



Università degli Studi di Udine

Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura



Friuli Innovazione

DA 4.2 - ALLEGATO 1

**Mappatura delle esigenze formative delle PMI nella regione
transfrontaliera**

Prof. Marco Sortino, PhD

Ing. Emanuele Vaglio, PhD

Sommario

1. Sommario	4
2. Elaborazione del questionario.....	4
3. Analisi dei risultati del questionario.....	5
3.1 Additive Manufacturing	8
3.2 Robotica.....	14
3.3 Industrial Internet of Things.....	19
4. Conclusioni	26
Materiale supplementare	28

1. Sommario

Friuli Innovazione promuove, attraverso il progetto Techmology, il rafforzamento della filiera della mobilità nella regione transfrontaliera. L'obiettivo è quello di creare le precondizioni affinché le imprese, soprattutto le più piccole e a conduzione artigianale, mantengano la propria competitività attraverso l'attuazione della trasformazione digitale e l'uso delle tecnologie innovative.

In questo lavoro, le imprese manifatturiere della regione transfrontaliera sono state intervistate attraverso un questionario appositamente concepito e focalizzato sui temi della produzione per addizione (stampa 3D), della robotica e delle metodologie di Industrial Internet of Things (IIoT), al fine di individuare le competenze emergenti richieste tessuto produttivo locale. L'indagine ha permesso di rilevare lo stato attuale della richiesta e dell'offerta formativa nel territorio di riferimento e di delineare il percorso di sviluppo auspicato dai protagonisti stessi della rivoluzione industriale in atto.

2. Elaborazione del questionario

Il questionario prodotto è composto da quattro parti: la sezione introduttiva, e tre sezioni dedicate alle tecnologie di interesse per il progetto, ovvero la manifattura additiva, la robotica e le metodologie IIoT. Tale suddivisione è stata concepita al fine di promuovere un'agevole compilazione da parte delle aziende, ed ottenere così una maggiore probabilità di partecipazione da parte delle stesse, oltre che una maggiore attenzione ed accuratezza nelle risposte fornite.

La sezione introduttiva è finalizzata alla profilazione dell'azienda mediante la raccolta di informazioni essenziali per la contestualizzazione delle risposte, dalla quale non è possibile

prescindere per un'accurata ed approfondita analisi.

Le successive sezioni, focalizzate invece sulla valutazione del livello di conoscenza e interesse delle aziende nei confronti delle tecnologie oggetto dell'indagine, si articolano in una parte introduttiva, in cui viene definito il livello di confidenza dell'impresa con gli strumenti tipici delle tecnologie, ed una parte di approfondimento. Lo schema analitico che caratterizza quest'ultima è stato definito attraverso l'elaborazione di una strategia di indagine mirata da un lato alla determinazione delle figure professionali idonee all'impiego dalle tecnologie innovative già disponibili nelle imprese manifatturiere, e dall'altro alla rilevazione delle esigenze effettive delle stesse aziende.

La metodologia di stesura individuata deriva dall'approccio "Activity Based", il quale ha permesso di definire le attività inerenti a ciascuna tecnologia di interesse, di risalire alle figure professionali di riferimento e quindi stabilire lo stato attuale e desiderabile della loro disponibilità e preparazione, secondo lo schema esemplificato in Tabella 1. Il rapporto tra questi due livelli definisce infatti il livello di interesse per la figura professionale in questione e le esigenze formative dell'azienda. Ad ogni modo, è stato chiesto anche esplicitamente alle aziende di descrivere l'effettivo livello di interesse verso attività di formazione specifiche, così da poter stabilire l'urgenza delle esigenze formative, e valutare l'intenzione di demandare il soddisfacimento delle stesse ad enti terzi.

Il questionario è stato elaborato in formato digitale per facilitarne la trasmissione e la compilazione, e per agevolare la successiva elaborazione dei dati.

3. Analisi dei risultati del questionario

Allo studio hanno partecipato 46 aziende, delle quali 27 italiane e 19 slovene. Come

Tabella 1: Esempificazione dello schema “Activity based” applicato per la redazione del questionario di rilevazione delle esigenze formative delle aziende manifatturiere sui temi della manifattura additiva, della robotica e delle metodologie IOT.

	Figure di riferimento	Core competencies
Additive Manufacturing	Operatore macchina	Sa usare la macchina Manutenzione (Macchina ed ausiliari) Sicurezza
	Progettista	Sa progettare un componente per essere stampato in 3D Conosce le alternative tecnologiche
	Ingegnere di processo	Utilizzare SW CAM Ottimizzazione processo (compreso trattamenti e post-processing) Controllo qualità
Robotica	Progettista di sistema	Effettua valutazioni di opportunità nell'inserimento di robot in linee Tempi e metodi Alternative tecnologiche Normativa di impiego (ergonomia, sicurezza) Progettazione meccanica di sistemi integrati Definizione dotazione sensoriale
	Programmatore	Programmare il robot Linguaggi di programmazione Gestione delle eccezioni Mette il robot in condizioni di effettuare con ripetibilità una determinata attività
	Operatore collaborativo	Sa lavorare insieme al robot Manutenzione ordinaria robot
	Manutenzione robot	Sa effettuare riparazione di robot Definizione del piano di manutenzione
Industrial Internet of things	Esperto di sensorizzazione	Sa selezionare e posizionare i sensori industriali idonei per un certo tipo di attività
	Esperto di automazione	Sa programmare le macchine Sa come interconnettere i sistemi di automazione con i sistemi di raccolta dati
	Programmatore di dispositivi IOT	Sa programmare/configurare dispositivi Gateway con diverse tecnologie per la raccolta dati
	Esperto di infrastrutture	Sa progettare e mettere in opera un sistema di raccolta dati on-premise o cloud Sa utilizzare strumenti database Configurazione ed utilizzo macchine server
	Esperto di analisi dati	Machine learning
	Esperto di dashboard	Usabilità ed interfacce grafiche Strumenti di dashboarding (Power BI, Grafana)
	Esperto di processi aziendali digitali	Adattamento dei processi aziendali a tecnologie IOT Revisione dei processi di decisione basati sui dati Revisione modelli di business

auspicato, il campione è costituito principalmente da micro e piccole imprese con fatturato compreso tra 1 e 2 milioni di euro (Fig. 1-2), anche se non manca la rappresentanza delle imprese di medie dimensioni, che costituiscono la maggioranza del campione sloveno (Fig. S1-S2). Il campione italiano è costituito da imprese che operano in molteplici settori industriali, anche se si evidenzia la dominante presenza di imprese dei settori navale, automotive e aerospaziale. Il campione sloveno è invece costituito quasi esclusivamente da aziende dei settori automotive e automazione. Complessivamente, dunque, l'indagine si estende alla maggior parte dei settori industriali di interesse territoriale, ma risulta di particolare rilevanza per i settori automotive, automazione e navale (Fig. 3).

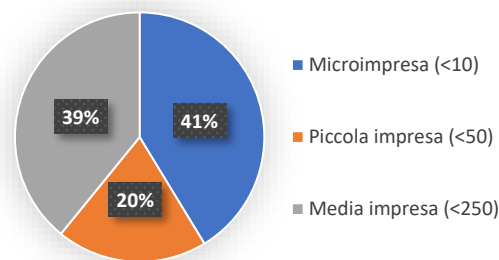


Figura 1: Numero di dipendenti medio annuale delle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

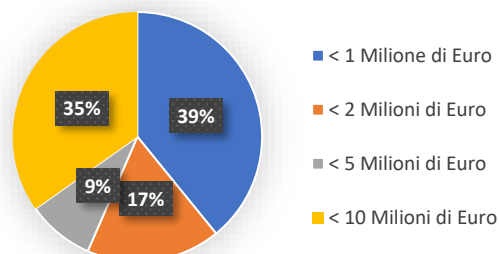


Figura 2: Fatturato annuo delle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

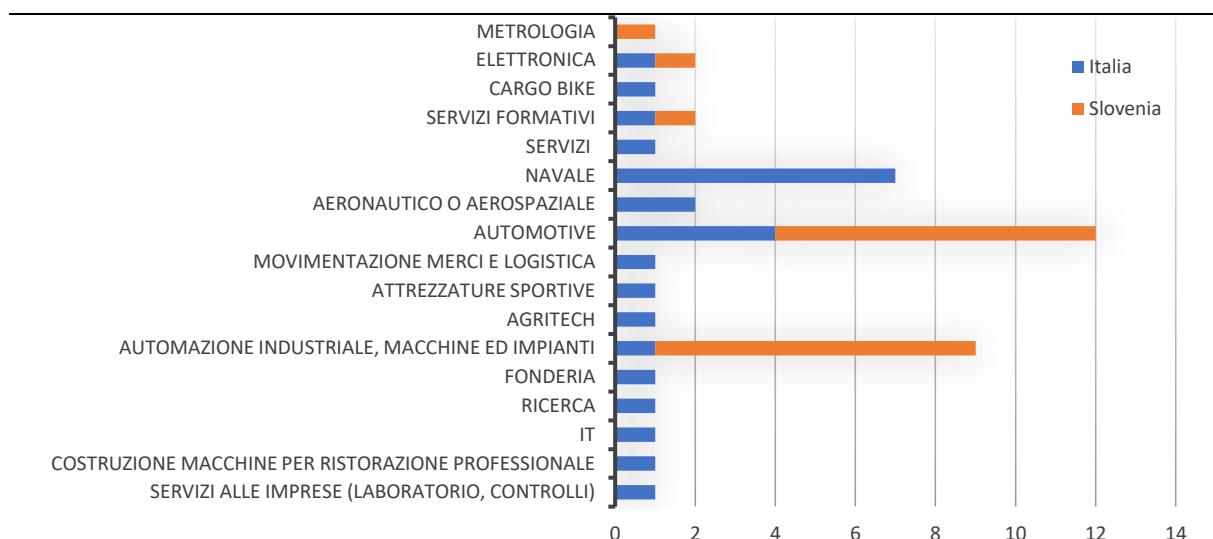


Figura 3: Settore industriale delle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

3.1 Additive Manufacturing

Complessivamente, quasi 2 aziende su 3 si sono dichiarate interessate alle tecnologie di manifattura additiva (Fig. 4), anche se si rilevano significative differenze a livello locale (Fig. S3). Infatti, la maggioranza assoluta del campione italiano si è dichiarato interessato a queste tecnologie, mentre una minima parte si è dichiarato non interessato o non ha risposto. Al contrario, solo il 42% del campione sloveno si è dichiarato interessato, mentre la componente maggioritaria si è dichiarata non interessata o non ha risposto. Questo risultato dipende presumibilmente dal settore industriale di appartenenza delle imprese coinvolte nello studio, ed alla tipologia specifica di prodotto realizzato.

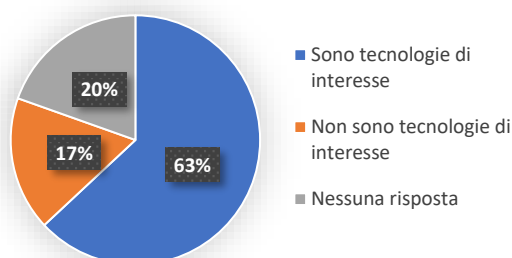


Figura 4: Interesse per la stampa 3D manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

L'interesse delle aziende per la manifattura additiva è risultato inerente a quasi tutti i possibili ambiti di applicazione, tra i quali spiccano però la realizzazione di ricambi da pezzo fisico, parti caratterizzate da un elevato rapporto resistenza/peso e parti ad elevata complessità geometrica (Fig. 5). Analizzando i due campioni disgiuntamente, si rileva l'interesse delle aziende italiane per la produzione di componenti ad elevato tasso di personalizzazione, e l'interesse delle aziende slovene per la produzione di componenti con canali di raffreddamento conformati e scambiatori di calore (Fig. S4).

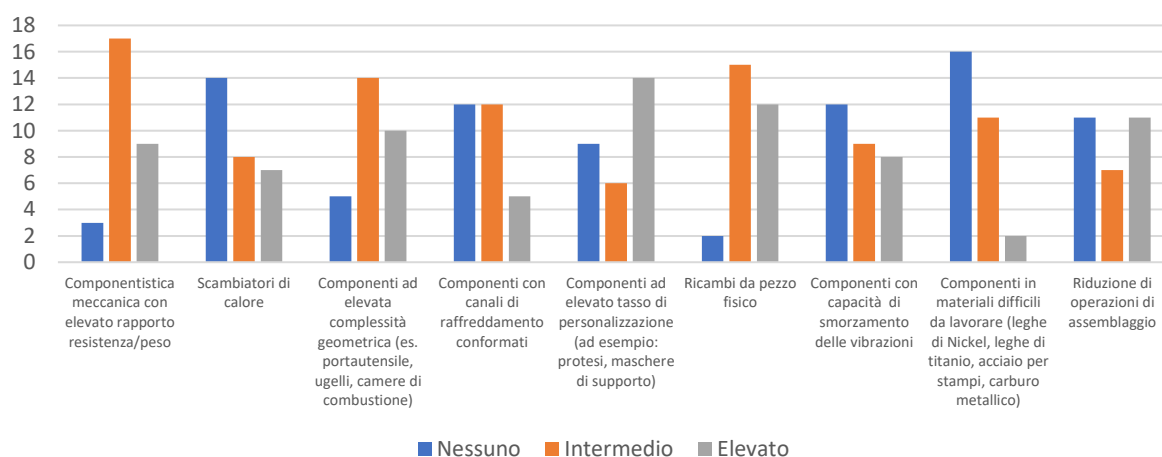


Figura 5: Grado di interesse per diversi ambiti di potenziale applicazione delle tecnologie di stampa 3D.

I materiali di interesse per le aziende che si rivolgono alla manifattura additiva sono molteplici. In generale, spicca l'interesse per le plastiche, le resine, le leghe di alluminio, gli acciai e i materiali compositi a matrice metallica (Fig. 6). Un'azienda esprime particolare interesse per le leghe di zinco (ZAMAK). Il campione italiano è caratterizzato da una distribuzione bimodale rispetto all'interesse per l'uso di leghe metalliche più avanzate, quali le leghe di titanio, nichel, cobalto-cromo e rame. Ciò si deve presumibilmente alla diversificazione dei settori industriali di appartenenza. Al contrario, le aziende slovene risultano poco interessate all'uso di questi ultimi materiali (Fig. S5).

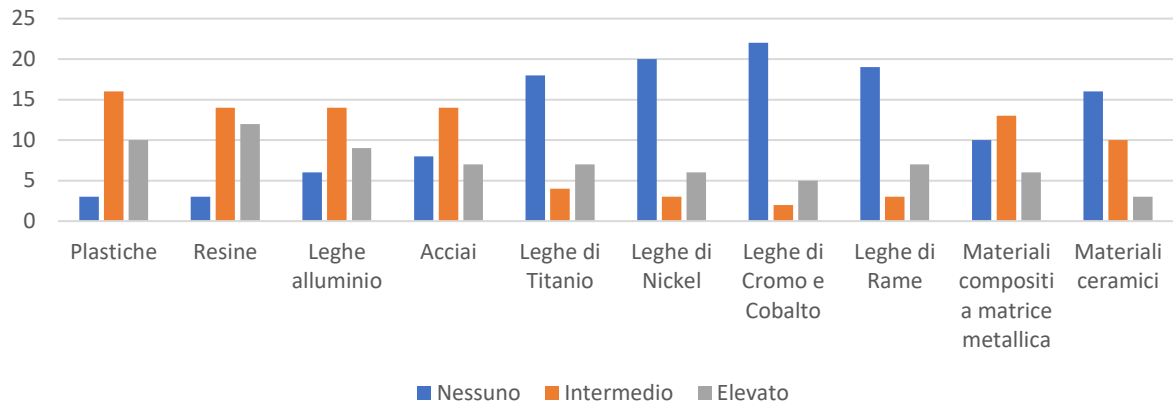


Figura 6: Grado di interesse per diversi materiali.

Tra gli interessati alla manifattura additiva si registra tuttavia una ridotta familiarità con le tecnologie e i software per la stampa 3D. Le competenze tecniche degli intervistati risultano infatti per lo più nozionistiche e superficiali (Fig. 7-8). Solo un limitato numero di aziende italiane dichiara di possedere competenze avanzate per l'uso di alcune tecnologie additive, riferendosi prevalentemente a quelle più semplici e diffuse. Al contrario, neanche un'azienda

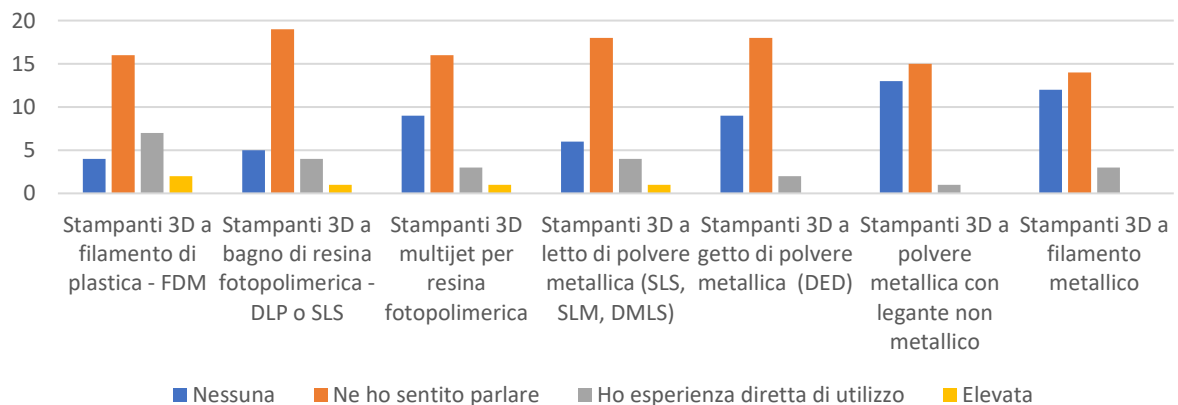


Figura 7: Livello di familiarità con diverse tecnologie di stampa 3D.

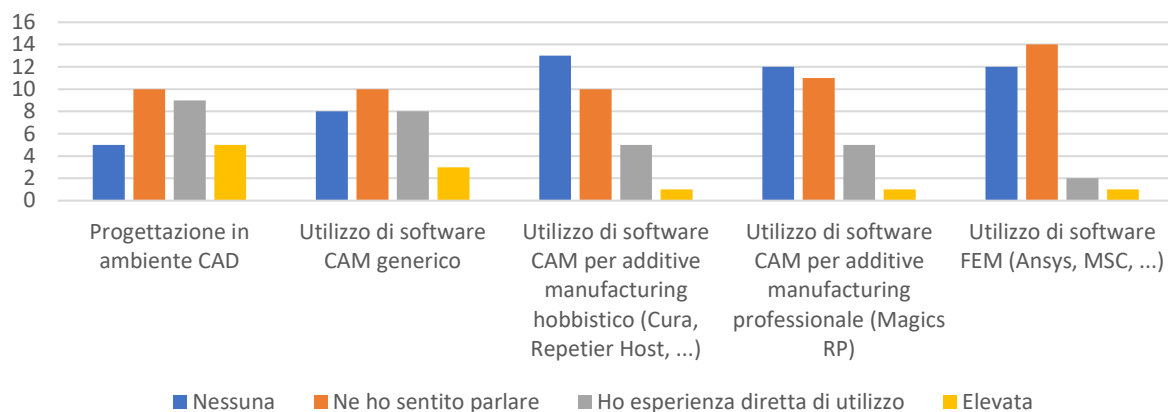


Figura 8: Livello di familiarità con diversi ambienti software.

slovena dichiara di possedere le competenze per l'impiego industriale della manifattura additiva. Similmente, l'utilizzo di software in ambito manifatturiero si limita per lo più ai tradizionali CAD e CAM, e l'attuale disponibilità di figure professionali in grado di svolgere attività correlate alla manifattura additiva è spesso nulla o minima sia nelle aziende italiane che slovene (Fig. S6-S7). In tal senso si riscontra inoltre una debole volontà di incrementare significativamente il numero di operatori specializzati nel prossimo futuro, e per lo più le figure professionali di interesse sono gli operatori macchina e i tecnologi di processo. Nonostante ciò, le aziende manifestano un significativo interesse per attività di formazione, soprattutto in relazione all'uso delle macchine e alla progettazione di prodotti e processi (Fig. 9-15).

Il quadro delineato potrebbe essere indicativo della volontà delle aziende operanti in alcuni settori particolari di introdurre le tecnologie additive nel proprio sistema produttivo, e ricorrere a risorse umane già disponibili per coprire le nuove esigenze operative indotte dalla disponibilità di nuove tecnologie. Per quanto limitata, questa direzione di sviluppo sarebbe comunque un sintomo premonitore del raggiungimento di uno stadio di maturazione mai visto in precedenza in questo settore.

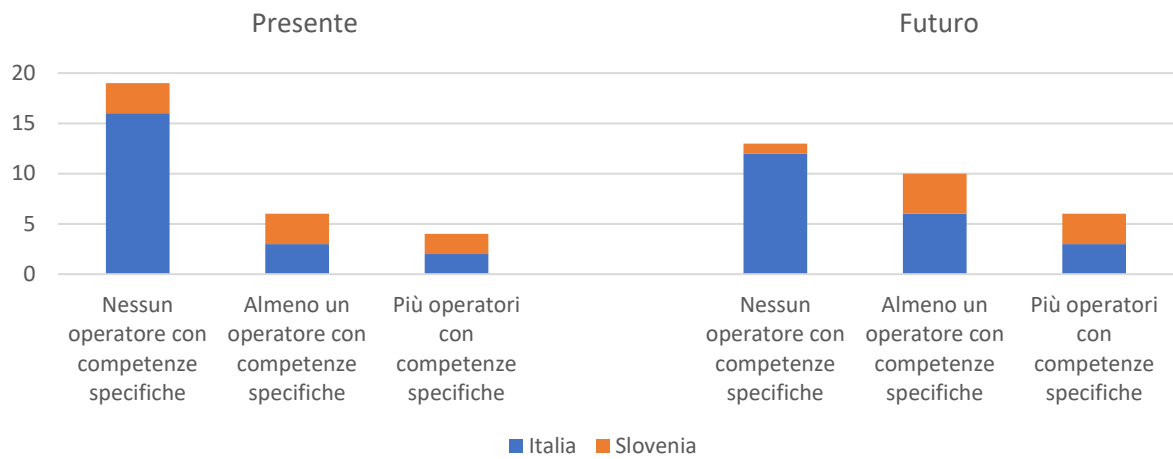


Figura 9: Numero di operatori in grado di operare con macchine di stampa 3D di livello industriale.

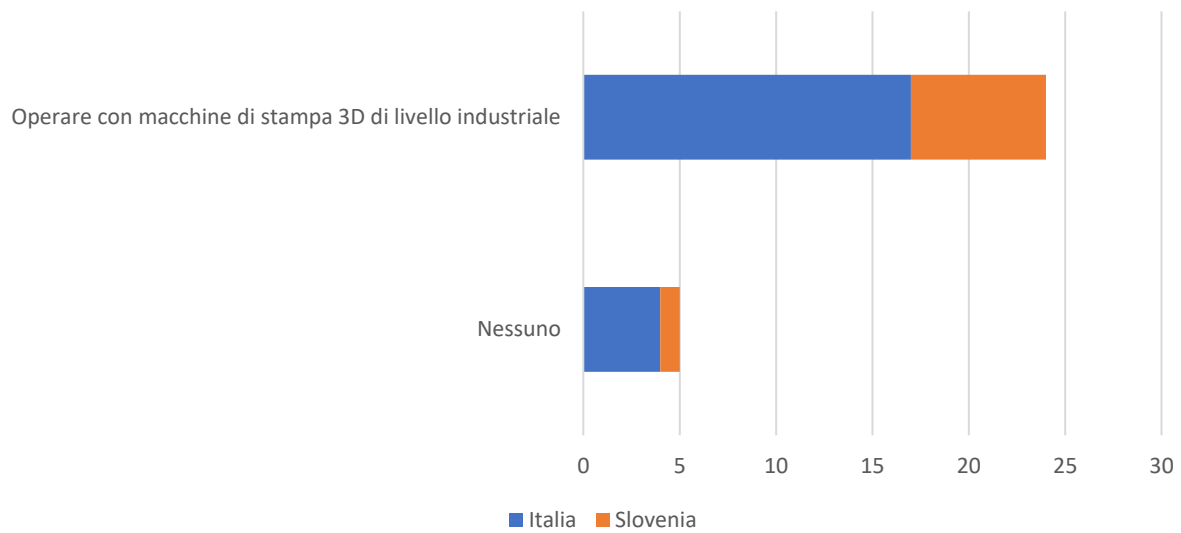


Figura 10: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione degli operatori macchina.

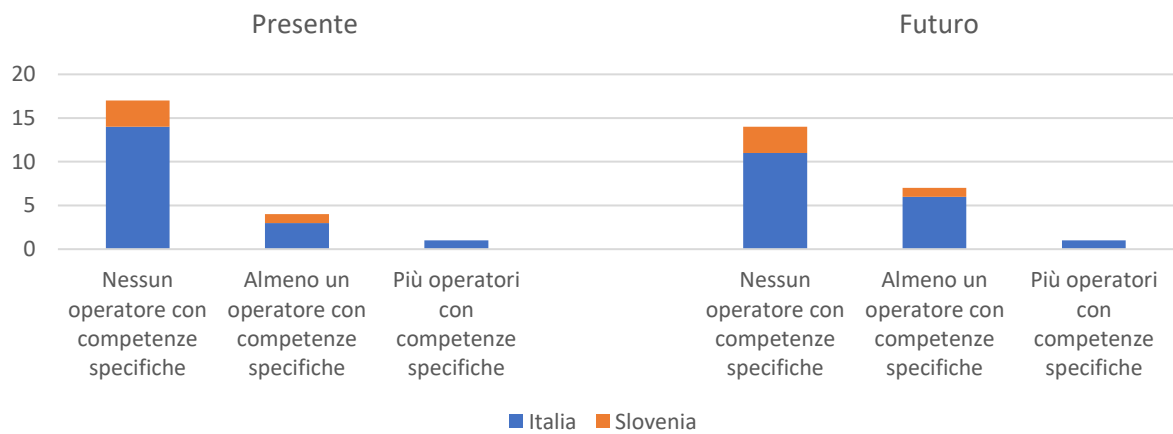


Figura 11: Numero di operatori in grado di progettare componenti idonei per essere stampati in 3D.

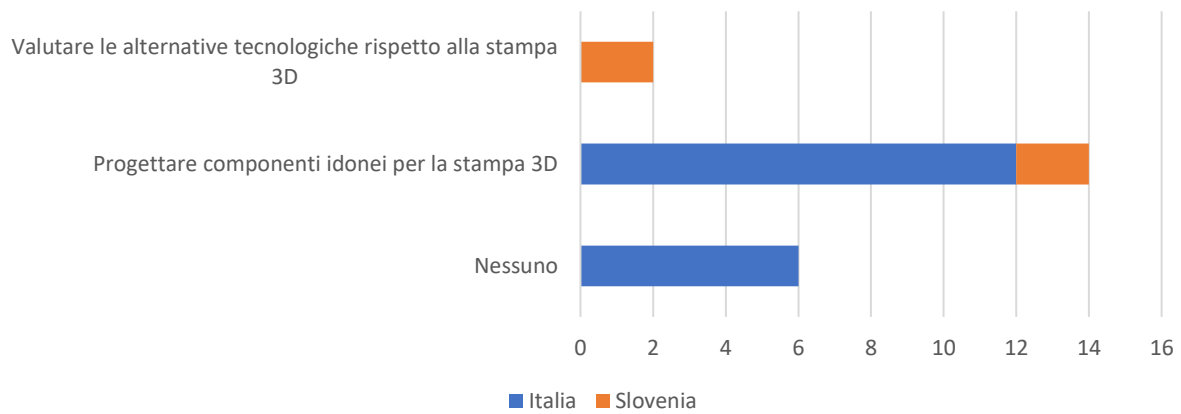


Figura 12: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di progettisti.

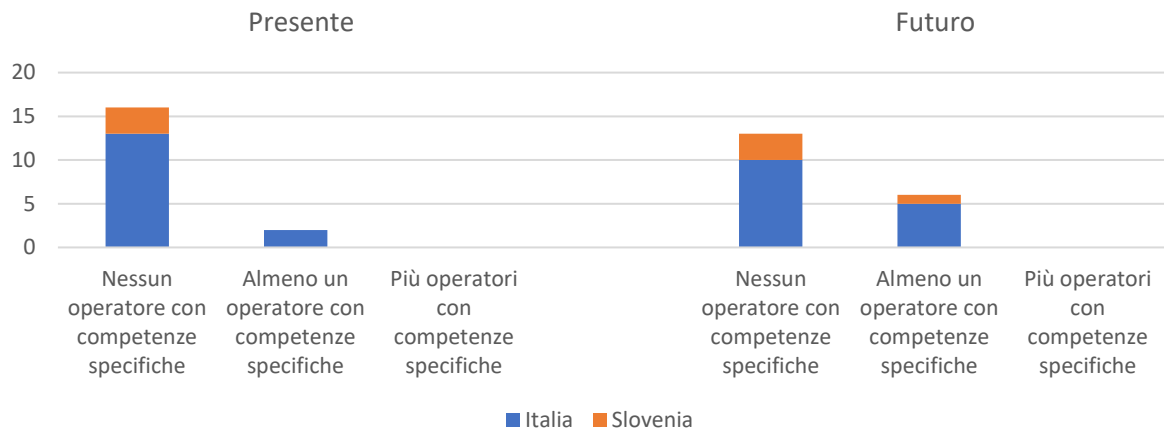


Figura 13: Numero di operatori in grado di utilizzare software di livello industriale per la stampa 3D (ad esempio Materialise Magics RP, Autodesk NetFabb)

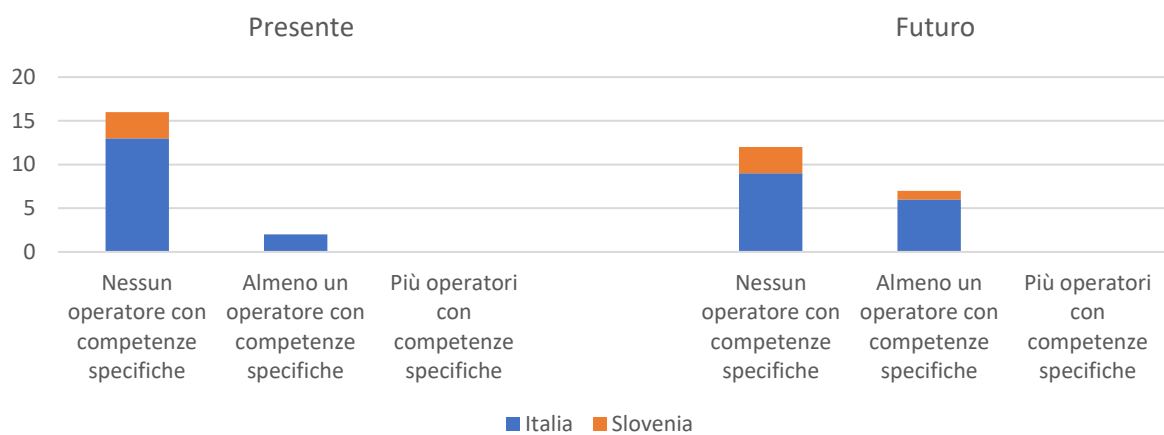


Figura 14: Numero di operatori in grado di ottimizzare il processo industriale di stampa 3D (ottimizzazione dei supporti, orientazione parte, parametri di stampa, ...) ed includendo anche le fasi di post-processo (trattamenti termici, trattamenti di finitura,...)

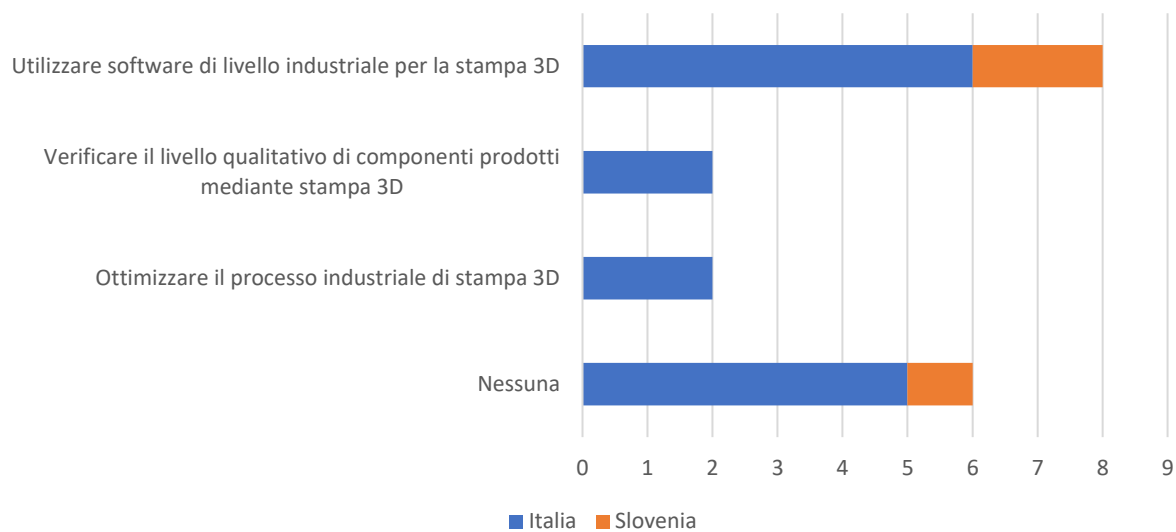


Figura 15: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di tecnologi.

3.2 Robotica

L'interesse per la robotica industriale è risultato decisamente più contenuto di quello riscontrato per la manifattura additiva. Complessivamente, solo 1 aziende su 3 si è dichiarata interessata alle tecnologie robotiche (Fig. 16), e minime differenze si sono riscontrate tra il campione italiano e quello sloveno (Fig. S8).

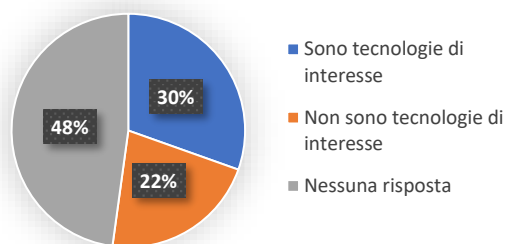


Figura 16: Interesse per la robotica manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

L'interesse delle aziende per le tecnologie robotiche è risultato inerente a quasi tutti i possibili ambiti di applicazione, tra i quali spiccano però la movimentazione di carichi pesanti, l'ausilio

degli operatori, le manutenzioni remotizzate, il controllo della qualità e l'assemblaggio di componenti (Fig. 17). I risultati del campione italiano e sloveno sono sostanzialmente uniformi, sebbene si osservi una maggiore frequenza del livello di interesse elevato nel campione italiano, mentre le aziende slovene indicano prevalentemente livelli di interesse intermedi (Fig. S9).

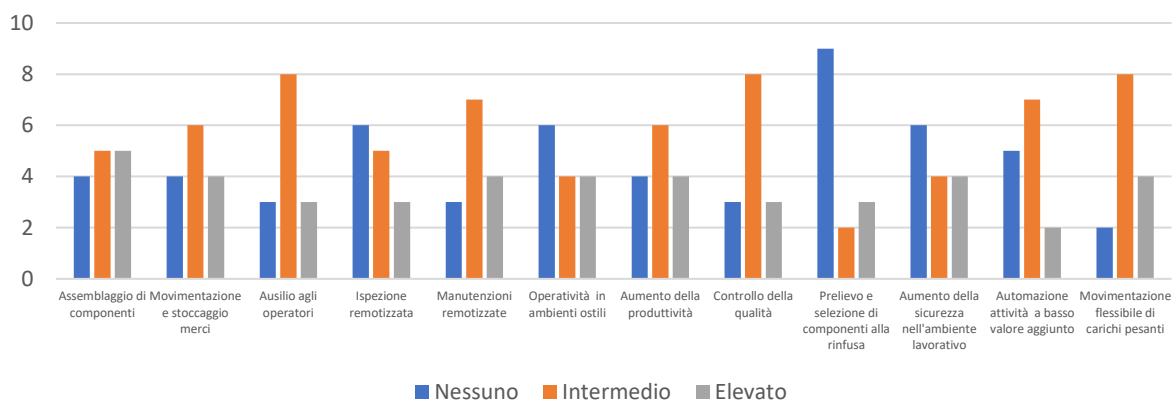


Figura 17: Livello di interesse per diversi ambiti di applicazione delle tecnologie robotiche.

Le tecnologie di interesse per le aziende che si rivolgono alla robotica sono molteplici, anche se spicca l'interesse sistemi di controllo visivo automatico, i robot collaborativi, i magazzini automatici e i carrelli a guida autonoma (Fig. 18). I risultati del campione italiano e sloveno

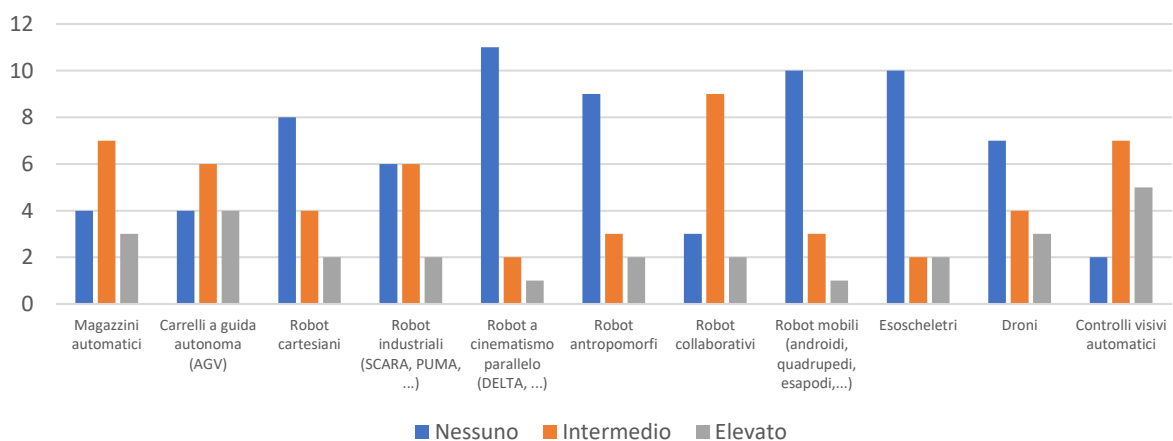


Figura 18: Livello di interesse per diverse tecnologie robotiche.

sono sostanzialmente uniformi, sebbene si osservi un maggiore interesse delle aziende italiane per le apparecchiature più avanzate, quali i robot antropomorfi e i robot mobili, mentre le aziende slovene manifestano un sorprendente interesse per gli esoscheletri (Fig. S10). Ciò nonostante, tra gli intervistati si registra una limitata familiarità con le tecnologie robotiche, soprattutto in relazione ai robot a cinematismo parallelo, i robot antropomorfi, i robot cartesiani e i robot industriali tipo SCARA e PUMA (Fig. 19). Ancora una volta, le aziende italiane dichiarano competenze leggermente più avanzate rispetto a quelle slovene (Fig. S11).

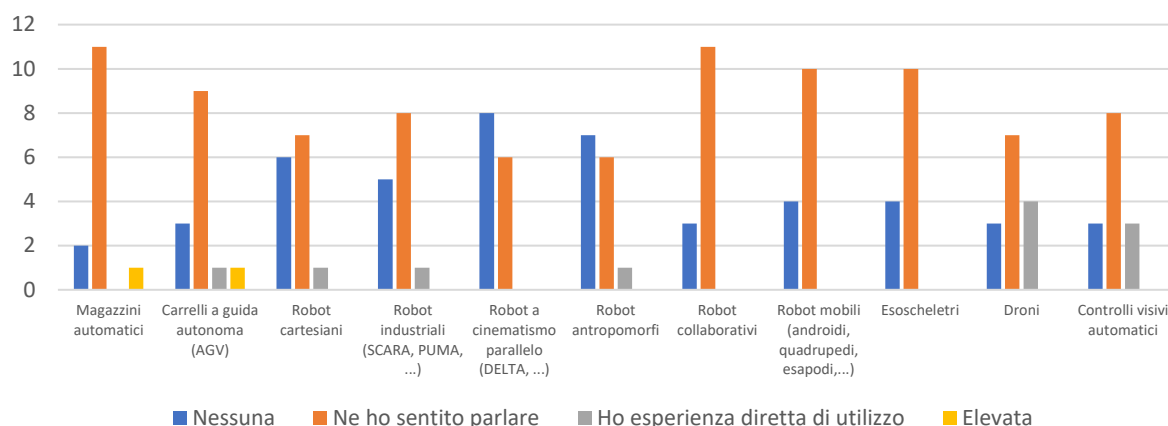


Figura 19: Livello di familiarità con diverse tecnologie robotiche.

Questi risultati evidenziano il ritardo dell'industria transfrontaliera nell'impiego dei robot, e fanno emergere l'esigenza di promuovere l'avvicinamento delle aziende a queste tecnologie agevolando l'accessibilità delle macchine e la diffusione del know-how. A riprova di ciò si osserva che l'attuale disponibilità nelle aziende di figure professionali in grado di svolgere attività correlate alle tecnologie robotiche è spesso nulla o minima sia in termini di progettisti di sistemi, che di programmatori e operatori. Tuttavia, anche in questo caso si riscontra una debole volontà di incrementare significativamente il numero di operatori specializzati nel prossimo futuro. Nonostante ciò, le aziende manifestano un significativo interesse per attività

di formazione, soprattutto in relazione alle competenze necessarie per valutare l'opportunità di inserimento di dispositivi robotici nei sistemi produttivi confrontando le alternative tecnologiche (Fig. 20-25).

Il quadro delineato potrebbe essere espressione della volontà di molteplici aziende intervistate di valutare la compatibilità dei sistemi robotici con le proprie realtà produttive, e costituire un passaggio propedeutico essenziale per una significativa trasformazione del tessuto industriale nel medio termine.

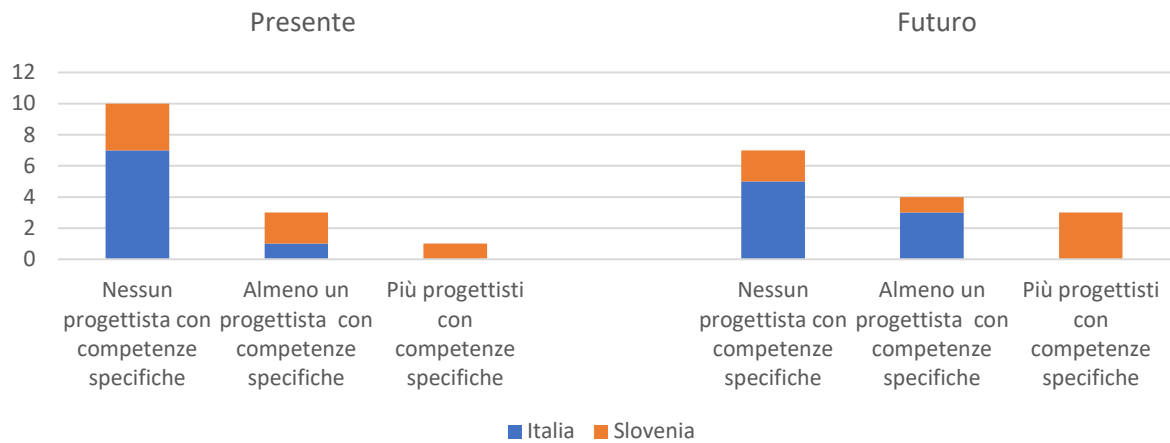


Figura 20: Numero di progettisti in grado di progettare sistemi integrati con dispositivi robotici inclusa la dotazione sensoriale necessaria e aspetti di sicurezza.

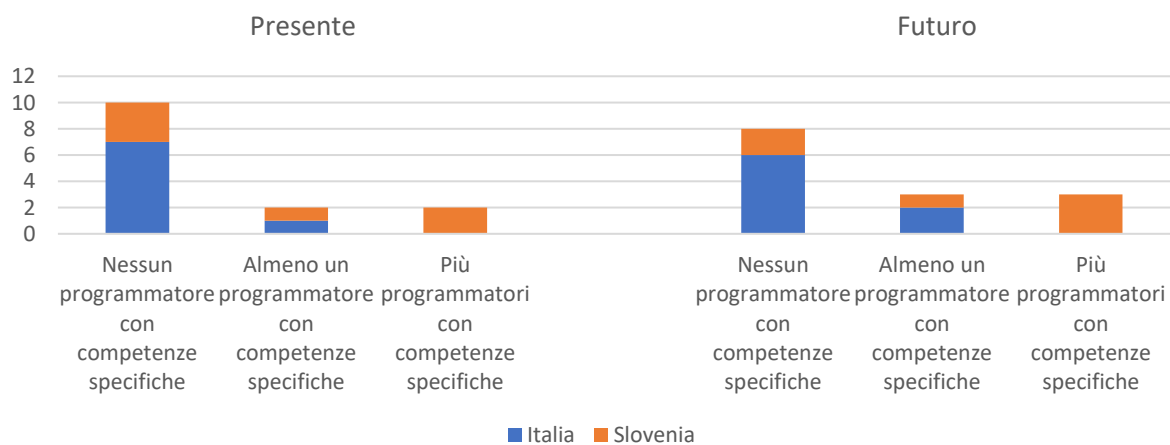


Figura 21: Numero di programmatori di sistemi robotici.

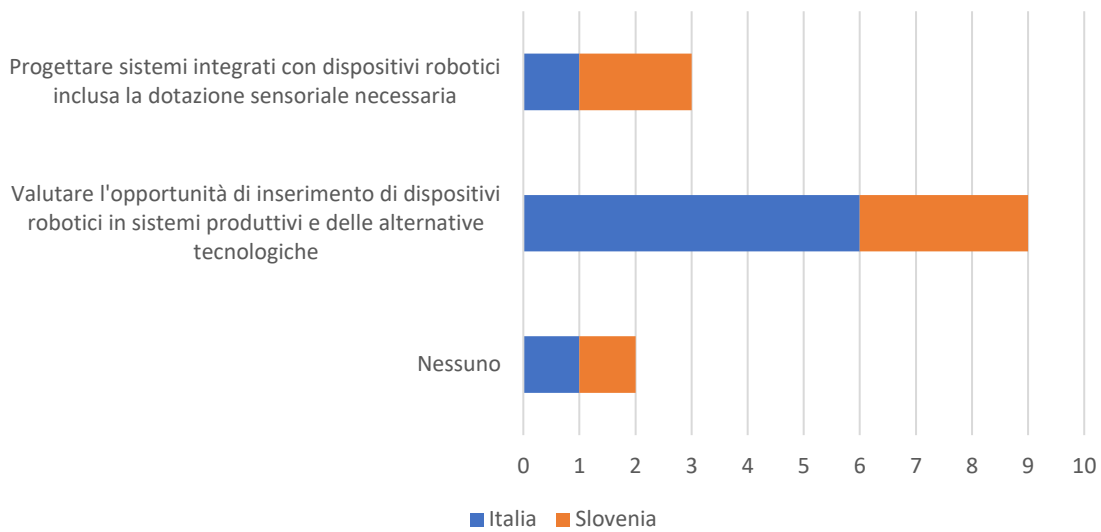


Figura 22: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di progettisti di sistema.

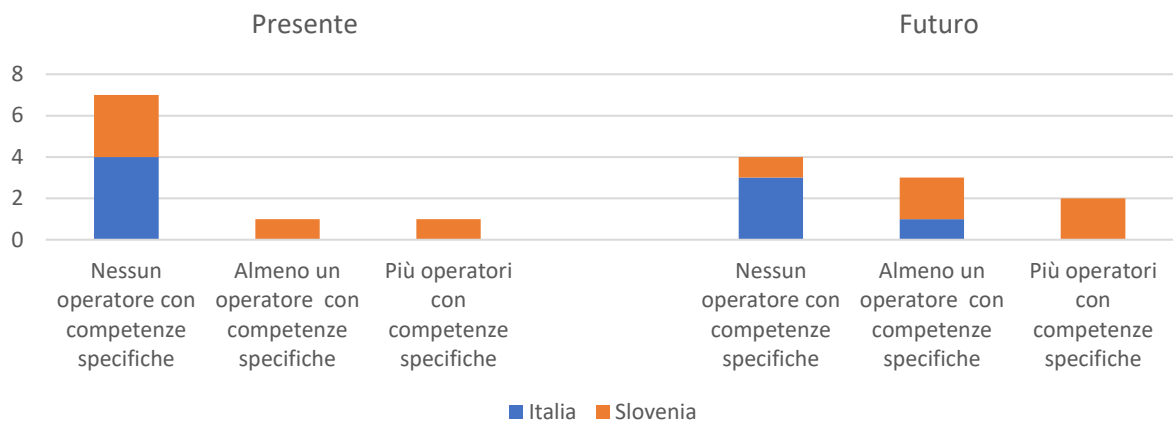


Figura 23: Numero di operatori con competenze adeguate per collaborare con sistemi robotici effettuando operazioni ordinarie di manutenzione.

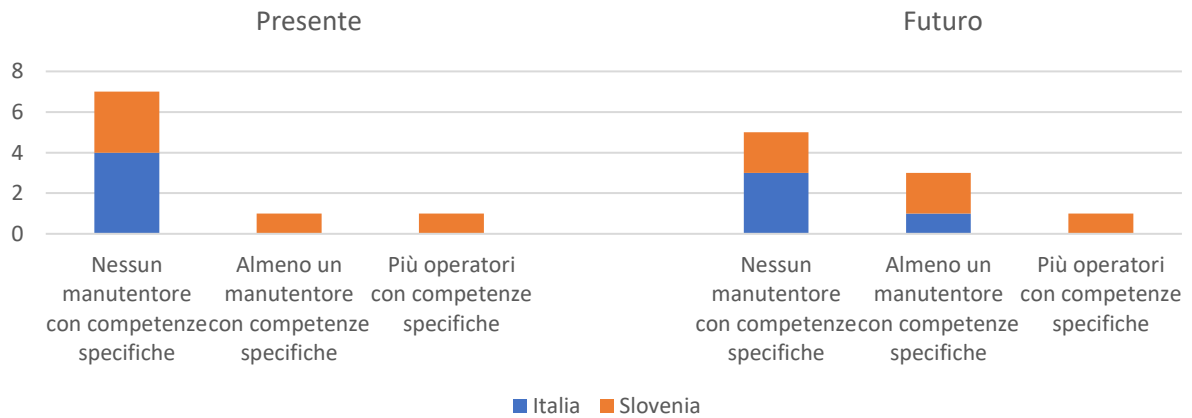


Figura 24: Numero di manutentori di sistemi robotici per operazioni di manutenzione non ordinarie.

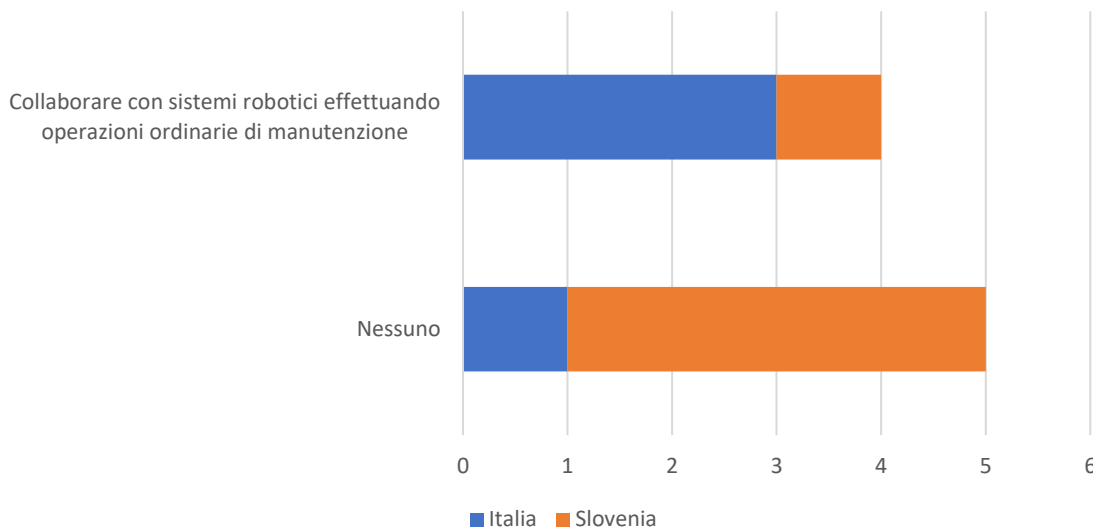


Figura 25: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di operatori.

3.3 Industrial Internet of Things

Infine, solo 1 aziende su 4 ha dichiarato interesse in merito all'Industrial Internet of Things (Fig. 26), anche se si rilevano significative differenze a livello locale. Infatti, il gruppo delle aziende che guardano favorevolmente a queste tecnologie comprende appena il 15% del campione italiano, ma ben il 37% del campione sloveno (Fig. S12).

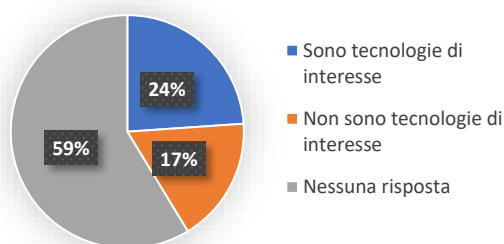


Figura 26: Interesse per l'Industrial Internet of Things manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario.

L'interesse delle aziende per l'Industrial Internet of Things è risultato inerente a tutte le tecnologie considerate (Fig. 27). Analizzando i dati in relazione alla provenienza geografica

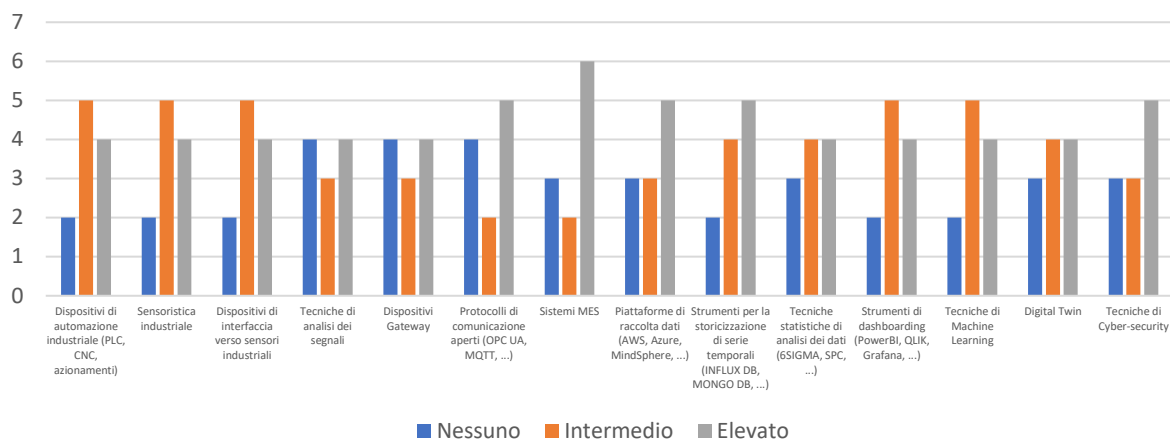


Figura 27: Livello di interesse per diverse tecnologie di Industrial Internet of Things.

degli intervistati si nota una significativa differenza metodologica nell'impiego di questi strumenti. Le aziende italiane dimostrano infatti un interesse a tutto tondo per le diverse tecnologie, mentre le aziende slovene sembrano avere un approccio più segmentato (Fig. S13). Lo stesso si può dire anche in relazione agli ambiti di applicazione, che appaiono tutti di interesse per gli intervistati (Fig. 28), sebbene ancora una volta le aziende italiane dimostrino un approccio sistematico, mentre le aziende slovene appaiono orientate verso il perseguimento di obiettivi più specifici e particolari (Fig. S14).

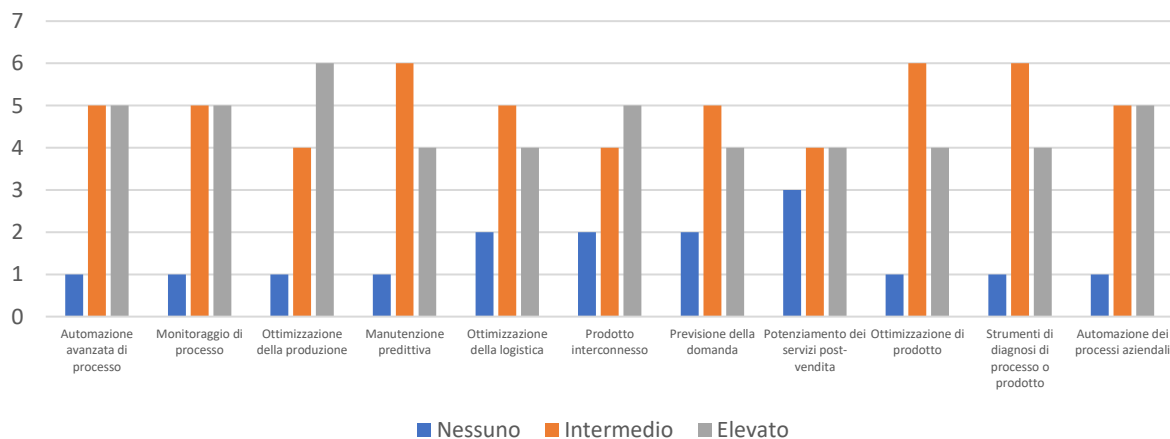


Figura 28: Livello di interesse per diversi ambiti di applicazione dell'Industrial Internet of Things.

Questi risultati evidenziano il consolidamento del percorso di digitalizzazione che le aziende hanno intrapreso negli ultimi anni, anche grazie alla spinta promotrice dei programmi di sviluppo regionali, nazionali e comunitari. A riprova di ciò si osserva un notevole livello di confidenza con le tecnologie IIoT (Fig. 29), e che l'attuale disponibilità nelle aziende di figure professionali in grado di svolgere attività correlate con l'IIoT è significativa sia in termini di tecnologi, che di programmatori ed esperti di infrastrutture. Più limitata risulta invece la disponibilità di analisti ed esperti di processi aziendali, ai quali è affidato il compito di conformare le tecnologie alle esigenze e agli standard delle realtà aziendali.

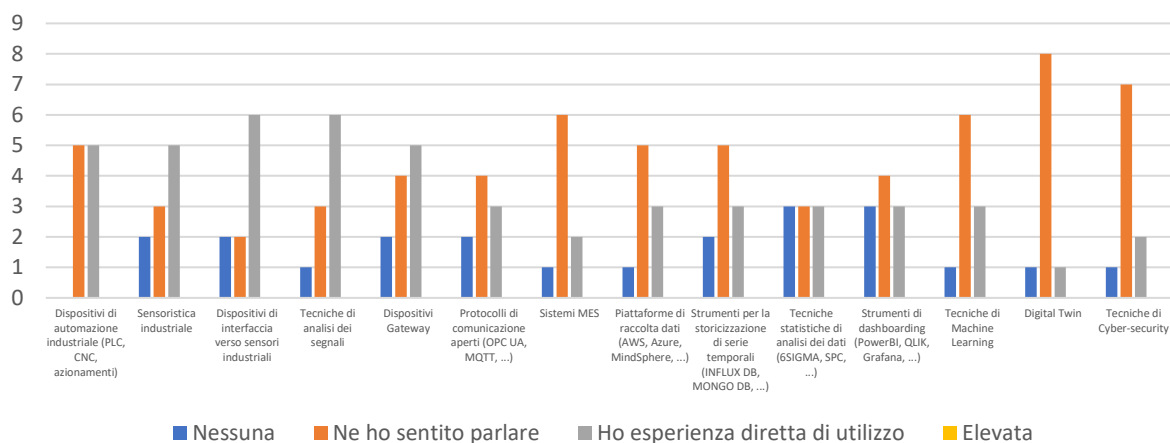


Figura 29: Livello di familiarità con diverse tecnologie di Industrial Internet of Things.

Ciò nonostante, si riscontra l'intenzione di incrementare ulteriormente la presenza in azienda di figure professionali implicate nell'applicazione delle tecnologie IIoT nel prossimo futuro, ad eccezione degli esperti di processi aziendali, la cui disponibilità sembra mantenersi stabile. Analogamente, si registra in generale un grande interesse da parte delle aziende per attività di formazione, soprattutto finalizzate all'acquisizione di competenze per l'identificazione di soluzioni sensoriali specifiche per applicazione ed interfacciamento con i dispositivi di automazione; la configurazione di infrastrutture di rete, protocolli di comunicazione,

dispositivi gateway e piattaforme (on-premise o cloud) per la raccolta dei dati e l'amministrazione server; l'interazione con sistemi MES ed ERP. Al contrario, appare contenuto l'interesse per attività di formazione rivolte ad analisti ed esperti dei processi aziendali (Fig. 30-42).

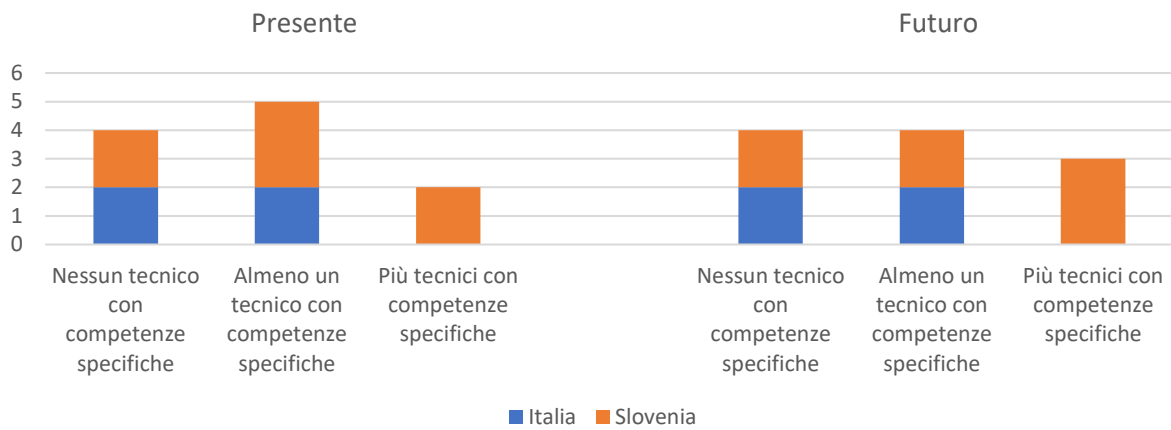


Figura 30: Numero di tecnici con competenze adeguate per identificare soluzioni sensoriali industriali specifiche per applicazione ed interfacciamento con i dispositivi di automazione.

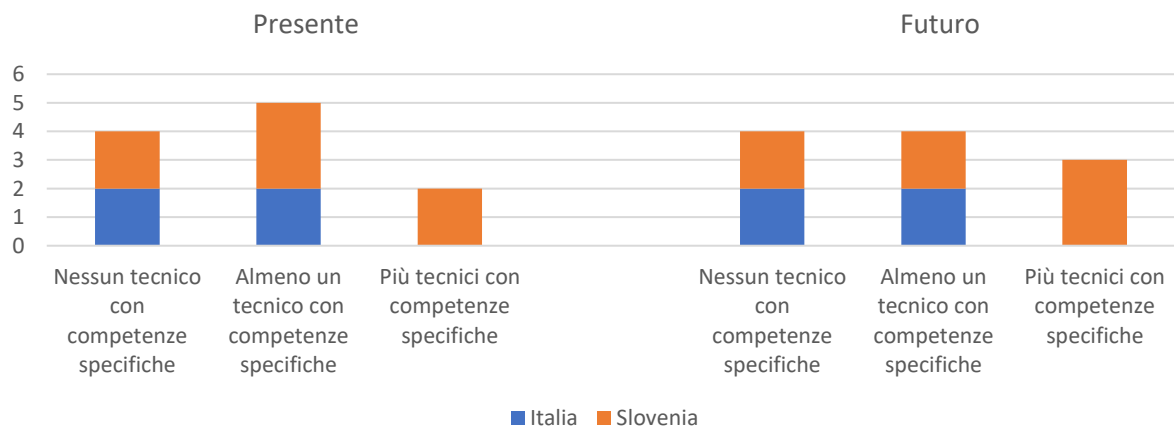


Figura 31: Numero di tecnici con competenze di programmazione di dispositivi di automazione industriale (PLC, CNC,...).

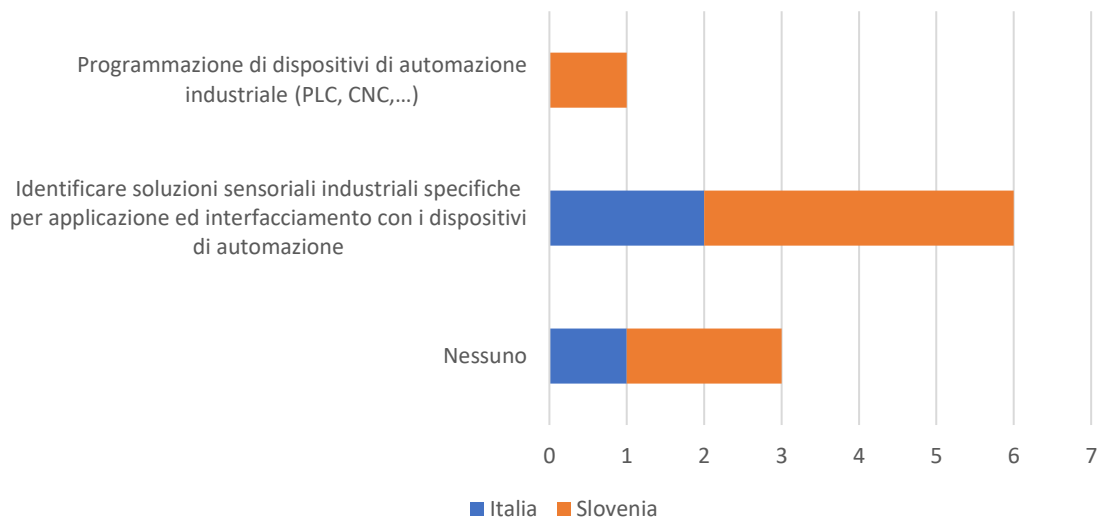


Figura 32: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di esperti di sensorizzazione e automazione.

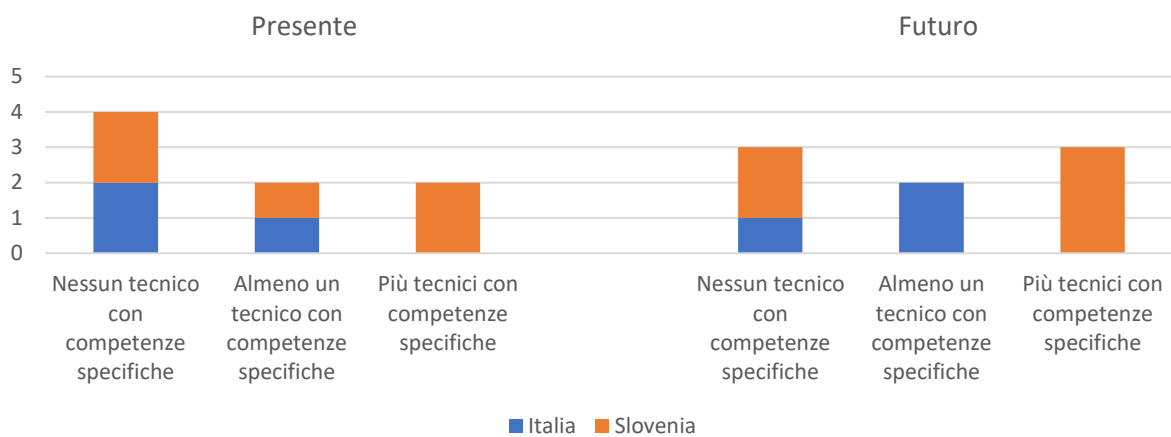


Figura 33: Numero di tecnici con competenze di configurazione di infrastrutture di rete, protocolli di comunicazione, dispositivi gateway e piattaforme (on-premise o cloud) per la raccolta dei dati, amministrazione server.

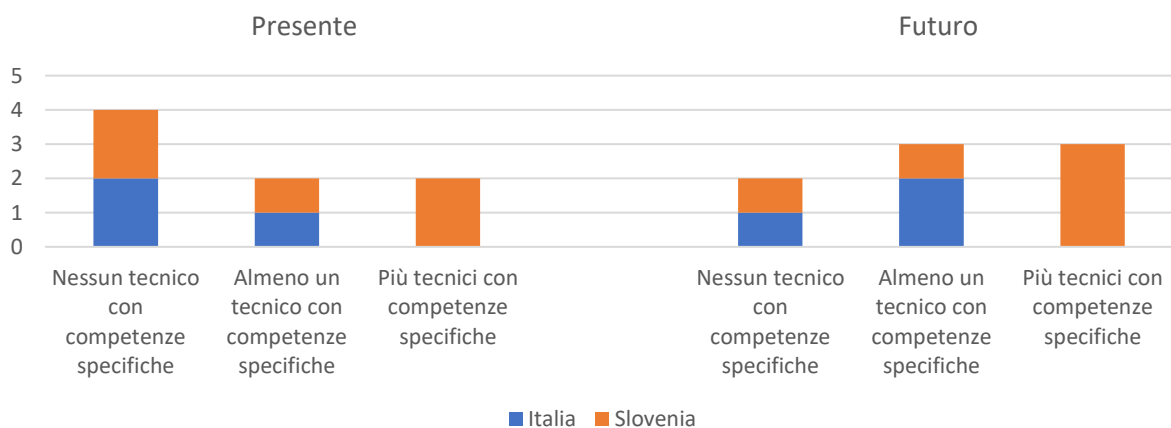


Figura 34: Numero di tecnici con competenze di configurazione ed utilizzo di sistemi di storicizzazione dei dati (database, database time series, ...).

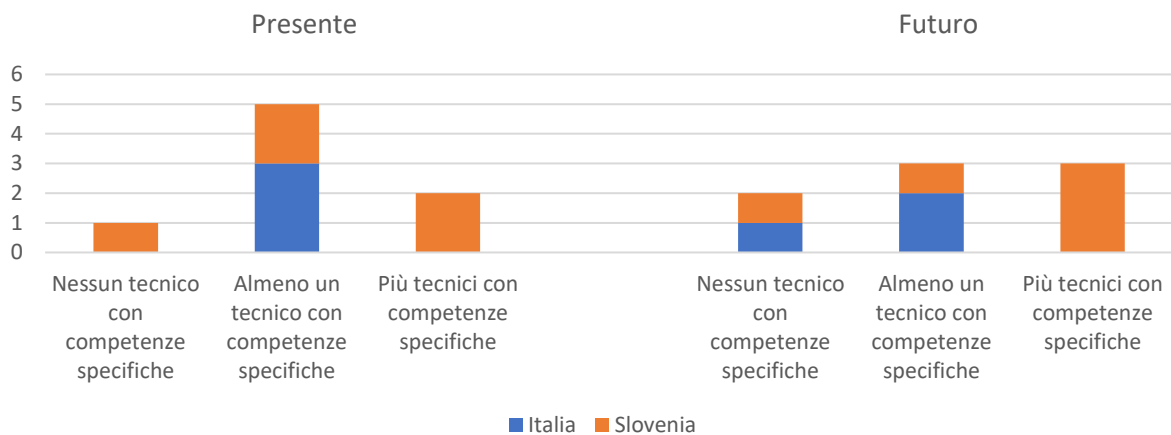


Figura 35: Numero di tecnici con competenze di interazione con sistemi MES ed ERP.

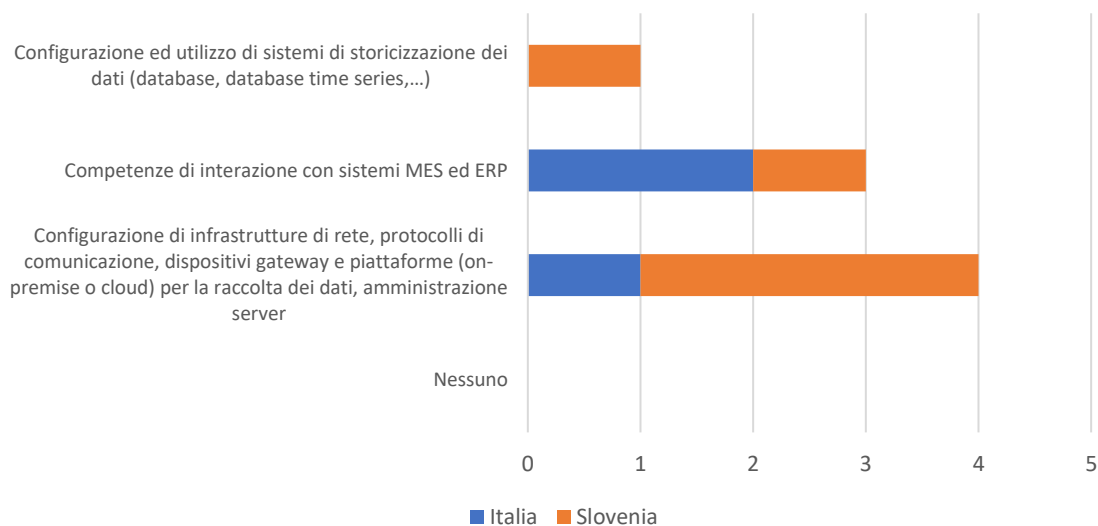


Figura 36: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di esperti di infrastrutture IIoT.

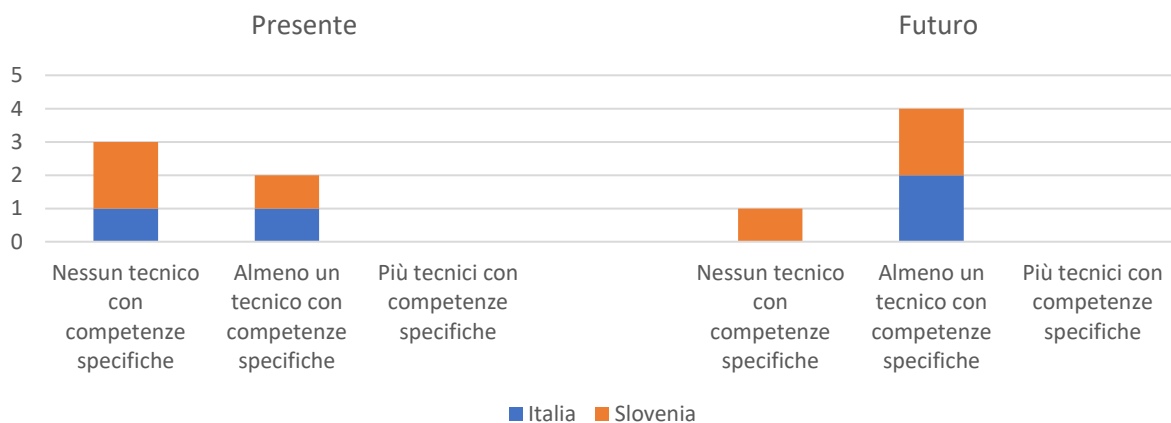


Figura 37: Numero di tecnici con competenze analisi dei dati ed estrazione di modelli matematici necessari per le funzioni 4.0.

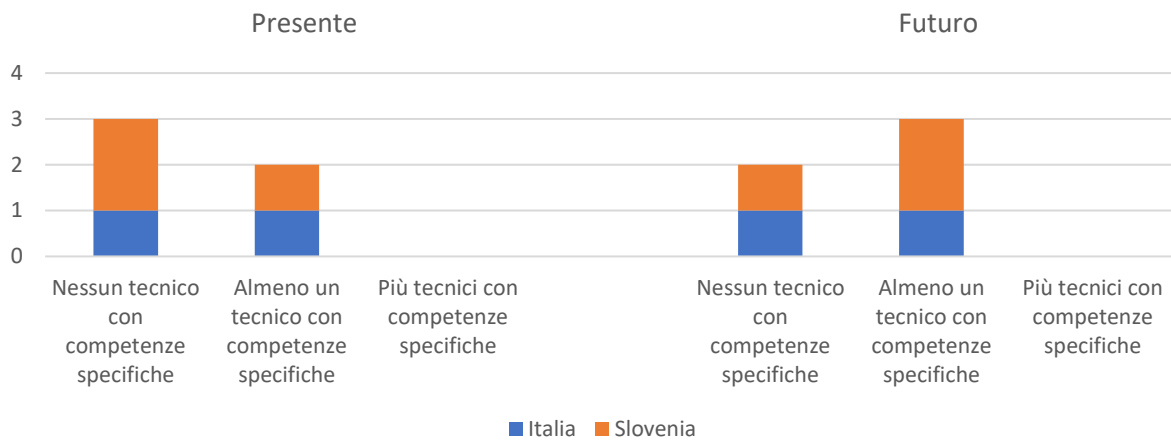


Figura 38: Numero di tecnici con competenze in merito all'uso di strumenti di dashboarding e presentazione dei dati (PowerBI, ...).

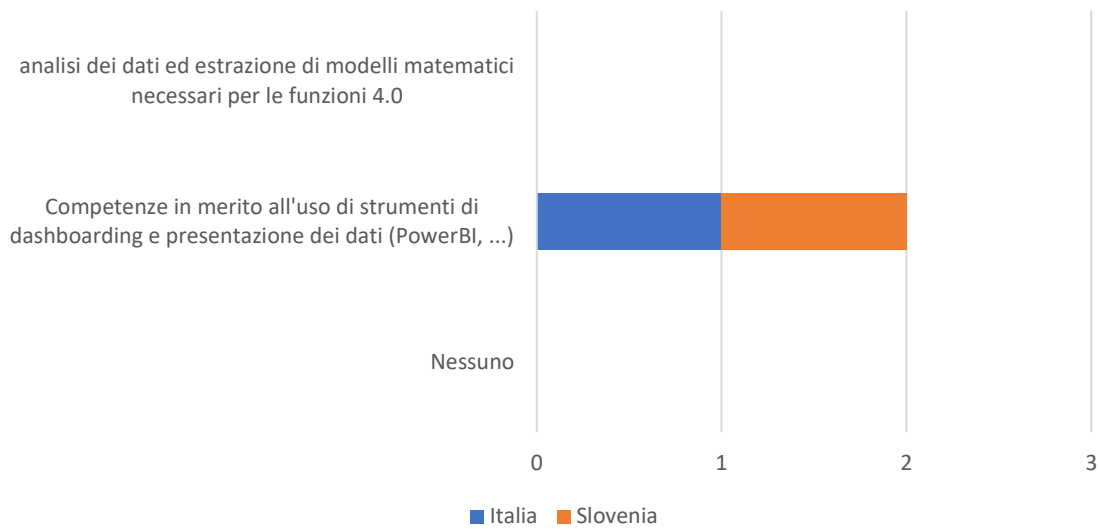


Figura 39: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di esperti di dashboard e analisi di dati.

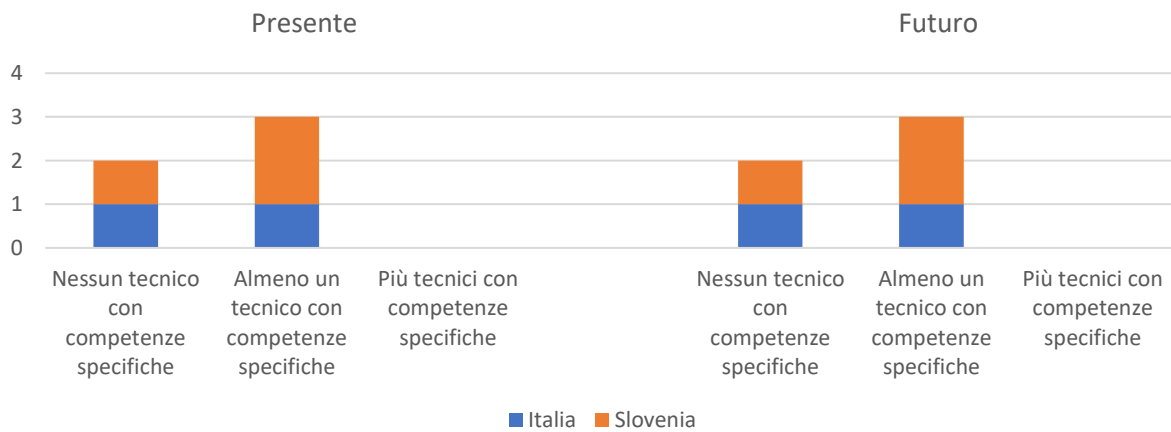


Figura 40: Numero di tecnici con competenze in merito all'automazione ed adattamento dei processi aziendali mediante tecniche IIoT.

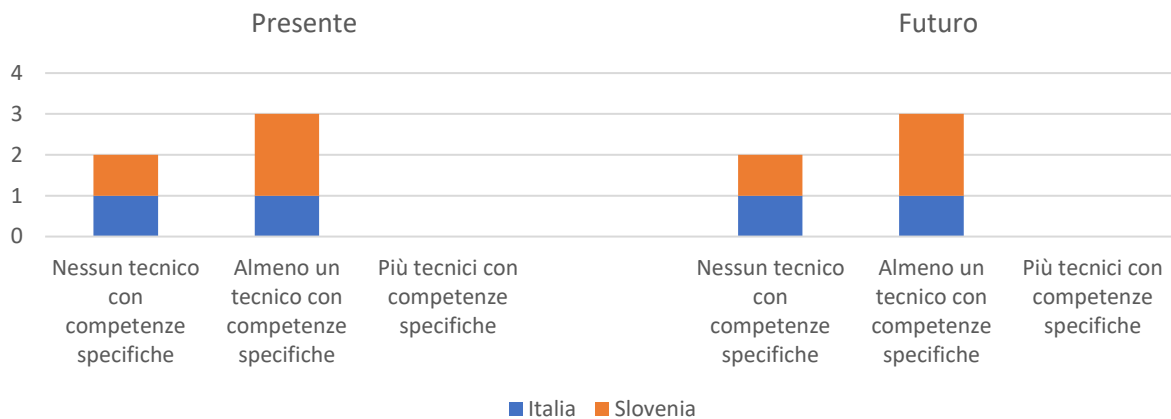


Figura 41: Numero di tecnici con competenze in merito alla cyber-security, gestione sicura dei dati e rispetto della privacy.

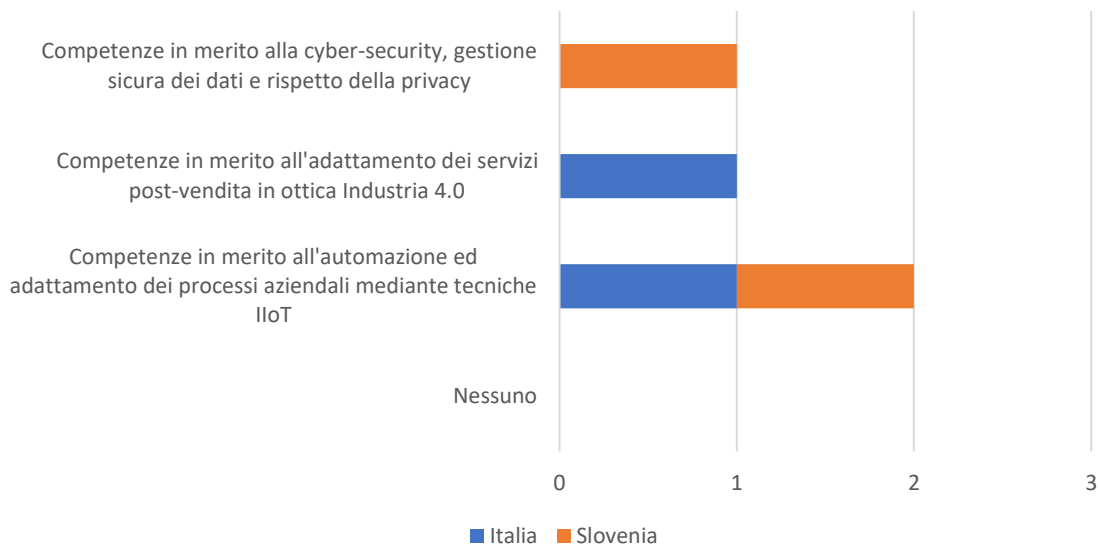


Figura 42: Interesse dichiarato delle aziende per attività di formazione di esperti di processi aziendali digitali.

4. Conclusioni

In questo lavoro sono state intervistate le imprese manifatturiere della regione transfrontaliera al fine di rilevare lo stato attuale della richiesta e dell'offerta formativa sui temi della produzione per addizione (stampa 3D), della robotica e delle metodologie di Industrial Internet of Things (IIoT). A tal fine è stato redatto un apposito questionario che, attraverso un approccio "Activity Based", ha permesso di definire le attività inerenti a ciascuna

tecnologia di interesse, di risalire alle figure professionali di riferimento e quindi stabilire lo stato attuale e desiderabile della loro disponibilità e preparazione.

I risultati hanno evidenziato che la manifattura additiva è un tema di grande interesse per le imprese. Tra gli intervistati si registra tuttavia una ridotta familiarità con le tecnologie e i software per la stampa 3D e una debole volontà di incrementare significativamente il numero di operatori specializzati nel prossimo futuro. Nonostante ciò, è stato riscontrato un significativo interesse per attività di formazione, soprattutto in relazione all'uso delle macchine e alla progettazione di prodotti e processi.

L'interesse per la robotica industriale è risultato invece contenuto. Anche in questo caso si registra una limitata familiarità con le tecnologie robotiche e una debole volontà di incrementare significativamente il numero di operatori specializzati nel prossimo futuro, sebbene l'interesse per attività di formazione sia considerevole, soprattutto in relazione alle competenze necessarie per valutare l'opportunità di inserimento di dispositivi robotici nei sistemi produttivi confrontando le alternative tecnologiche.

L'interesse per l'Industrial Internet of Things è risultato infine minimo, poichè solo 1 azienda su 4 si è espressa positivamente a riguardo. Tra gli interessati si riscontra però un notevole livello di confidenza delle imprese con le tecnologie IIoT, e una significativa presenza di figure professionali in grado di svolgere attività ad esse inerenti, che peraltro sono destinate ad aumentare nel prossimo futuro. Corrispondentemente, si registra un grande interesse da parte delle aziende per attività di formazione, soprattutto finalizzate all'acquisizione di competenze per l'identificazione di soluzioni sensoriali specifiche per applicazione ed interfacciamento con i dispositivi di automazione; la configurazione di infrastrutture di rete, protocolli di comunicazione, dispositivi gateway e piattaforme (on-premise o cloud) per la

raccolta dei dati e l'amministrazione server; l'interazione con sistemi MES ed ERP correlate con l'IloT.

In generale le aziende italiane si sono dimostrate tecnologicamente più avanzate e maggiormente predisposte ad intraprendere o proseguire un percorso di sviluppo.

I risultati indicano dunque la progressiva diffusione delle tecnologie additive, il ritardo nell'impiego dei robot, ed il consolidamento del percorso di digitalizzazione che le aziende hanno intrapreso negli ultimi anni, ed evidenziano l'importanza di iniziative di sostegno della transizione tecnologica ancora incompleta.

Materiale supplementare

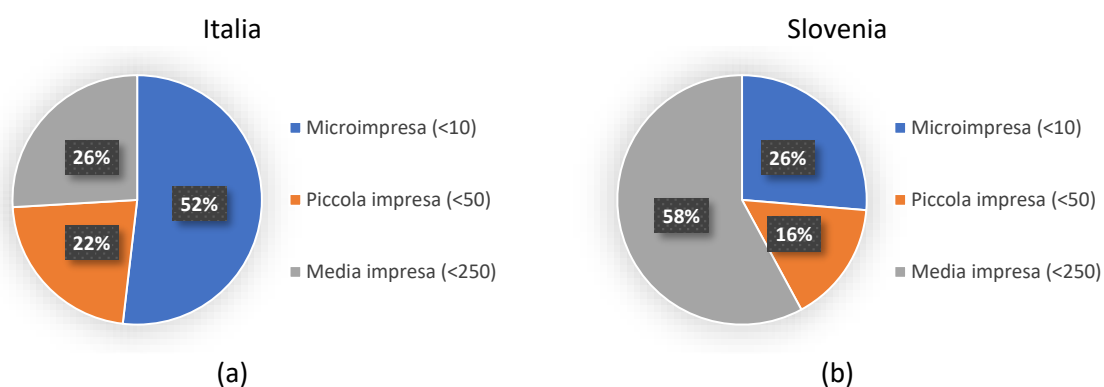


Figura S1: Numero di dipendenti medio annuale delle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

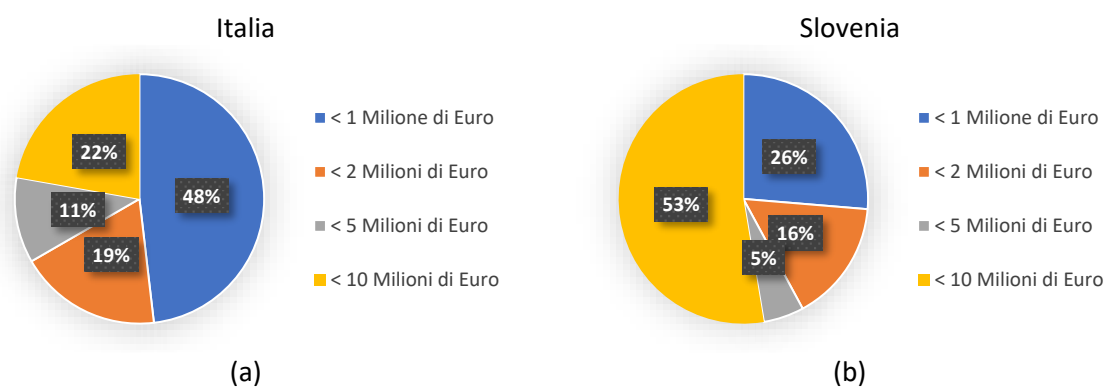


Figura S2: Fatturato annuo delle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

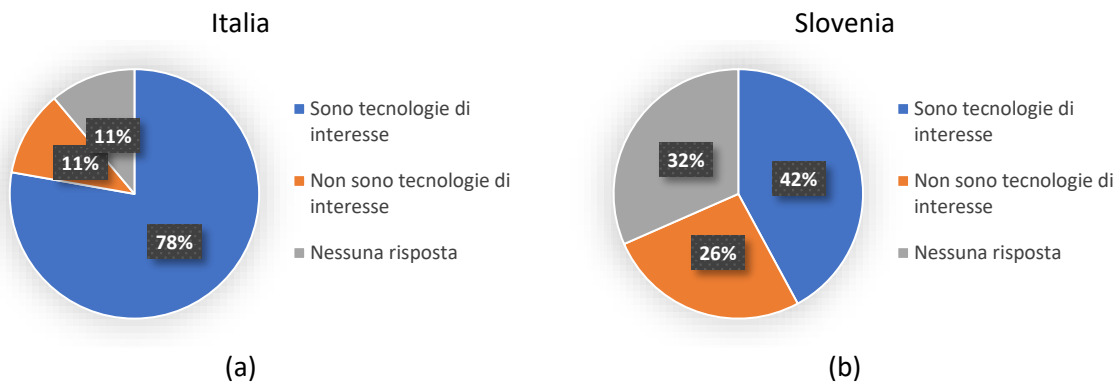


Figura S3: Interesse per la stampa 3D manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario. (a) aziende italiane e (b) aziende slovene.

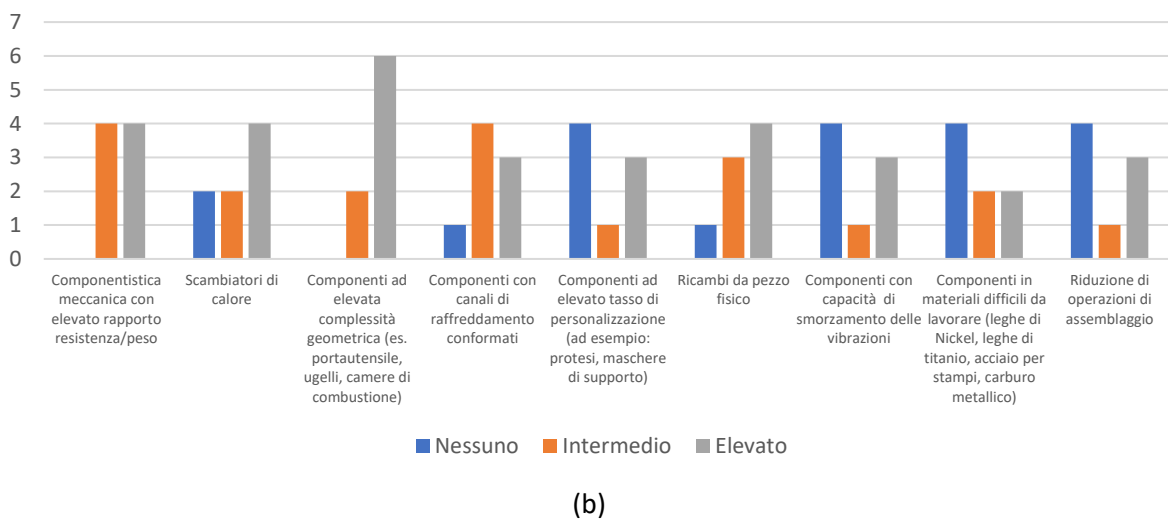
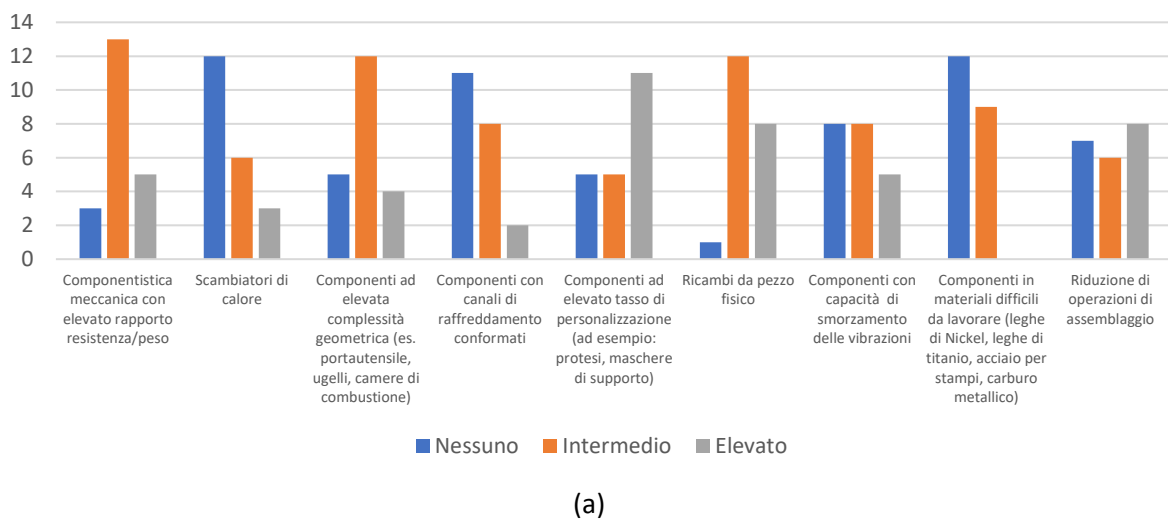
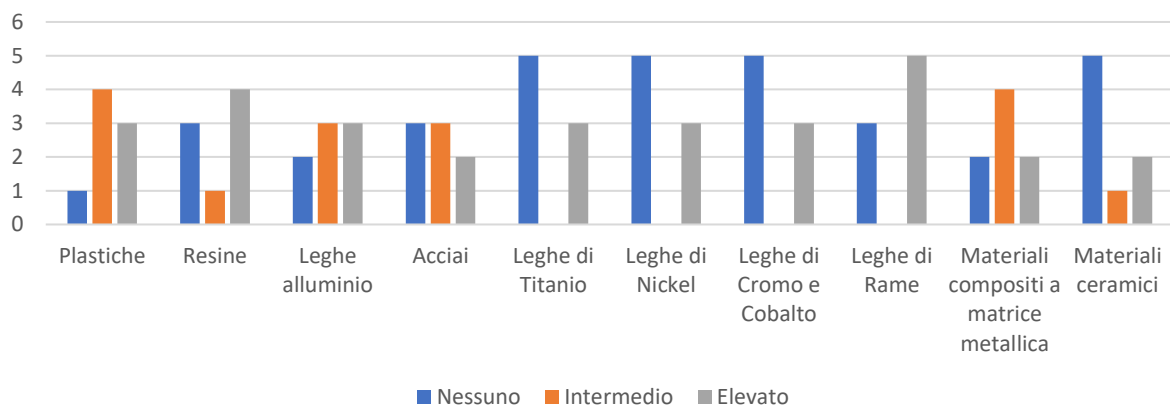
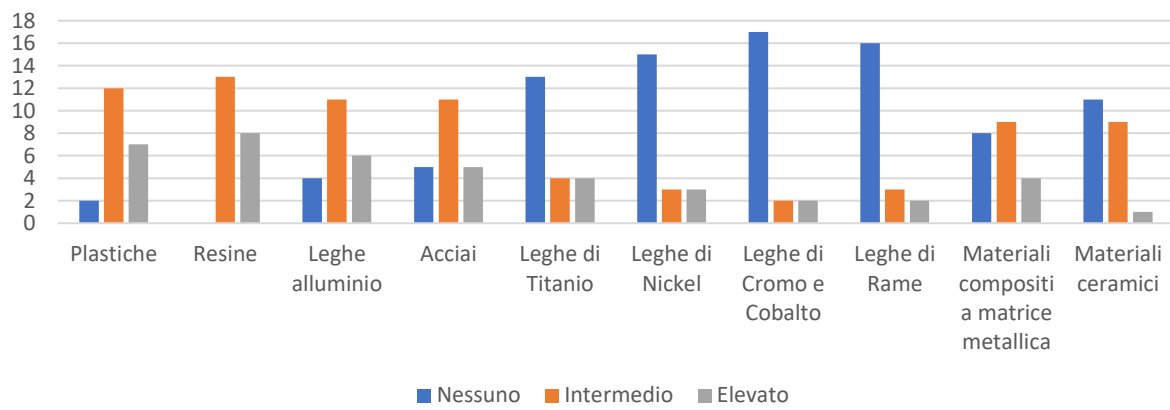


Figura S4: Grado di interesse per diversi ambiti di potenziale applicazione delle tecnologie di stampa 3D. (a) aziende italiane e (b) aziende slovene.

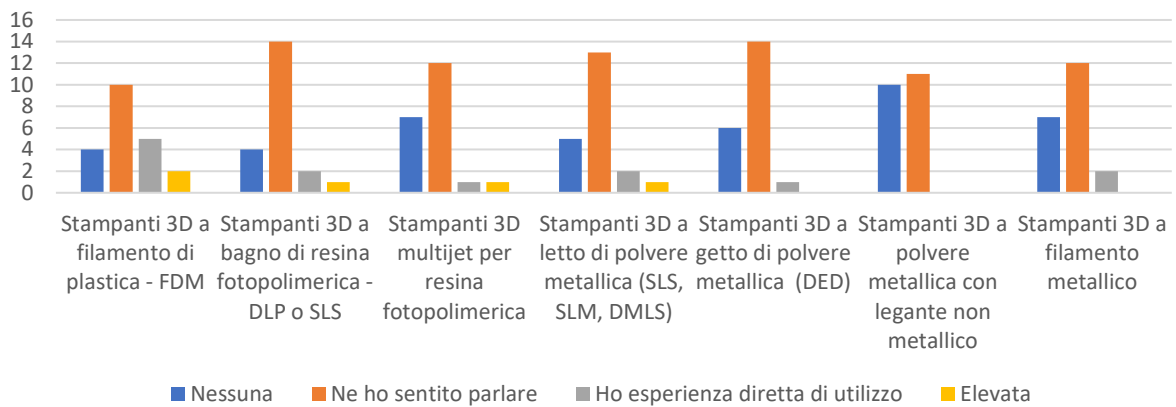


(a)

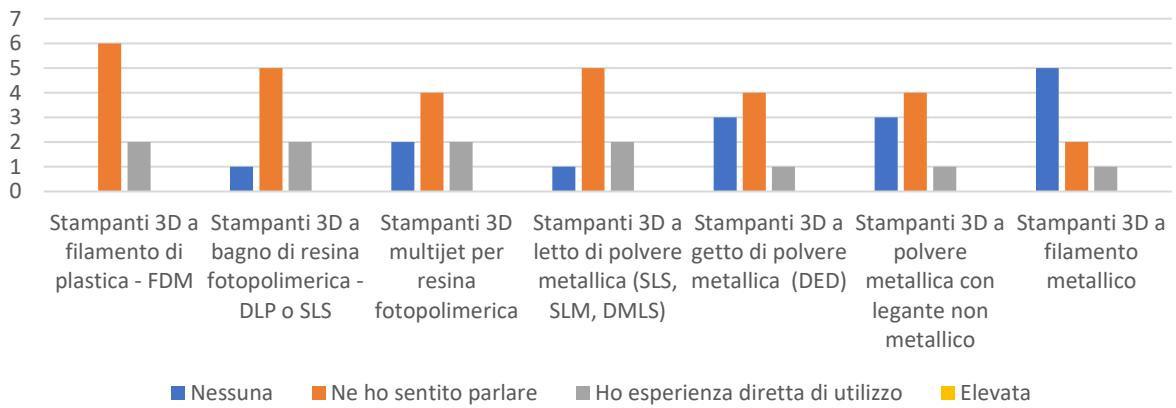


(b)

Figura S5: Grado di interesse per diversi materiali. (a) aziende italiane e (b) aziende slovene.

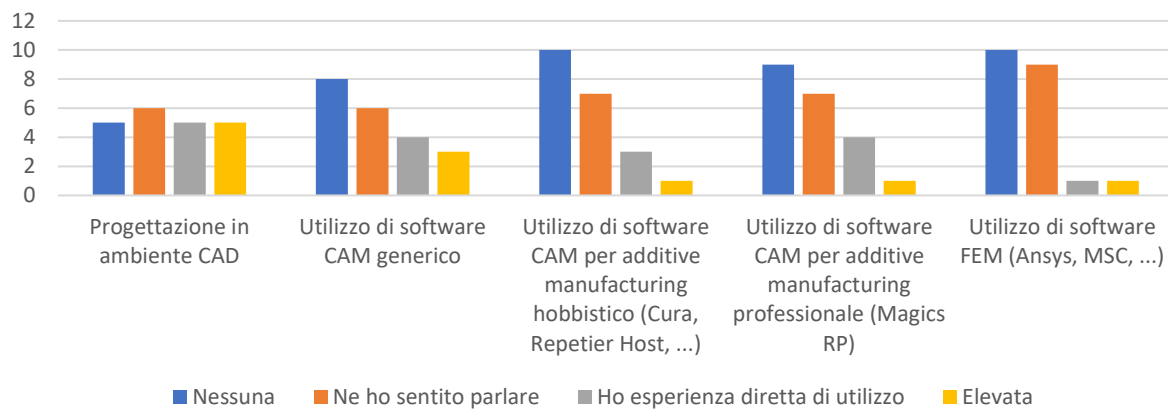


(a)

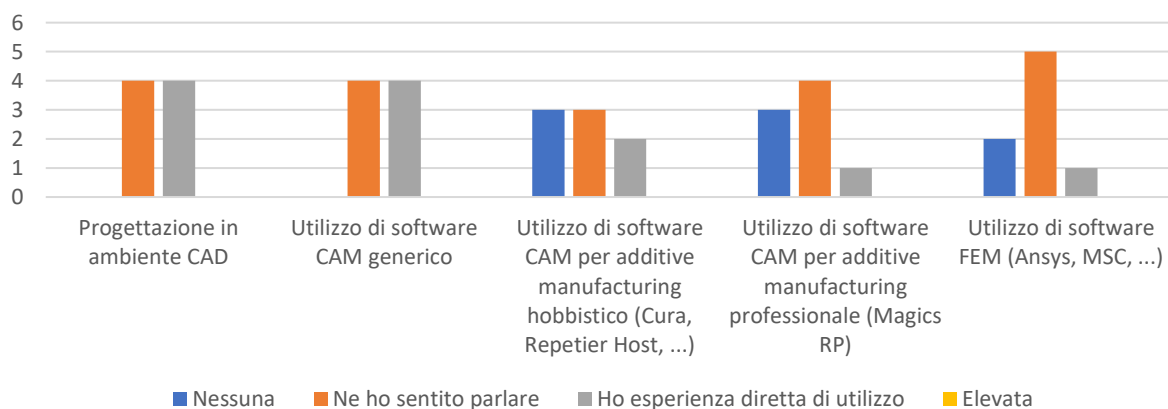


(b)

Figura S6: Livello di familiarità con diverse tecnologie di stampa 3D. (a) Campione complessivo, (b) aziende italiane e (c) aziende slovene.



(a)



(b)

Figura S7: Livello di familiarità con diversi ambienti software. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

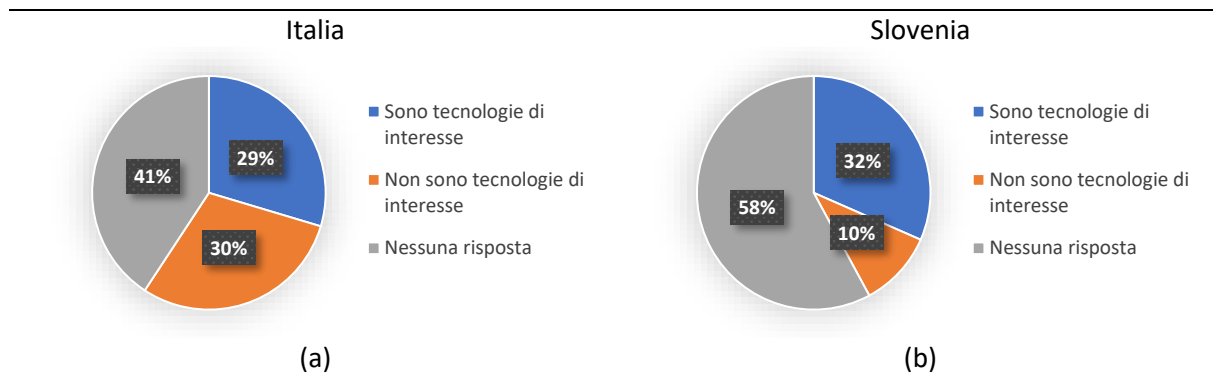
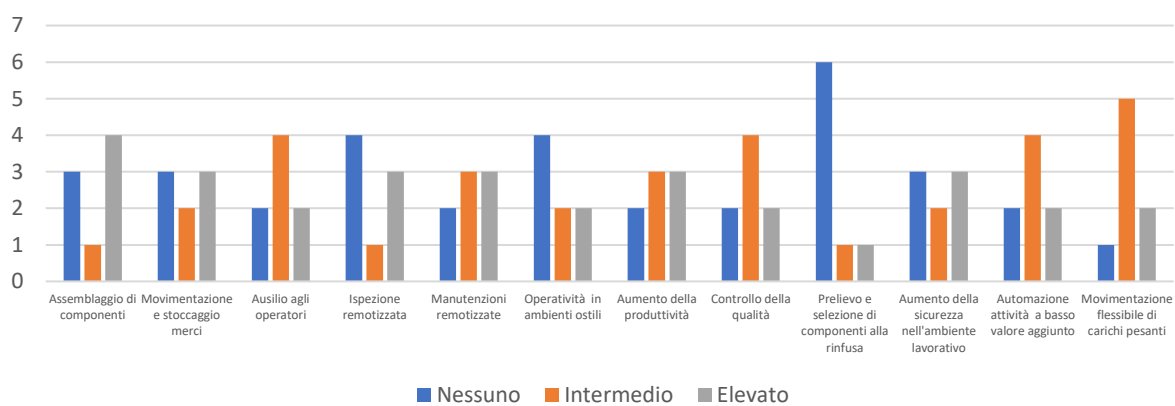
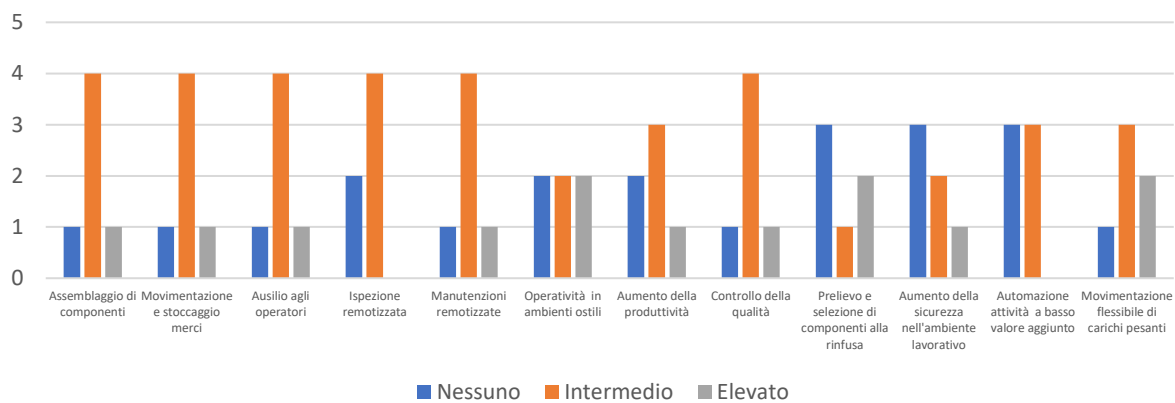


Figura S8: Interesse per la robotica manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

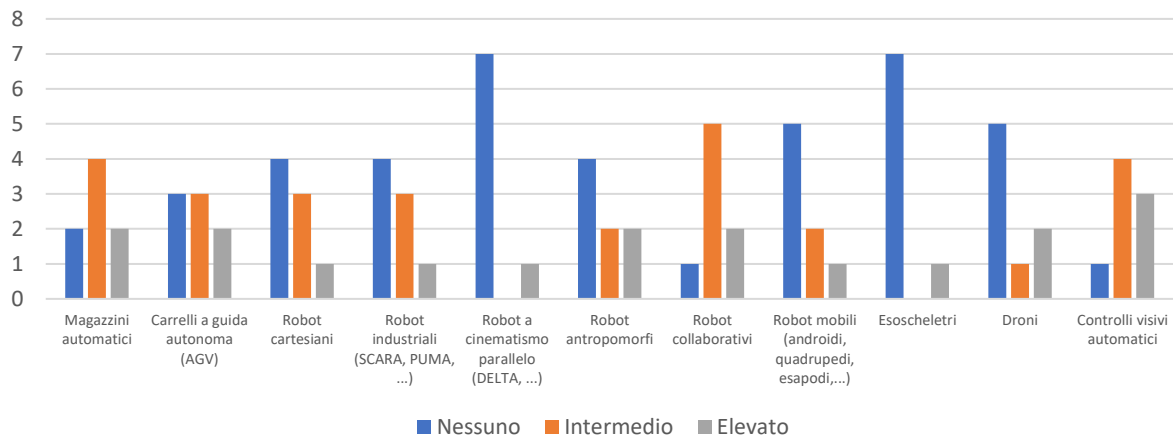


(a)

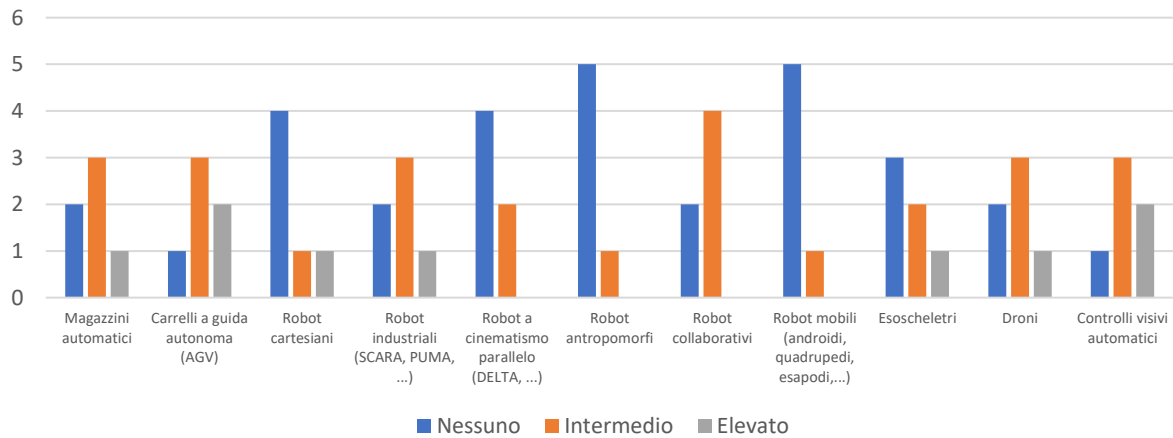


(b)

Figura S9: Livello di interesse per diversi ambiti di applicazione delle tecnologie robotiche. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

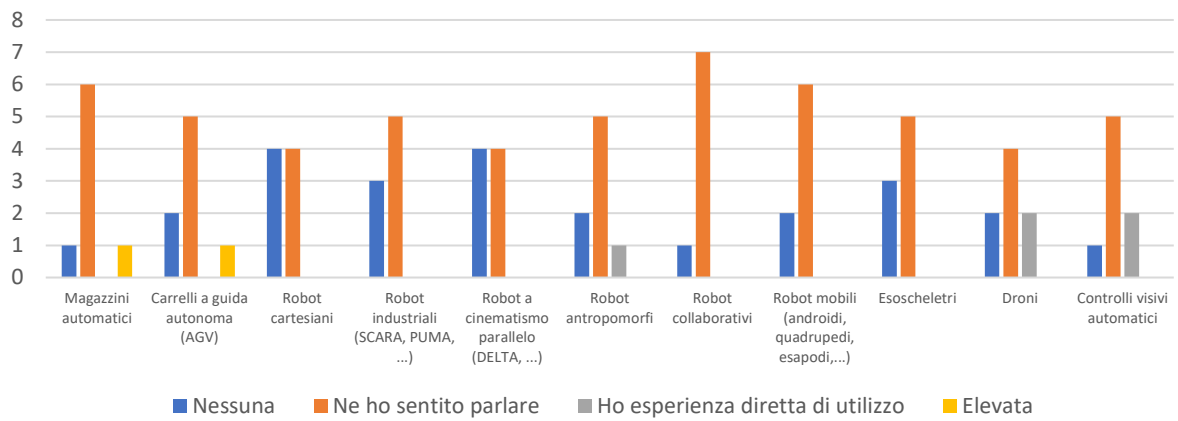


(a)

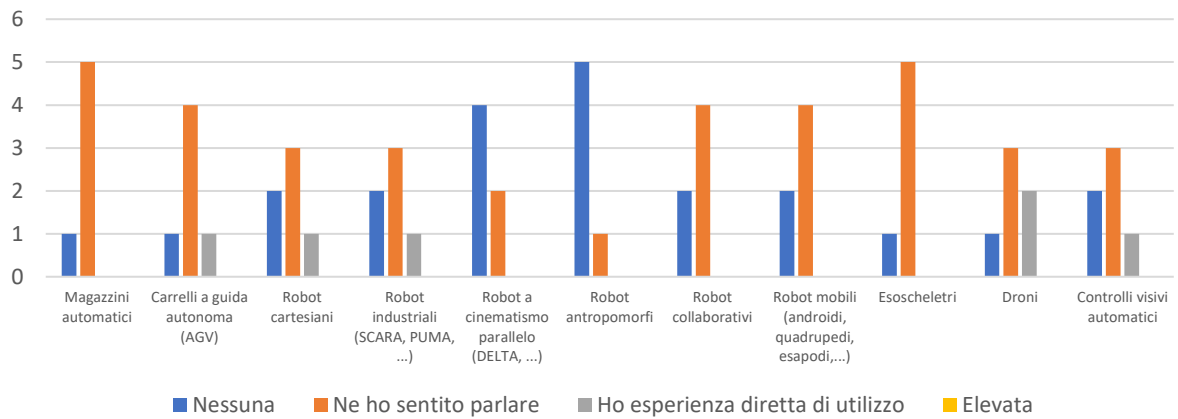


(b)

Figura S10: Livello di interesse per diverse tecnologie robotiche. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.



(a)



(b)

Figura S11: Livello di familiarità con diverse tecnologie robotiche. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

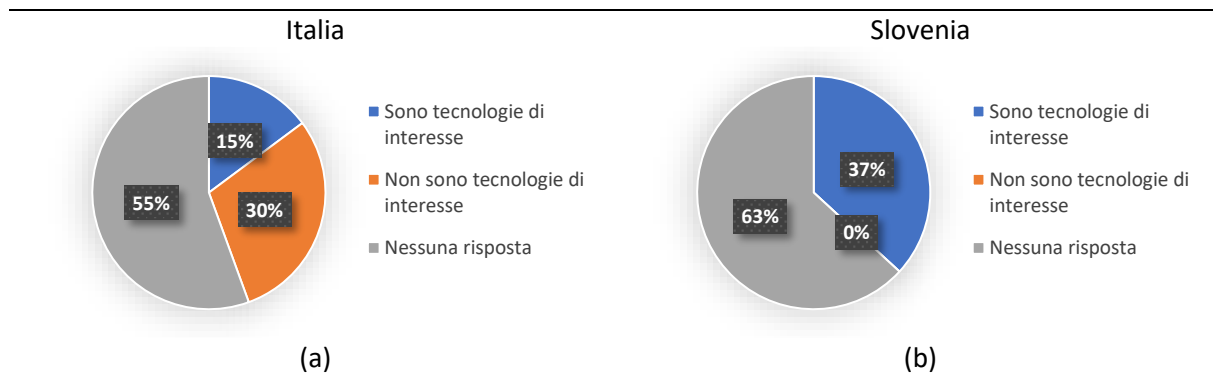
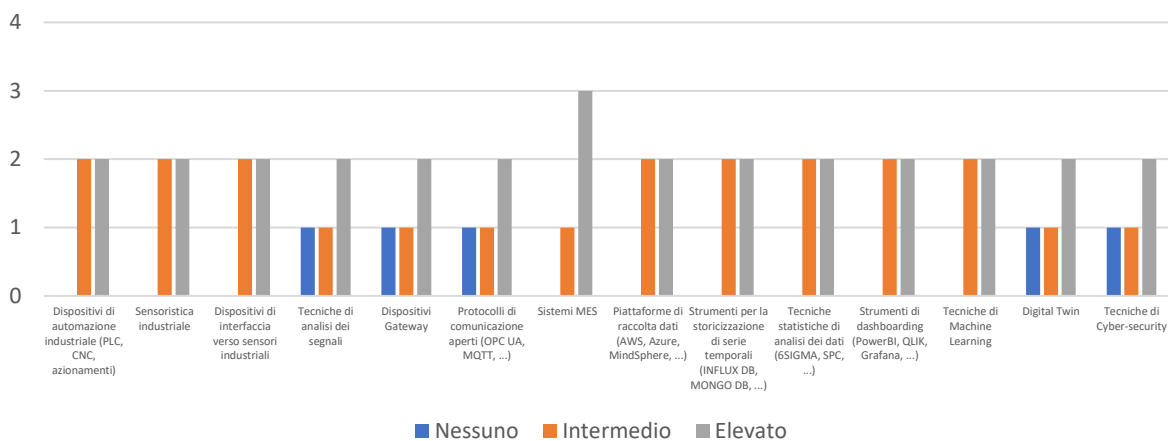
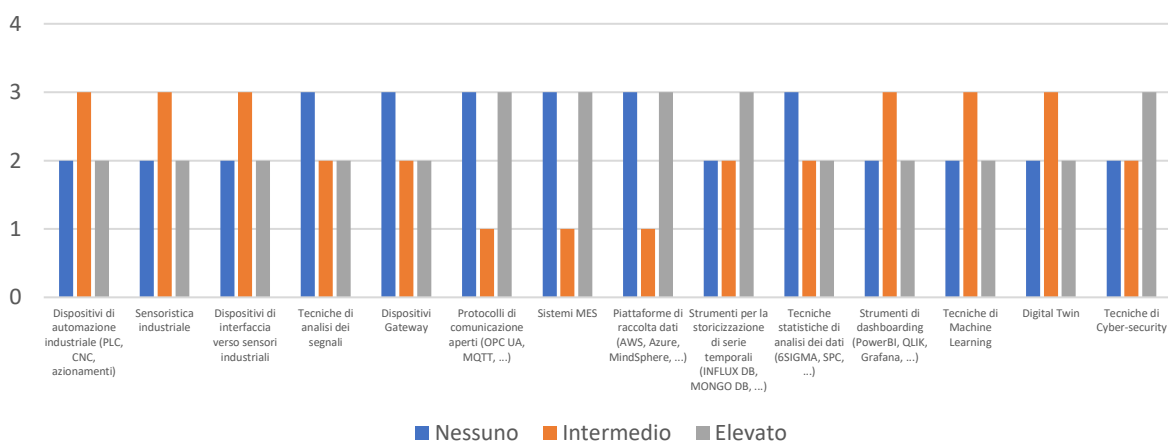


Figura S12: Interesse per l'Industrial Internet of Things manifestato dalle aziende che hanno partecipato alla compilazione del questionario. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

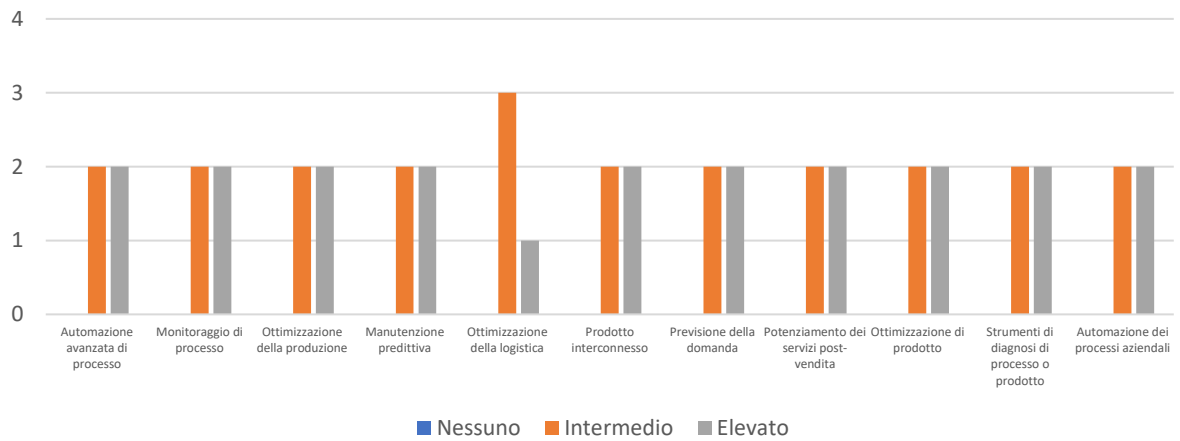


(a)

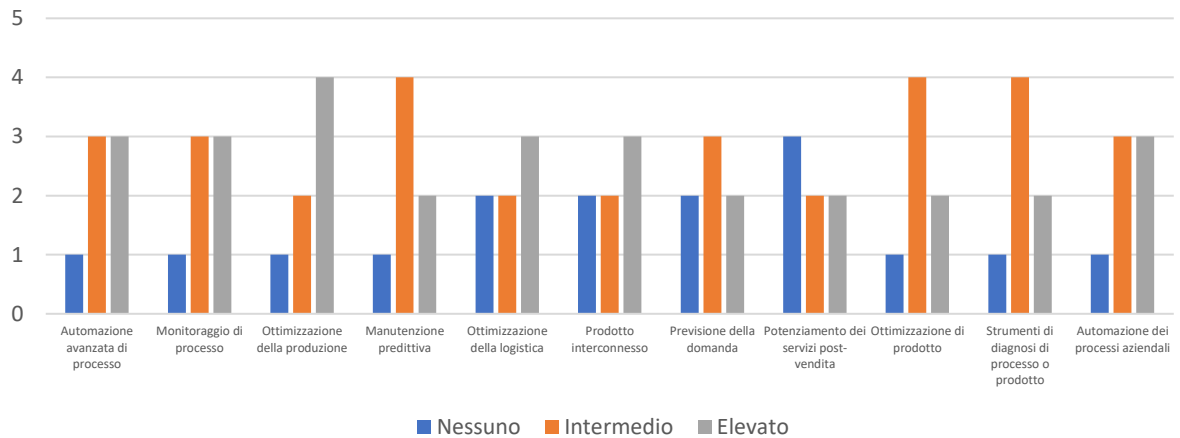


(b)

Figura S13: Livello di interesse per diverse tecnologie di Industrial Internet of Things. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.

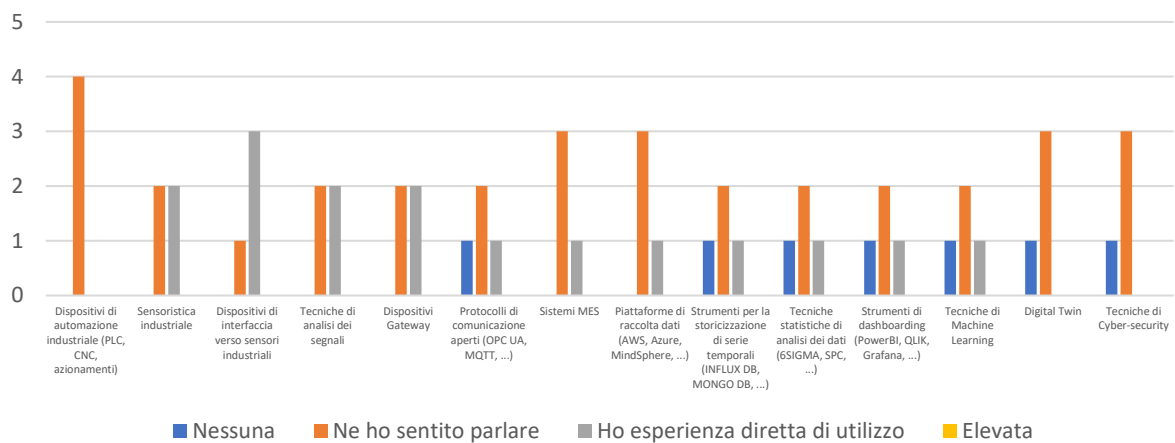


(a)

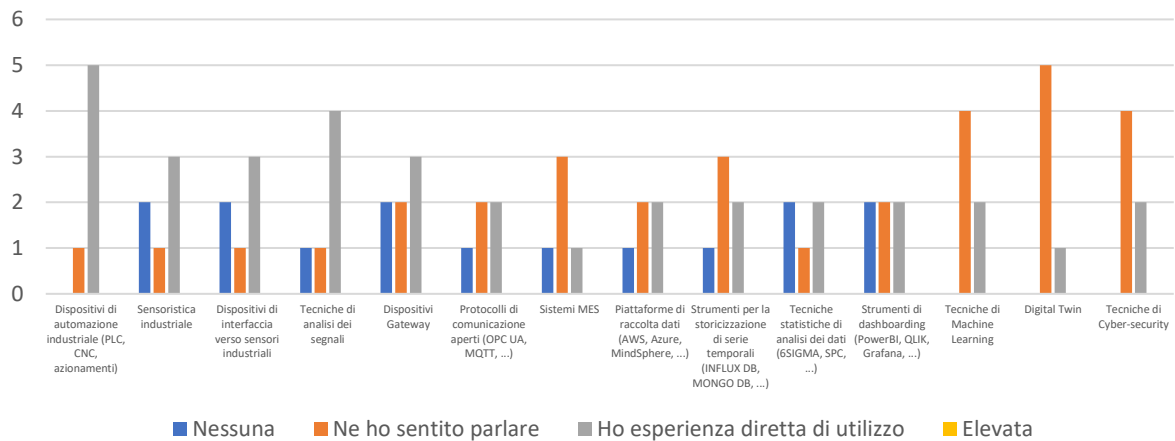


(b)

Figura S14: Livello di interesse per diversi ambiti di applicazione dell'Industrial Internet of Things. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.



(a)



(b)

Figura S15: Livello di familiarità con diverse tecnologie di Industrial Internet of Things. (a) Aziende italiane e (b) aziende slovene.