziato che – sempre in coerenza con quanto raccomandato dalle medesime *Guidelines* – il DWS custodisce esclusivamente l'impronta crittografica del documento, nel rispetto dei principi di necessità e proporzionalità. Verificate e valutate

risultano anche le misure di sicurezza, che, allo stato, possono ritenersi adeguate. Il DWS, infatti, è strutturato in modo tale da garantire il trattamento dei soli *hash* crittografici, al posto dei dati personali in chiaro e inoltre l'accesso ai dati sulla *blockchain* è strettamente ristretto ai sistemi autorizzati. Sono state, altresì, previste e implementate specifiche misure tecniche ed organizzative volte a ridurre i potenziali rischi che il trattamento potrebbe comportare per gli interessati, quali, tra gli altri e a mero titolo esemplificativo, il rischio di re-identificazione, il rischio di accessi non autorizzati o diffusione indebita o ancora il rischio di indisponibilità per ipotesi di malfunzionamento del servizio. Attraverso un'analisi di identificazione e valutazione di tali rischi, si è pervenuti al risultato per cui il rischio per i diritti e le libertà degli interessati può essere qualificato basso e, conseguentemente, accettabile. In particolare, non sono emersi scenari di rischio tali da richiedere una consultazione preventiva dell'Autorità garante nazionale, ritenendosi in definitiva che il trattamento risulti *compliant* con la normativa *privacy* nel suo complesso, rispettando i principi di *privacy by design* e *by default*, avendo incorporato fin dall'inizio le garanzie tecniche organizzative per minimizzare l'impatto sui dati personali. Ciò posto, restano da approfondire nell'ambito del Saggio, una serie di rilievi direttamente connessi all'utilizzo della tecnologia *blockchain*, anche in ragione delle criticità e delle raccomandazioni rivenienti dalle *Guidelines*. Tra questi, risulta particolarmente sfidante dal punto di vista giuridico, la questione della conservazione dei dati archiviati, al fine di coordinarla con il principio di "limitazione della conservazione" di cui al Regolamento. Questione direttamente connessa con quella dell'esercizio effettivo da parte degli interessati dei diritti riconosciuti dalla normativa, in particolare per quanto attiene alla cancellazione e alla rettifica. Risulterà poi necessario anche un focus sui concetti di "anonimizzazione" e "pseudonimizzazione", anche alla luce di quanto, da ultimo deciso dalla Corte di giustizia dell'Unione europea 4 settembre 2025, causa C-413/23, che ha valorizzato un'interpretazione del dato pseudonimizzato che tiene conto delle circostanze del caso concreto. In altre parole, la Corte ha ritenuto che, a certe condizioni, la pseudonimizzazione può produrre gli stessi effetti dell'anonimizzazione, restando fuori dal campo di applicazione della normativa in materia di protezione dei dati personali.

La transizione verso un mercato del lavoro digitalizzato impone un ripensamento strutturale delle modalità di gestione dei dati formativi, che devono rispondere simultaneamente alle esigenze di certezza documentale e alle rigorose tutele della *privacy*. In tale scenario, gli esiti della sperimentazione suggeriscono l'adozione di un modello di policy fondato sul trattamento crittografico dei record tramite digest non invertibili. Questo approccio permette di superare la logica della duplicazione massiva dei dati, tipica dei sistemi centralizzati, in favore di una validazione decentralizzata che garantisce l'integrità, l'autenticità e il non ripudio delle informazioni. Dal punto di vista regolatorio, ciò si traduce nella possibilità di istituire registri di sorveglianza in cui la "prova" dell'avvenuta formazione risiede nella

validità matematica del codice crittografico, e non nell'esposizione del dato in chiaro. Sul piano della protezione dei dati personali, la policy proposta individua nel meccanismo di anonimizzazione degli identificativi tramite tecniche di *hashing* e concatenazione una soluzione d'elezione per armonizzare le tecnologie *blockchain* con il quadro normativo del GDPR. Tale architettura consente di preservare la riconducibilità logica delle competenze al singolo lavoratore — pilastro fondamentale per la portabilità dei titoli — senza tuttavia comprometterne l'identità civile. Si delinea così un superamento della controversa antitesi tra l'immutabilità dei registri distribuiti e il "diritto all'oblio": una corretta progettazione dei flussi, orientata ai principi di *privacy-by-design*, dimostra come la tecnologia DLT possa non solo conformarsi alle prescrizioni europee, ma elevarne gli standard di applicazione. L'adozione di tali protocolli crittografici dovrebbe essere recepita come una linea guida prioritaria per la digitalizzazione dei flussi informativi tra imprese, enti bilaterali e autorità di vigilanza. Implementare un sistema così concepito significa promuovere una cultura della responsabilità condivisa (*accountability*), semplificando i processi di audit e mitigando i rischi di frode documentale. In questa prospettiva, la tecnologia cessa di essere un mero supporto tecnico per divenire un garante infrastrutturale della qualità e della trasparenza della prevenzione, coerentemente con gli obiettivi di modernizzazione e sicurezza perseguiti dal PNRR. A ciò si aggiunga che l'implementazione del prototipo DWS nel quadro del Regolamento (UE) 2024/1689 (AI Act) impone un'evoluzione del paradigma di protezione dei dati verso una visione dinamica di "*data governance*". L'approccio tradizionale alla privacy deve oggi confrontarsi con i tratti di specialità del trattamento dei dati nei sistemi di AI, dove il classico principio di minimizzazione può subire un necessario adattamento — o "allentamento" — per garantire l'elevata qualità, pertinenza e rappresentatività dei *dataset* indispensabili a mitigare i rischi di *bias* algoritmici e discriminazioni⁶⁶. In questa prospettiva, l'architettura del DWS non funge solo da presidio di sicurezza, ma si configura come una *sandbox* normativa ideale: l'uso di tecniche crittografiche avanzate permette di conciliare la circolazione dei dati, essenziale per alimentare modelli predittivi sulla sicurezza, con la tutela dei diritti fondamentali. Il superamento di una postura puramente difensiva in favore di una circolazione informativa certificata trasforma così il dato da elemento da segregare a risorsa strategica per l'innovazione e l'efficacia delle politiche di prevenzione, in piena coerenza con gli obiettivi di cittadinanza digitale e tutela del lavoro.

3. Sugli esiti della sperimentazione (il caso di studio FORMEDIL)

La sperimentazione condotta con FORMEDIL costituisce il banco di prova più significativo per valutare la tenuta tecnica, giuridica e organizzativa del prototipo di DWS in un contesto produttivo reale, caratterizzato da elevata frammentazione contrattuale, forte mobilità della forza lavoro e da un livello

⁶⁶ S. CIUCCIOVINO, *Circolazione, cit.*, 2025.

strutturalmente elevato di rischio infortunistico⁶⁷. L'integrazione del sistema con i flussi informativi già in uso presso FORMEDIL ha consentito di verificare la concreta interoperabilità tra una piattaforma *blockchain* di nuova generazione e un sistema gestionale consolidato, senza introdurre discontinuità operative né aggravare gli oneri amministrativi a carico degli operatori della formazione. In questa prospettiva, la sperimentazione ha dimostrato che la "notarizzazione" distribuita dei percorsi formativi può essere incorporata nei processi ordinari di erogazione e certificazione della formazione sulla sicurezza, trasformando un adempimento prevalentemente burocratico in un'informazione strutturata, verificabile e riutilizzabile lungo l'intero ciclo di vita lavorativa della persona.

Dal punto di vista funzionale, l'uso sistematico della notarizzazione *blockchain* dei *record* formativi ha reso possibile una ricostruzione puntuale e cronologicamente ordinata della storia formativa individuale, indipendentemente dal datore di lavoro o dal cantiere di riferimento. Questo aspetto si è rivelato particolarmente rilevante nel settore edile, dove la discontinuità dei rapporti di lavoro e la presenza di catene di appalto e subappalto rendono tradizionalmente complessa la verifica *ex post* dell'adempimento degli obblighi formativi. La disponibilità di attestazioni digitali verificabili in tempo reale può ridurre sensibilmente i tempi e le asimmetrie informative nei controlli, rafforzando l'affidabilità complessiva del sistema formativo gestito dalla bilateralità e migliorando la capacità di coordinamento tra imprese, lavoratori ed enti di controllo. Sotto il profilo tecnologico, la sperimentazione del DWS si colloca nello stato dell'arte delle applicazioni *enterprise* della *blockchain*, distinguendosi sia dalle soluzioni puramente documentali sia dai modelli di certificazione centralizzati tradizionalmente adottati nei sistemi informativi della formazione. A differenza degli approcci basati su archivi digitali chiusi o su sistemi di mera firma elettronica, il prototipo introduce un paradigma di certificazione distribuita che separa in modo rigoroso la gestione del dato dalla prova crittografica della sua esistenza, integrità e collocazione temporale. Tale impostazione consente di superare i limiti delle piattaforme legacy, spesso incapaci di garantire interoperabilità, portabilità e verificabilità indipendente delle attestazioni formative, soprattutto in

⁶⁷ In ordine alla configurazione operativa della sperimentazione, la collaborazione con FORMEDIL ha previsto la strutturazione di un "sistema gemello" del database istituzionale, alimentato con flussi settimanali di dati sincronizzati con l'applicativo primario, al fine di garantire un ambiente di ricerca isolato ma speculare. Il campione di analisi si è focalizzato sui lavoratori di Amplia (società in house del Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.), selezionata quale caso di studio per la significativa consistenza della forza lavoro e l'eterogeneità geografica delle aree presidiate (Liguria, Toscana, Emilia-Romagna e Lazio). L'integrazione del DWS con l'ecosistema digitale di FORMEDIL è circoscritta ai datori di lavoro vincolati alla contrattazione collettiva del settore edile; in tale perimetro, si è scelto di escludere il DURC dalle funzionalità del DWS, in quanto la regolarità contributiva costituisce un requisito già verificato preliminarmente dalle scuole di settore. Sotto il profilo del coordinamento istituzionale, l'accesso dell'INL ai dati gestiti tramite il DWS avviene in modalità indiretta: in sede ispettiva, l'autorità può acquisire, mediante scansione di QR code, esclusivamente le evidenze relative alla formazione obbligatoria in materia di salute e sicurezza. Infine, il processo di certificazione prevede un format digitale unificato in cui FORMEDIL, pur nel rispetto dell'autonomia didattica e della responsabilità giuridica dei centri di formazione territoriali, agisce quale ente di validazione di secondo livello, trasponendo gli attestati originari in certificati digitali pronti per il caricamento nel portafoglio del lavoratore.

contesti caratterizzati da elevata mobilità lavorativa e da una pluralità di attori istituzionali e privati. L'architettura implementata si fonda su un modello a due livelli fortemente disaccoppiati ma logicamente coordinati. Il primo livello è costituito dal sistema informativo di FORMEDIL, che continua a svolgere le funzioni di raccolta, gestione e amministrazione dei dati formativi secondo le logiche operative già consolidate. Il secondo livello è rappresentato dalla piattaforma *blockchain*, progettata e realizzata dall'Università Roma Tre, in collaborazione con il partner tecnologico ITLogix, che opera come registro distribuito di notarizzazione, privo di dati personali in chiaro e dedicato esclusivamente alla certificazione crittografica delle informazioni rilevanti. Il dialogo tra i due livelli avviene mediante interfacce *RESTful* sicure, progettate per garantire semplicità di integrazione, robustezza e indipendenza tecnologica rispetto ai sistemi preesistenti, nonché per facilitare una futura estensione del modello ad altri contesti settoriali. Dal punto di vista infrastrutturale, la scelta di adottare *Hyperledger Fabric* risponde all'esigenza di disporre di una *blockchain permissioned*, idonea a contesti istituzionali e caratterizzata da elevata modularità, controllo granulare degli accessi e flessibilità nella definizione delle politiche di governance. La sperimentazione ha consentito di validare un'architettura in cui i nodi della rete sono gestiti in ambienti separati e controllati, con meccanismi di consenso efficienti e tempi di conferma compatibili con l'uso operativo. L'adozione di un modello *document-oriented* per la gestione dei metadati e delle strutture informative ha inoltre permesso di superare i vincoli tipici dei database relazionali, rendendo il sistema naturalmente predisposto alla gestione di dati eterogenei e all'evoluzione verso scenari di integrazione con strumenti di analisi avanzata.

Un elemento di particolare rilievo emerso dalla sperimentazione riguarda il trattamento crittografico dei dati. L'utilizzo sistematico di *digest* non invertibili per la rappresentazione dei record formativi consente di certificare l'informazione senza duplicarla né esporla, garantendo al contempo integrità, autenticità e non ripudio. Analogamente, il meccanismo di anonimizzazione degli identificativi dei lavoratori, basato su concatenazione e *hashing*, ha dimostrato di poter assicurare la riconducibilità logica delle informazioni a uno stesso soggetto senza comprometterne l'identità, offrendo una soluzione tecnicamente solida e replicabile al problema, spesso controverso, della compatibilità tra *blockchain* e protezione dei dati personali. In tal senso, la sperimentazione ha confermato che i registri distribuiti, se correttamente progettati, non solo risultano compatibili con la normativa europea in materia di privacy, ma possono rafforzare le garanzie di verifica, responsabilizzazione e controllo dei trattamenti.

Sotto il profilo dell'innovazione, il DWS introduce elementi distintivi rilevanti rispetto allo stato dell'arte. In primo luogo, la scelta di non affidarsi a soluzioni *blockchain* proprietarie “*as-a-service*” consente un controllo pieno dell'infrastruttura, una riduzione dei costi di gestione e una maggiore adattabilità alle esigenze normative e organizzative del settore pubblico e della bilateralità. In secondo luogo, l'architettura

è concepita fin dall'origine come interoperabile e scalabile, sia verso altri settori produttivi sia verso infrastrutture europee emergenti, in particolare la *European Blockchain Services Infrastructure* (EBSI). In terzo luogo, il sistema è progettato come piattaforma abilitante per l'evoluzione verso modelli *data-driven* della prevenzione, rendendo possibile, in prospettiva, l'integrazione di strumenti di analisi statistica, *machine learning* e intelligenza artificiale fondati su dati certificati e non alterabili.

Un ulteriore risultato rilevante riguarda il ruolo degli enti bilaterali. L'esperienza FORMEDIL ha mostrato come il DWS possa fungere da infrastruttura abilitante per una rinnovata funzione della bilateralità nel governo della prevenzione, consentendo agli enti di formazione di assumere un ruolo centrale nella certificazione qualificata e nella valorizzazione dei percorsi formativi. In questo senso, la sperimentazione ha evidenziato una possibile evoluzione del ruolo di FORMEDIL da semplice erogatore di formazione a nodo qualificato di un ecosistema digitale della sicurezza, in grado di dialogare in modo strutturato con imprese, lavoratori e autorità pubbliche di vigilanza.

Dal punto di vista organizzativo e tecnologico, la fase di *test* ha confermato la robustezza dell'architettura sviluppata, sia in termini di continuità del servizio sia di capacità di gestione di volumi crescenti di notarizzazioni e richieste di verifica, mantenendo tempi di risposta compatibili con l'uso operativo nei contesti di cantiere e negli uffici amministrativi. La separazione tra ambiente di test e ambiente di produzione ha consentito di affinare progressivamente le procedure di integrazione, monitoraggio e *logging*, ponendo le basi per una possibile estensione del modello a scala nazionale.

Occorre tuttavia precisare che la sperimentazione, pur avendo prodotto risultati significativi, si colloca in una fase ancora iniziale di validazione applicativa. In particolare, l'osservazione degli effetti sistemici della piattaforma in termini di riduzione degli infortuni, miglioramento della compliance e trasformazione dei comportamenti organizzativi richiede analisi longitudinali su archi temporali più ampi e su basi dati più estese. Ulteriori sperimentazioni, condotte su scala territoriale e settoriale più ampia, risultano pertanto necessarie per consolidare empiricamente gli effetti osservati e per valutare appieno il potenziale predittivo dei modelli *data-driven* abilitati dal sistema. Nel complesso, gli esiti della sperimentazione con FORMEDIL confermano la validità dell'impostazione metodologica del progetto PRIN "*SafetyChain*" e la sua capacità di produrre effetti concreti sul piano della prevenzione e della compliance normativa. Il caso di studio dimostra che l'adozione di una social *blockchain* applicata alla formazione sulla sicurezza non rappresenta un esercizio tecnologico fine a sé stesso, ma una soluzione praticabile e sostenibile, in grado di incidere sui comportamenti organizzativi, di rafforzare la fiducia tra gli attori del sistema e di aprire nuove prospettive per politiche della sicurezza fondate su dati certificati, interoperabili e orientati strutturalmente alla prevenzione.

In via generale, in merito alla certificazione della regolarità, è stato possibile rendere disponibile a lavoratori, operatori privati e attori pubblici uno strumento tecnologicamente avanzato, testato e funzionale che è idoneo a dare attuazione alle norme che prevedono l'evidenza pubblica e la corretta registrazione della formazione in materia di salute e sicurezza. Sono state promosse trasparenza e valorizzazione degli apprendimenti conseguiti dai lavoratori e la loro portabilità nel cambio di contratto e nel passaggio tra aziende e settori. C'è una potenziale spinta nell'ambito della responsabilità sociale, con un innalzamento del livello di consapevolezza e responsabilità del lavoratore nel sistema di prevenzione. L'approccio *data-centrico* è considerato vincente, anche per i risultati della sperimentazione con FORMEDIL. Acquisire dati che, opportunamente trattati con analisi statistica e *machine learning*, assistano il monitoraggio della formazione svolta e dei fabbisogni formativi, ottimizzando il monitoraggio, la programmazione, la pianificazione, la gestione, la valutazione d'impatto della formazione in materia di salute e sicurezza. La diffusione della cultura della sicurezza e della prevenzione diffusa è stata fortemente valorizzata. La conformità digitale è al centro dell'azione dei vari attori e *stakeholder* del sistema di salute e sicurezza. Viene, infatti, potenzialmente migliorata la valutazione delle non conformità, fornendo criteri di priorità nella pianificazione della vigilanza e criteri di premialità nella determinazione delle tariffe INAIL. Si può in futuro contribuire a valutare la correlazione tra formazione e infortuni, consentendo così valutazioni predittive dell'impatto dei processi formativi e la verifica dell'efficacia della formazione in un'ottica di miglioramento continuo e migliore pianificazione. Si può ridurre la spesa pubblica per i servizi sanitari e previdenziali/assistenziali, grazie alla corretta alimentazione dei sistemi digitali competenti.

4. Disseminazione. Convegno finale, workshop, pubblicazione *open access*, anche mediante la pagina ulabchain.org

Per ottenere effetti moltiplicatori, i nostri risultati di ricerca sono stati disseminati con una certa azione multilivello. In particolare, c'è stata una disseminazione (*step-by-step*) dei risultati intermedi del progetto con gli *stakeholder* pubblici e privati identificati come interlocutori diretti e beneficiari del DWS. Ciò è avvenuto tramite l'organizzazione di sessioni di lavoro congiunte, *workshop* ristretti, la condivisione di rapporti tecnico-scientifici periodici e la sperimentazione condivisa del DWS. A ciò si aggiunga la disseminazione (*step-by-step*) dei risultati intermedi del progetto con tutti i destinatari del progetto attraverso una pagina *web* del progetto sul sito a accesso libero - ulabchain.org. C'è stata la disseminazione dei risultati finali con gli *stakeholder* pubblici e privati identificati come interlocutori diretti e beneficiari del DWS e con tutti i destinatari dell'azione progettuale, attraverso la preparazione e l'organizzazione di una conferenza finale e la distribuzione del rapporto finale di ricerca. Da ultimo, la disseminazione e la

distribuzione dei risultati finali del progetto a beneficio della comunità scientifica e accademica nazionale e internazionale è assicurata attraverso pubblicazioni in italiano e in inglese.

Per garantire la massima diffusione dei risultati e un impatto concreto sul sistema della prevenzione, il progetto ha previsto una strategia di comunicazione strutturata su eventi scientifici di alto profilo e strumenti digitali ad accesso aperto.

Il Workshop di Milano (19 gennaio 2026) - Il primo grande momento di restituzione è stato il workshop *"Il futuro della sicurezza sul lavoro. I risultati della sperimentazione del Digital Wallet SafetyChain"*, svoltosi presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore. L'evento ha visto la partecipazione di figure apicali dell'Ateneo e del mondo produttivo:

- Saluti e introduzione: Antonella Occhino (Preside della Facoltà di Economia, UCSC), Antonio Cetra (Direttore del Dipartimento di Diritto privato e pubblico dell'economia, UCSC), Valeria Belvedere (Coordinatrice corso ITEM, UCSC) e Vincenzo Ferrante (Direttore del centro di ricerca CEDRI, UCSC).
- Presentazione della sperimentazione: Silvia Ciucciuvino (PI del Progetto, Università Roma Tre), Alessandro Toscano (Università Roma Tre) e Stefano Macale (Direttore FORMEDIL).
- Discussione scientifica: Chiara Lazzari (Università di Urbino), Vittorio Bachelet (Università Cattolica del Sacro Cuore), Marco Biasi (Università di Milano) e Francesco Di Noia (Università di Foggia).
- Chiusura: Michele Faioli (Responsabile di Unità, UCSC).

Il Convegno Finale di Roma (16 marzo 2026) - Il convegno conclusivo presso il Centro Studi Americani ha consolidato gli esiti della ricerca in una prospettiva di sistema:

- Relatori principali: Silvia Ciucciuvino e Michele Faioli hanno delineato lo stato dell'arte, mentre Alessandro Toscano ha analizzato gli snodi tecnologici.
- Riflessioni giuslavoristiche: Mariella Giovannone (Univ. Roma Tre), Fabiola Lamberti (Univ. Roma Tre) e Claudio Serra (UCSC).
- Tavola rotonda e prospettive: Sotto la moderazione di Silvia Ciucciuvino, si è aperto il confronto con esperti nazionali, tra cui Marco Esposito (Università Parthenope Napoli), Piera Loi (Università di Cagliari), Francesca Malzani (Università di Brescia), Marco Peruzzi (Università di Verona) e Giuseppe Ludovico (Università di Milano). Le conclusioni sono state affidate a Paolo Pascucci (Università di Urbino).

Ricognizione del Volume Collettaneo (Federalismi.it) - Gli esiti complessivi della ricerca saranno raccolti in un volume speciale di Federalismi.it, rivista di fascia A, open access, intitolato *"SAFETYCHAIN. Una blockchain sociale per il futuro della salute e sicurezza sul lavoro"*. L'indice riflette l'approccio interdisciplinare del

progetto: Parte I - Inquadramento normativo, compliance nella supply-chain e nuove regole per la formazione; Parte II - Progettazione tecnologica e validazione sperimentale del DWS; Parte III - Impatto sistemico, privacy, bilateralità e ruolo di INAIL e INL; Parte IV - Prospettive di policy e futuri paradigmi di prevenzione digitale

L'importanza della comunicazione digital ed open access - L'utilizzo della piattaforma open access ulabchain.org e la scelta della pubblicazione open access sono elementi cardine per l'efficacia del progetto PRIN: (i) accessibilità universale, la pubblicazione in formato aperto su Federalismi.it permette a professionisti, aziende e autorità di vigilanza di consultare gratuitamente i risultati, superando le barriere del solo circuito accademico; (ii) trasparenza e monitoraggio, il sito ulabchain.org funge da archivio dinamico della sperimentazione, consentendo agli stakeholder (come FORMEDIL o l'INL) di verificare costantemente l'evoluzione del prototipo DWS; (iii) cultura della sicurezza, questi strumenti promuovono una *blockchain* sociale, dove l'informazione non è solo un dato tecnico, ma un bene comune che responsabilizza il lavoratore e valorizza le sue competenze certificate.

5. Osservazioni conclusive e proposte concrete per il futuro

L'introduzione del sistema DWS delinea un impatto multidimensionale — giuridico, sociale, economico e tecnologico — agendo come catalizzatore per l'innovazione nella prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali. Tale paradigma non soltanto rafforza la compliance normativa, ma consolida il legame fiduciario tra gli stakeholder, favorendo l'effettiva attuazione di disposizioni legislative finora rimaste inesprese, con particolare riferimento al comparto edile. Sotto il profilo operativo, l'adozione di registri digitali certificati consente di innalzare i livelli di sicurezza nei contesti caratterizzati da elevata frammentazione, quali le filiere di appalto e subappalto e ad elevato indice infortunistico. La possibilità di documentare e stratificare in modo immutabile il percorso formativo del lavoratore garantisce una reale affidabilità informativa e portabilità delle competenze durante le transizioni occupazionali, permettendo al contempo un monitoraggio analitico e personalizzato dell'evoluzione dei fabbisogni formativi. L'integrazione di tecniche di machine learning e analisi dei big data abilita inoltre un approccio predittivo: la capacità di correlare statisticamente l'attività formativa all'incidenza infortunistica permette tendenzialmente di ottimizzare la pianificazione degli interventi e di promuovere una cultura della prevenzione basata sull'evidenza. Infine, il sistema genera significative esternalità positive per la pubblica amministrazione e per la collettività nel suo complesso. Da un lato, semplifica l'attività ispettiva e di vigilanza dell'INL, fornendo criteri oggettivi per la selezione delle aziende in base all'affidabilità e alla responsabilità; dall'altro, offre all'INAIL parametri certi per la definizione di modelli di premialità assicurativa. In ultima analisi, la diffusione dell'approccio prevenzionale, la razionalizzazione e

ottimizzazione della formazione per la sicurezza e la contrazione del fenomeno infortunistico si traducono in una riduzione strutturale della spesa sanitaria e previdenziale, con un guadagno di efficienza dei sistemi pubblici digitali.

Il DWS è anche un importante effetto moltiplicatore in quanto costituisce una buona prassi replicabile e scalabile. Il sistema si fonda su un'architettura a due livelli disaccoppiati, dove il dato passa dalla gestione amministrativa alla certificazione tecnologica.

FASE	SOGGETTO	AZIONE E FUNZIONE	TECNOLOGIA E IMPATTO
1. Generazione	FORMEDIL	Erogazione della formazione e gestione dei record nei sistemi legacy.	Database gestionale consolidato.
2. Connessione	API RESTful	Trasferimento sicuro dei dati verso la piattaforma di notarizzazione.	Interfacce sicure e indipendenza tecnologica.
3. Certificazione	DWS (Core)	Creazione di un'impronta crittografica (hash) immutabile del record.	Hyperledger Fabric (Blockchain permissioned).
4. Detenzione	Lavoratore	Titolarità del proprio capitale informativo e portabilità delle competenze.	DWS
5. Verifica	Datore di lavoro / PA	Monitoraggio dinamico della compliance (Art. 2086 c.c.) e della vigilanza.	Compliance digitale e analisi predittiva.

Il diagramma di flusso è il seguente.

FASE 1: LIVELLO GESTIONALE (Input)
FORMEDIL eroga la formazione e registra i dati nel database di settore.
Il record formativo viene preparato per la validazione.
FASE 2: LIVELLO DI NOTARIZZAZIONE (DWS)
Il DWS riceve il dato e genera un <i>digest</i> non invertibile (hash).
Viene apposta una marca temporale certa e immutabile su registro distribuito.
Il processo garantisce l'anonimizzazione dei dati personali tramite <i>hashing</i>.
FASE 3: FRUIZIONE E IMPATTO (Output)
Per il Lavoratore. Portabilità della storia formativa certa durante le transizioni lavorative.
Per il datore di lavoro (Amplia). Verifica immediata della <i>compliance</i> dei subappaltatori e adempimento degli obblighi di sicurezza.
Per le Istituzioni (INL/INAIL): Ottimizzazione della vigilanza e definizione di criteri di premialità assicurativa.

La sperimentazione ha confermato che l'uso della *blockchain* non sostituisce i sistemi esistenti, ma si integra agevolmente con essi e agisce come un registro di notarizzazione distribuito. Questo permette di separare la gestione operativa (in capo a FORMEDIL) dalla prova crittografica della verità del dato (in capo al DWS), assicurando la conformità ai principi di *privacy by design* e alle linee guida europee. L'evidenza dei risultati conseguiti dal progetto attesta come l'implementazione di un'architettura di social *blockchain* applicata alla formazione sulla sicurezza determini ricadute positive di natura sistemica, riconducibili a diverse aree funzionali. In primo luogo, si osserva un sensibile consolidamento della compliance normativa: la natura distribuita e trasparente del registro favorisce lo sviluppo di un clima di fiducia reciproca tra gli *stakeholder*, agendo al contempo da catalizzatore per l'effettiva applicazione di protocolli legislativi precedentemente rimasti inattuati. Tale dinamica si intreccia strettamente con i paradigmi di tracciabilità e portabilità delle competenze; la tecnologia garantisce infatti la persistenza di una memoria storica della formazione — certa, immutabile e ordinata cronologicamente — che agevola la fluidità delle transizioni occupazionali, tutelando il capitale professionale del lavoratore. Sotto il profilo analitico, l'adozione di un approccio rigorosamente *data-driven* permette di superare la mera rendicontazione descrittiva a favore di una prospettiva predittiva. Attraverso l'integrazione di algoritmi di machine learning e sofisticate analisi statistiche, è possibile indagare la correlazione eziologica tra gli interventi formativi e l'incidenza degli infortuni, fornendo basi empiriche per future strategie di prevenzione. Infine, l'impatto

del progetto si estende alla dimensione dell'efficienza pubblica e del *welfare*. La riduzione dei sinistri sul lavoro si traduce in una diretta contrazione della spesa sanitaria e previdenziale, determinando al contempo un'ottimizzazione delle funzioni di vigilanza e monitoraggio affidate a enti preposti quali l'INL e l'INAIL, i quali possono così beneficiare di flussi informativi certificati e costantemente aggiornati.

oooOooo

Con riferimento ai dieci temi giuslavoristici e alle correlate proposte di policy, viene qui di seguito sintetizzato il quadro dei risultati da condividere con il decisore politico e gli attori sociali.

1. CITTADINANZA DIGITALE E AUTODETERMINAZIONE INFORMATIVA
Il DWS trasforma il lavoratore da soggetto passivo a protagonista del proprio capitale informativo professionale.
Idea di Policy. Integrare il DWS nel fascicolo sociale e lavorativo e nella piattaforma SIISL per garantire servizi personalizzati basati sui dati.
Contenuto. Implementare il DWS come strumento primario per la ricomposizione dell'identità digitale del lavoratore, garantendogli la piena titolarità e il controllo del proprio capitale informativo. Il portafoglio deve alimentare automaticamente il fascicolo sociale e lavorativo per superare la frammentazione dei dati tra enti.
Legislazione. Modifica del d.lgs. n. 150/2015 (art. 15) per integrare il DWS come standard di alimentazione del fascicolo elettronico. Attuazione del Data Governance Act (DGA) per favorire il riutilizzo dei dati professionali a fini di interesse pubblico.
2. DIMENSIONE SOGGETTIVA DELLA PROFESSIONALITÀ
La professionalità è intesa come uno <i>status</i> esistenziale che accompagna la persona oltre il singolo contratto.
Idea di Policy. Superare la logica del mero conteggio orario della formazione a favore della certificazione delle competenze effettive (<i>apprendimento permanente</i>).
Contenuto. Transizione dal conteggio orario della formazione (visione statica) alla certificazione delle competenze effettivamente acquisite (<i>learning outcomes</i>). Il DWS deve fungere da <i>portable right</i> che accompagna il lavoratore nelle transizioni tra diverse aziende e settori.
Legislazione. Integrazione del d.lgs. 16 gennaio 2013, n. 13 sul sistema nazionale di certificazione delle competenze. Modifica della disciplina sui fondi interprofessionali e enti bilaterali per includere funzioni di certificazione digitale tramite <i>blockchain</i> .
3. ASSETTI ORGANIZZATIVI ADEGUATI (ART. 2086 C.C.)

L'obbligo di istituire assetti adeguati include oggi l'adozione di tecnologie avanzate per mitigare i rischi.
Idea di Policy. Riconoscere l'adozione del DWS come prova di adempimento diligente, riducendo l'esposizione del datore di lavoro ad azioni di responsabilità e regresso. Contenuto. Definire l'adozione di tecnologie mitiganti (come il DWS) come requisito essenziale per considerare "adeguato" un assetto aziendale, specialmente nella prevenzione di infortuni e tecnopatie. Legislazione. Interpretazione evolutiva o integrazione dell'art. 2086, comma 2, c.c., legando l'adeguatezza organizzativa all'obbligo di adottare strumenti digitali di certificazione della sicurezza.
4. SUPERAMENTO DEI LIMITI DI DURC E CONGRUITÀ
Gli strumenti attuali sono fotografie statiche che non rilevano il lavoro sommerso totale.
Idea di Policy. Utilizzare il DWS come infrastruttura di <i>compliance</i> dinamica per l'interoperabilità tra i <i>dataset</i> di INPS, INAIL e Casse Edili. Contenuto. Trasformare DURC e verifica di congruità da fotografie amministrative statiche a un sistema di monitoraggio dinamico e incrociato dei <i>dataset</i> di INPS, INL, INAIL e Casse Edili. Legislazione. Modifica del D.M. 143/2021 (Congruietà) e delle norme sul DURC online per prevedere l'interoperabilità obbligatoria con registri distribuiti (<i>blockchain</i>).
5. INTELLIGENZA ARTIFICIALE E COMPLIANCE (AI ACT)
Il DWS si configura come uno strumento di IA affidabile ai sensi del Regolamento UE 2024/1689.
Idea di Policy. Promuovere codici di condotta volontari per le aziende che utilizzano algoritmi di valutazione, garantendo la sorveglianza umana e il diritto alla spiegazione. Contenuto. Garantire che l'uso di IA nella valutazione dei rischi rispetti i criteri di trasparenza, sorveglianza umana e diritto alla spiegazione, mitigando i <i>bias</i> discriminatori. Legislazione. Attuazione del Regolamento (UE) 2024/1689 (AI Act) ed esempio di buona prassi per l'Osservatorio sull'IA – di cui alla l. 132/2025.
6. MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA FORMATIVA (ASR 2025)
Il nuovo Accordo Stato-Regioni eleva la verifica degli apprendimenti a snodo strutturale.
Idea di Policy. Rendere il DWS il supporto tecnico obbligatorio per la "notarizzazione" degli attestati, eliminando le certificazioni cartolari o retrodate. Contenuto. Sostituire la documentazione cartacea e le attestazioni meramente formali con record digitali "notarizzati" su <i>blockchain</i>, rendendo nulli gli attestati non tracciati digitalmente.

Legislazione. Recepimento tecnico dell'Accordo Stato-Regioni del 17 aprile 2025, stabilendo che la "formazione efficace" debba essere documentata tramite portafoglio digitale individuale.
7. QUALIFICAZIONE NELLA SUPPLY-CHAIN
La verifica dell'idoneità tecnico-professionale negli appalti è spesso solo documentale.
Idea di Policy. Consentire ai committenti una selezione dei fornitori basata su criteri oggettivi di affidabilità digitale estratti dal DWS.
Contenuto. Fornire ai committenti strumenti oggettivi per la verifica dell'idoneità tecnico-professionale di appaltatori e subappaltatori, prevenendo la <i>culpa in eligendo</i>.
Legislazione. Modifica dell'art. 26 del d.lgs. n. 81/2008, superando l'autocertificazione dei requisiti a favore dell'esibizione di evidenze digitali certe tratte dal DWS.
8. PATENTE A CREDITI E PREMIALITÀ PREVENZIONISTICA
Il sistema della patente a crediti richiede requisiti certi per l'ottenimento e l'incremento del punteggio.
Idea di Policy. Inserire l'utilizzo della tecnologia <i>blockchain</i> del DWS tra i criteri volontari per l'incremento dei crediti della patente.
Contenuto. Utilizzare il DWS come mezzo tecnico per l'ottenimento e l'incremento premiale dei punti della patente, certificando attività formative extra-obbligatorie e investimenti tecnologici.
Legislazione. Integrazione del D.M. 132/2024 (art. 5), inserendo esplicitamente l'adozione di soluzioni <i>blockchain</i> per la sicurezza tra i criteri volontari di incremento del punteggio.
9. PARTECIPAZIONE E BILATERALITÀ
Gli enti bilaterali come FORMEDIL assumono un ruolo centrale nella gestione dematerializzata dei servizi.
Idea di Policy. Rafforzare il ruolo delle parti sociali nella <i>governance</i> dei dati e degli algoritmi attraverso la contrattazione collettiva.
Contenuto. Far evolvere gli enti bilaterali (es. FORMEDIL) da semplici erogatori a nodi qualificati di un ecosistema digitale, responsabili della validazione dei dati su registri distribuiti.
Legislazione. Rafforzamento delle competenze delegate agli organismi paritetici ex art. 51 d.lgs. n. 81/2008, includendo la gestione di infrastrutture digitali certificate per la sicurezza.
10. PRIVACY E PROTEZIONE DEI DATI (GDPR)
Il trattamento di dati personali su <i>blockchain</i> impone il rispetto dei principi di <i>privacy by design</i>.

Idea di Policy. Coordinare l'esercizio dei diritti di cancellazione e rettifica con l'immutabilità della *blockchain*, valorizzando l'uso di impronte crittografiche (*hash*) anziché dati in chiaro.

Contenuto. Regolare il trattamento dei dati personali su *blockchain* attraverso l'uso esclusivo di *hash* crittografici, bilanciando l'immutabilità tecnologica con il diritto all'oblio.

Legislazione. Definizione di linee guida nazionali basate sulle **Guidelines 02/2025 dell'EDPB**, integrando il **Codice Privacy (d.lgs. n. 196/2003)** con specifiche su pseudonimizzazione e conservazione dei dati in forma di impronta crittografica.