

ROBOT COLLABORATIVI, ROBOT E DRONI: IMPATTO DELLA TECNOLOGIA DIGITALE SULLA SSL NELL'AGRICOLTURA E NELLA SILVICOLTURA

Contesto

Il presente documento illustra sinteticamente l'impatto delle nuove tecnologie sulla salute e sicurezza sul lavoro (SSL) nel settore agricolo e si basa sulla relazione dell'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (EU-OSHA) sul futuro dell'agricoltura e della SSL, che offre un'approfondita analisi dei rischi nuovi ed emergenti e del loro impatto sulla SSL nel settore (EU-OSHA, 2020).

Introduzione

I concetti di «digitalizzazione dell'agricoltura» o di «agricoltura intelligente» sono concetti ampi, di cui ci si avvale per fare riferimento agli sviluppi tecnologici digitali che interessano il settore. Tali concetti comprendono l'utilizzo di droni, sensori, sistemi satellitari o GPS, automazione e robotizzazione, big data, Internet delle cose, intelligenza artificiale (IA) e realtà aumentata. Un altro termine di uso comune è «agricoltura 4.0», che riguarda l'agricoltura di precisione o intelligente, in cui il ricorso a una combinazione di tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) e di dispositivi di rilevamento consente un utilizzo mirato di input, al fine di ottimizzare la produzione alimentare e prevenire il degrado ambientale, nonché ottimizza la disponibilità di dati per contribuire alla gestione dell'azienda agricola (Klerkx e Rose, 2020).

L'**agricoltura intelligente** è stata oggetto di grande attenzione all'interno del settore, essendo considerata una delle poche innovazioni che potrebbero potenzialmente determinare un cambiamento di paradigma nella produttività e nell'aumento della produzione alimentare. Mentre le sale di mungitura robotizzate sono in uso già da tempo, sviluppi più recenti, quali le mietitrici robotizzate, i raccoglitori di frutta meccanici e le macchine sarchiatrici, sono soltanto alcuni esempi di quella rivoluzione tecnologica che è in atto nel settore agricolo.

Tuttavia, il settore registra tendenzialmente un ritardo nell'adozione delle tecnologie intelligenti rispetto ad altri settori e la diffusione di tali tecnologie non è uniforme, dal momento che la loro applicazione interessa prevalentemente aziende agricole di grandi dimensioni, pratiche agricole o colture specifiche e talune regioni europee.

Impatto dell'agricoltura intelligente e della digitalizzazione sulla SSL

Quello agricolo e silvicolo è già uno dei settori di attività più pericolosi. Tuttavia, le nuove tecnologie possono potenzialmente migliorare la SSL del settore. Grandi potenzialità in termini di rafforzamento della sicurezza e della salute sul lavoro sono offerte dall'**integrazione delle caratteristiche di sicurezza, salute ed ergonomia nello sviluppo e nella progettazione** delle tecnologie agricole intelligenti e nella progettazione dell'assetto aziendale e delle colture e dei processi e degli impianti di gestione degli animali. Nei paragrafi che seguono si considererà il potenziale dell'agricoltura intelligente ai fini del miglioramento della SSL nel settore, ma anche i nuovi rischi che potrebbero emergere se l'introduzione delle nuove tecnologie digitali non fosse gestita in maniera efficace.

Agricoltura intelligente e miglioramenti in materia di SSL

Gli sviluppi in materia di agricoltura intelligente sono potenzialmente in grado di ridurre i fattori di rischio per la salute e la sicurezza sul lavoro e di migliorare l'ambiente lavorativo.

Le soluzioni tecnologiche introdotte grazie all'agricoltura intelligente hanno potenzialità in termini di riduzione del carico di lavoro **sostituendo il lavoro con il capitale** e minimizzando l'esposizione al rischio. Alcuni esempi in tal senso sono illustrati in Noguchi (2013) riguardo alla produzione agricola e in Jago et al. (2013) con riferimento alla produzione lattiero-casearia. La sostituzione della manodopera elimina il rischio di infortuni sul lavoro, migliorando in tal modo la SSL, come ad esempio accade per la raccolta meccanica delle colture (ad esempio, patate e frutta), la mungitura automatizzata del bestiame da latte e la tecnologia delle abbattitrici forestali.

L'adozione di tecnologie quali le telecomunicazioni, l'automazione e l'agricoltura di precisione ⁽¹⁾ favorirà **sistemi di gestione più efficienti** (compresi i sistemi di gestione del tempo), aumenterà la redditività delle aziende agricole, ridurrà al minimo gli impatti ambientali negativi e rafforzerà la sostenibilità della produzione agricola, migliorando al contempo le norme in materia di SSL.

Le soluzioni di agricoltura intelligente possono semplificare i sistemi di lavoro e **migliorare la gestione del controllo dei processi e dei sistemi di sicurezza**. Questo migliorerà l'organizzazione del lavoro e conseguentemente determinerà una serie di migliorie in termini di salute e sicurezza sul lavoro. Tuttavia, permangono sfide da affrontare in molti settori dell'agricoltura, a causa dell'irregolarità e dell'imprevedibilità dell'ambiente di lavoro (suolo, topografia, colture e bestiame, condizioni meteorologiche, ecc.), il che rende il «rilevamento» particolarmente impegnativo (Wang, C., 2013). Un passaggio intermedio sarà molto probabilmente l'uso della «co-robotica», ossia la progettazione di robot destinati a lavorare a fianco dei lavoratori umani svolgendo compiti semplici, mentre gli esseri umani continueranno a svolgere le azioni più complesse e delicate (Downing, 2018).

Come già osservato con l'adozione di tecnologie come i sistemi di mungitura automatizzati, **l'equilibrio tra vita privata e vita lavorativa** dei lavoratori del settore agricolo **è destinato a migliorare**, dal momento che gli interessati saranno in grado di gestire e controllare macchine e sistemi virtualmente, cioè a distanza e in momenti diversi. A titolo d'esempio, si può citare il monitoraggio degli ambienti di allevamento di pollame e suini tramite telefono cellulare, il controllo a distanza tramite telecamera per monitorare il bestiame in prossimità del parto o l'impiego di sistemi di irrigazione automatizzati per stabilire quando e dove irrigare e con quale apporto di acqua (Wang, D. et al., 2013).

La **prevenzione dei disturbi muscolo-scheletrici (DMS)** grazie ai miglioramenti ergonomici sarà uno dei principali vantaggi dell'introduzione delle tecnologie intelligenti nel settore dell'agricoltura e della silvicoltura, essendo i disturbi muscolo-scheletrici una delle patologie più comuni di cui soffrono gli agricoltori (Osborne et al., 2012).

Figura 1. Drone agricolo

I sistemi intelligenti di irrorazione di precisione (ad esempio, i droni per l'irrorazione a distanza o i dispositivi



robotizzati operanti sui campi) possono irrorare a distanza e ridurre la quantità di sostanze chimiche utilizzate, offrendo l'opportunità di **ridurre l'esposizione professionale alle sostanze pericolose**, come i pesticidi, e di attenuare l'impatto di tali sostanze sull'ambiente. I dispositivi di irrorazione di precisione, in taluni casi, possono ridurre l'uso di pesticidi fino all'80-90 % (Wipro, 2019). Alcune tecnologie intelligenti in fase di sviluppo, come la tecnologia per estirpare le erbe infestanti oppure la tecnologia di diserbo tramite laser, eliminano completamente l'uso dei pesticidi.

Le nuove tecnologie offriranno inoltre l'opportunità di **migliorare la sicurezza di macchinari e veicoli**, ad esempio tramite sensori di coppia, sensori tattili e di pressione, sensori di velocità massima in condizioni di sicurezza e di prossimità, rilevatori e telecamere ambientali e pulsanti di arresto di emergenza (Vasconez et al., 2019).

Le tecnologie impiegate nell'ambito della zootecnia di precisione offrono enormi potenzialità in termini di **miglioramento della sicurezza del bestiame**. Approcci innovativi, come l'uso di biosensori per la gestione della salute degli animali, stanno ottenendo il giusto riconoscimento (Steenefeld et al., 2015). La zootecnia di precisione può agevolare il controllo delle mandrie e ridurre i compiti fisici ripetitivi, come la mungitura e il foraggiamento, semplificando al contempo il monitoraggio degli animali (ad esempio, i problemi di surriscaldamento e di salute).

⁽¹⁾ Un concetto di gestione agricola che si avvale di tecnologie digitali per monitorare e ottimizzare i processi di produzione agricola.

Le nuove tecnologie di monitoraggio intelligente potrebbero migliorare la sicurezza e la salute nel settore agricolo e silvicolo, in particolare tramite l'impiego di dispositivi intelligenti indossabili, come gli *smartwatch* e i dispositivi di protezione individuale (DPI) intelligenti (EU-OSHA, 2020).

Oltre a migliorare la sicurezza nella silvicoltura grazie a macchinari più intelligenti e digitalizzati, come le abbattenti-allestatrici, l'utilizzo di **cunei di abbattimento controllabili da remoto** può ridurre i rischi durante le operazioni di abbattimento. Anche se il loro utilizzo non è ancora diffuso, è molto probabile un loro impiego più frequente in futuro, dal momento che l'impatto dei cambiamenti climatici rende necessario abbattere un maggior numero di alberi danneggiati o morenti.

Sono inoltre attualmente in fase di sviluppo app e tecnologie digitali nuove e perfezionate atte a **registrare e gestire i rischi per la sicurezza (dell'azienda agricola) e a sostenere la formazione in materia di SSL**, quali, ad esempio, strumenti specifici di individuazione dei pericoli, strumenti di valutazione del rischio e audit in materia di SSL e diversi dispositivi di simulazione di guida dei trattori a fini di addestramento ⁽²⁾.

Rischi in materia di SSL derivanti dalle tecnologie agricole intelligenti

Le nuove tecnologie dovranno essere valutate per stabilire se comportano **rischi nuovi o aggiuntivi sul lavoro**.

Secondo la *UK Robotics and Autonomous Systems Network* (UK-RAS Network, 2018), nell'immediato futuro, per garantire la sicurezza, sarà necessaria la supervisione umana dei robot agricoli, almeno fino al raggiungimento di una maggiore autonomia da parte della tecnologia.

Figura 2. App di agricoltura intelligente



Nell'ambito delle app e delle tecnologie agricole intelligenti figurano veicoli autonomi, dispositivi di decorticazione e taglio, sistemi automatici di irrorazione, tecnologie di taglio laser e droni. In assenza di un'efficace gestione collettiva, l'impiego di più sistemi operanti contemporaneamente nella stessa area del campo e in presenza dei lavoratori, potrebbe creare rischi di schiacciamento, collisione, tagli e ustioni, come pure possibili problemi di stress derivanti dalla paura di incidenti provocati dalle tecnologie autonome. I cosiddetti «cobot» rappresenteranno molto probabilmente la prima tappa intermedia nell'ambito degli sviluppi robotici nel settore agricolo (Huelke, 2016).

Pur offrendo la possibilità di rafforzare la sicurezza, le nuove tecnologie comporteranno anche una riduzione del carico di lavoro e del numero di lavoratori necessari per svolgere alcuni lavori agricoli. Questo potrebbe far **aumentare il numero di lavoratori che operano in condizioni di isolamento** nell'ambito del settore agricolo e silvicolo, i quali, in assenza di una supervisione diretta, saranno maggiormente a rischio. Le aziende agricole potrebbero inoltre essere tentate di fare affidamento esclusivamente su soluzioni tecnologiche a buon mercato per svolgere funzioni di sorveglianza e supporto in caso di emergenza, anziché sulla compresenza dei lavoratori.

L'introduzione di nuove tecnologie automatizzate in ambito agricolo e silvicolo è associata a problematiche psicosociali quali **la monotonia e lo stress**. Gli agricoltori provano stress e frustrazione per il malfunzionamento dei sistemi automatizzati durante le fasi iniziali di applicazione, ad esempio, in caso di falsi allarmi, e i lavoratori più anziani provano stress a causa dell'introduzione delle nuove tecnologie (Holte et al., 2018; Karttunen et al., 2016; Lunner-Kolstrup et al., 2018). Il lavoro monotono può presentare ulteriori rischi di natura psicosociale. La diversificazione delle mansioni è fondamentale sia nell'ambito delle attività agricole che di quelle silvicole, affinché gli operatori non siano costretti a rimanere in posizioni fisse azionando

⁽²⁾ Tra gli esempi figurano il simulatore di ribaltamento del trattore dell'Istituto nazionale spagnolo per la sicurezza e la salute sul lavoro (INSST) e l'Università di Cartagena (<https://www.insst.es/~tu-vida-sin-vuelcos>) e il simulatore di guida del trattore del dipartimento dell'Agricoltura, dell'ambiente e degli affari rurali dell'Irlanda del Nord (<https://www.daera-ni.gov.uk/news/minister-poots-launches-nis-first-tractor-driving-simulators>).

macchinari per lunghi periodi di tempo, aumentando il rischio di disturbi muscolo-scheletrici e patologie cardiovascolari.

La pirateria informatica e le interferenze potrebbero divenire in futuro una vera minaccia per la sicurezza. Secondo uno studio statunitense (DHS, 2018), nell'ambito dell'agricoltura intelligente è necessario gestire una serie di rischi, quali, ad esempio, il potenziale furto di dati riservati, attacchi ransomware a danno dei sistemi, turbative alla produzione agricola e minacce all'integrità del bestiame. Inoltre, un trattore robotizzato potrebbe essere hackerato e andare fuori controllo e qualcuno potrebbe deliberatamente interferire con i robot, sia per «divertimento» che con intenti malevoli.

Il controllo delle prestazioni e dei ritmi di lavoro della manodopera tramite le nuove tecnologie indossabili, se non correttamente attuato, potrebbe dar luogo a preoccupazioni di natura etica e contribuire allo stress dei lavoratori. Un rischio ancora maggiore si profilerebbe per le attività in cui i lavoratori agricoli sono monitorati in funzione di un parametro proporzionale alle loro prestazioni, come avviene, ad esempio, nel settore ortofrutticolo. Tuttavia, in tale contesto, l'impatto potrebbe essere potenzialmente positivo, a patto di garantire un'efficace gestione tramite la contrattazione collettiva e tenuto conto del fatto che i lavoratori stagionali sono già monitorati in base alla quantità di frutta che raccolgono. Queste tecnologie potrebbero apportare un valore aggiunto in termini di salute e sicurezza, in presenza di sistemi di monitoraggio in grado di controllare e valutare aspetti come lo stress da calore e i movimenti ripetitivi.

Raccomandazioni

La formazione deve tenere il passo con il progresso tecnologico e occorrerà inoltre adeguare **la formazione in materia di salute e sicurezza** al fine di integrarvi l'utilizzo delle tecnologie digitali, dei robot e dell'intelligenza artificiale.

Sarà inoltre necessario adeguare **le tecniche di valutazione del rischio** alle nuove tecnologie, come i robot e i cobot, con particolare riferimento all'IA e alla trasparenza del processo decisionale, per evitare rischi di danni provocati da malintesi/errori di interpretazione tra l'IA e i lavoratori umani (EU-OSHA, 2018).

Fin dalle prime fasi occorrerà integrare **gli aspetti connessi alla salute e alla sicurezza sul lavoro nello sviluppo e nella progettazione** di nuove attrezzature e tecnologie agricole di precisione e intelligenti, nonché nell'assetto delle aziende agricole e delle colture, al fine di eliminare o ridurre i rischi. Un rigoroso approccio di «prevenzione attraverso la progettazione», a integrazione di un approccio di «progettazione incentrata sull'utente/lavoratore», è stato inoltre individuato in una relazione dell'EU-OSHA sulla digitalizzazione della SSL (EU-OSHA, 2018).

Tuttavia, l'impatto positivo delle nuove tecnologie e dei nuovi macchinari su salute e sicurezza sul lavoro resterà limitato finché non sarà accompagnato dallo sviluppo di una **reale cultura di prevenzione** nel settore. La gestione dell'azienda agricola sarà al centro di questa cultura della prevenzione, unitamente alla formazione, all'istruzione, ai servizi di consulenza e di divulgazione e alle attività di sensibilizzazione.

La **ricerca in materia di SSL nel settore agricolo e silvicolo** dovrebbe essere inclusa nel programma di ricerca Orizzonte Europa. I campi di ricerca potrebbero essere collegati alla priorità della politica agricola comune (PAC) della digitalizzazione del settore agricolo e potrebbero includere la ricerca sui cobot agricoli e l'integrazione di considerazioni di sicurezza, ergonomiche e psicosociali o sui DPI indossabili intelligenti per la protezione dei lavoratori del settore agricolo.

Conclusioni

In sintesi, esiste un enorme potenziale per l'utilizzo di soluzioni tecnologiche (tra cui l'agricoltura intelligente) intese a ridurre i fattori di rischio in materia di SSL nel settore agricolo e silvicolo. Tuttavia, **l'agricoltura intelligente non offrirà soluzioni immediate per la salute e la sicurezza** nel settore. La principale sfida ancora da affrontare è l'effettiva adozione di tali tecnologie, che è associata a variabili quali il reddito e le dimensioni dell'azienda agricola, l'età e il livello d'istruzione degli agricoltori, l'usabilità della tecnologia specifica e il sostegno a livello industriale e divulgativo agli agricoltori. Con l'adozione delle tecnologie occorrerà inoltre migliorare il livello delle competenze (e della formazione) dei lavoratori, per tenere il passo con i cambiamenti.

Molti miglioramenti in materia di SSL derivanti dalle nuove tecnologie tendono a essere conseguenze degli sviluppi intesi ad aumentare la produttività e i margini di profitto del settore, piuttosto che obiettivi diretti di SSL. Nondimeno, tali sviluppi offrono comunque un vero potenziale per migliorare l'ambiente di lavoro, in particolare quando integrano fin dall'inizio tecniche efficaci di valutazione del rischio e principi di «prevenzione attraverso la progettazione», evitando in tal modo qualsiasi impatto indesiderato.

Riferimenti bibliografici

- DHS (Dipartimento per la sicurezza nazionale) (2018) *Threats to precision agriculture*, Dipartimento per la sicurezza nazionale, Stati Uniti. Disponibile al seguente indirizzo: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/2018%20AEP_Threats_to_Precision_Agriculture.pdf
- Downing, J., «Next-generation mechanization. New advances in image-recognition technology and robotics are reducing the need for manual labor — and potentially herbicides as well», in *California Agriculture*, vol. 72, n. 2, 2018, pagg. 102-104.
- EU-OSHA (Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro) (2018), *Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025*, relazione dell'Osservatorio europeo dei rischi. Disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>
- EU-OSHA (Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro, (2020a), *Review of the future of agriculture and occupational safety and health (OSH): foresight on new and emerging risks in OSH*. Disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/future-agriculture-and-forestry-implications-managing-worker-safety-and-health/view>
- EU-OSHA (Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro) (2020b), *Smart personal protective equipment: intelligent protection for the future*. Disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/smart-personal-protective-equipment-intelligent-protection-future/view>
- Holte, K. A., Follo, G., Kjestveit, K. e Stræte, E. P. (2018), «Agriculture into the future: new technology, new organisation and new occupational health and safety risks?», in *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association*, Springer, Cham, Svizzera, pagg. 404-413.
- Huelke, M. (2018), «Collaborating robots», OSHwiki. Disponibile al seguente indirizzo: https://oshwiki.eu/wiki/Collaborating_robots.
- Jago, J., Eastwood, C., Kerrisk, K. e Yule, I., «Precision dairy farming in Australasia: adoption, risks and opportunities», in *Animal Production Science*, vol. 53, n. 9, 2013, pagg. 907-916.
- Karttunen, J. P., Rautiainen, R. H. e Lunner-Kolstrup, C., «Occupational health and safety of Finnish dairy farmers using automatic milking systems», in *Frontiers in Public Health*, vol. 4, 2016, pag. 147.
- Klerkx, L. e Rose, D., «Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?», in *Global Food Security*, vol. 24, 2020 (<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>).
- Lunner-Kolstrup, C., Hörndahl, T. e Karttunen, J. P., «Farm operators' experiences of advanced technology and automation in Swedish agriculture: a pilot study», in *Journal of Agromedicine*, vol. 23, n 3, 2018, pagg. 215-226 (<https://doi.org/10.1080/1059924X.2018.1458670>).
- Noguchi, N., «Agricultural infotronic systems», in Zhang, Q. e Pierce, F. J. (a cura di), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices*, CRC Press, 2013, pagg. 15-39.
- Osborne, A., Blake, C., Fullen, B. M., Meredith, D., Phelan, J., McNamara, J. e Cunningham, C., «Prevalence of musculoskeletal disorders among farmers: a systematic review», in *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 55, n. 2, 2012, pagg. 143-158.
- Steenefeld, W., Hogeveen, H. e Lansink, A. O., «Economic consequences of investing in sensor systems on dairy farms», in *Computers and Electronics in Agriculture* vol. 119, 2015, pagg. 33-39 (<https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.10.006>).
- UK-RAS Network (UK Robotics and Autonomous Systems Network), *Agricultural robotics: the future of robotic agriculture*, 2018. Disponibile al seguente indirizzo: <https://arxiv.org/pdf/1806.06762.pdf>
- Vasconez, J. P., Kantor, G. A. e Cheein, F. A. A., «Human-robot interaction in agriculture: a survey and current challenges» in *Biosystems Engineering* vol. 179, 2019, pagg. 35-48.
- Wang, C., «Worksite management for precision agricultural production», in Zhang, Q. e Pierce, F.J. (a cura di), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices*, CRC Press, 2013, pp. 343-366.

Wang, D., O'Shaughnessey, S. A. e King, B., «Automation irrigation management with soil and canopy sensing», in Zhang, Q. e Pierce, F.J. (a cura di), *Agricultural Automation — Fundamentals and Practices*, CRC Press, 2013, pp. 295-322.

Wipro, *Towards future farming: how artificial intelligence is transforming the agriculture industry*, 2019. Disponibile al seguente indirizzo: <https://www.wipro.com/holmes/towards-future-farming-how-artificial-intelligence-is-transforming-the-agriculture-industry/>

Autori: Alun Jones – CIHEAM (Centro internazionale di alti studi agronomici mediterranei), Martina Jakob, PhD – Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) (membro SACURIMA), John McNamara, PhD – Teagasc (Autorità irlandese per lo sviluppo agricolo e alimentare) (vicepresidente SACURIMA).

Gestione del progetto: Annick Starren, Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (EU-OSHA).

© Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro, 2021. Riproduzione autorizzata con citazione della fonte.

La presente relazione è stata commissionata dall'Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (EU-OSHA). I suoi contenuti, incluse le opinioni e/o conclusioni formulate, appartengono esclusivamente agli autori e non riflettono necessariamente la posizione dell'EU-OSHA.