



L'OFFERTA ▾

LA METODOLOGIA ▾

I CLIENTI

I CONTATTI

LA NEWSLETTER

## TECNOLOGIA E INDUSTRIA 4.0

---

*Una versione ridotta di questo articolo è stata presentata  
nella Management Innovation Newsletter n. 28*

### **Angelo Bonomi**

Senior Research Associate

IRCRES – CNR

abonomi@bluewin.ch

### **INTRODUZIONE**

L'Istituto di Ricerche sulla Crescita Economica Sostenibile (IRCRES) del CNR ha in corso uno studio su Industria 4.0 con lo scopo di identificare i problemi che possono sorgere nell'implementazione di questa rivoluzione industriale nella PMI manifatturiera, e quindi nei distretti industriali, ed eventualmente suggerire qualche azione utile per questa trasformazione. Industria 4.0 è oggetto attualmente di numerosi studi con vari approcci che vanno dall'informazione sulle tecnologie utilizzabili, ai problemi organizzativi e di management che comporta questa trasformazione industriale e a importanti studi che cercano di prevedere se l'impatto di Industria 4.0 si tradurrà in una perdita occupazionale o no. Lo studio dell'IRCRES trova ispirazione da lavori precedenti condotti per l'Istituto che hanno riguardato l'innovazione nelle PMI, i rapporti università-industria, lo studio dei sistemi innovativi territoriali e l'elaborazione di modelli generali che riguardano la tecnologia, l'innovazione tecnologica e la R&S. Lo studio è tuttora in corso, e le conclusioni da trarre sono ancora lontane, tuttavia sono stati già trovati elementi interessanti che meritano di essere presentati e discussi. L'approccio utilizzato dallo studio per raggiungere i suoi obiettivi è differente da quello di molti altri studi effettuati in questo campo. Industria 4.0 è studiata naturalmente da un punto di vista

tecnologico, e non socio-economico, tuttavia non sviluppa lo studio come descrizione dettagliata delle varie tecnologie coinvolte e del loro uso, ma piuttosto vuole studiare le dinamiche tecnologiche che accompagnano questa rivoluzione industriale, e come queste possono sollevare problemi specifici da affrontare. Per far questo lo studio utilizza modelli generali della tecnologia, dell'innovazione tecnologica e della R&S che sono stati recentemente pubblicati come working paper nel sito dell'IRCRES, [www.ircres.cnr.it](http://www.ircres.cnr.it). In particolare il WP 13/2016 riguarda il modello della tecnologia e dell'innovazione tecnologica, il WP 2/2017 un modello della R&S, e il WP 6/2017 una simulazione matematica della R&S. I modelli vedono la tecnologia come una struttura di operazioni tecnologiche rappresentabile come grafo, e l'innovazione come un cambiamento di questa struttura. L'implementazione di Industria 4.0 può quindi essere vista dinamicamente come un cambiamento delle operazioni e della struttura della tecnologia manifatturiera comprendente la connessione tra le operazioni e perfino con i prodotti come nell'Internet of Things (IoT). La R&S è vista come un'attività organizzativa di conoscenze e capitali che genera nuove tecnologie, ma anche conoscenze generali dai progetti, indipendentemente se essi hanno avuto successo o no, ma utili per nuovi progetti di R&S. La simulazione matematica invece mostra che l'attività di R&S è un processo autocatalitico che genera sviluppo solo al di sopra di una certa soglia di attività, mentre al di sotto vi è stagnazione e declino. Lo studio è diviso in due parti. Nella prima parte si descrivono alcune dinamiche tecnologiche generali che caratterizzano l'implementazione di Industria 4.0. Nella seconda parte si studiano i canali d'innovazione per Industria 4.0 che riguardano le aziende produttrici di software e hardware, le aziende di consulenza tecnologica, le università e i laboratori di ricerca pubblici o privati, e il possibile ruolo delle startup.

## **LE TECNOLOGIE DI INDUSTRIA 4.0**

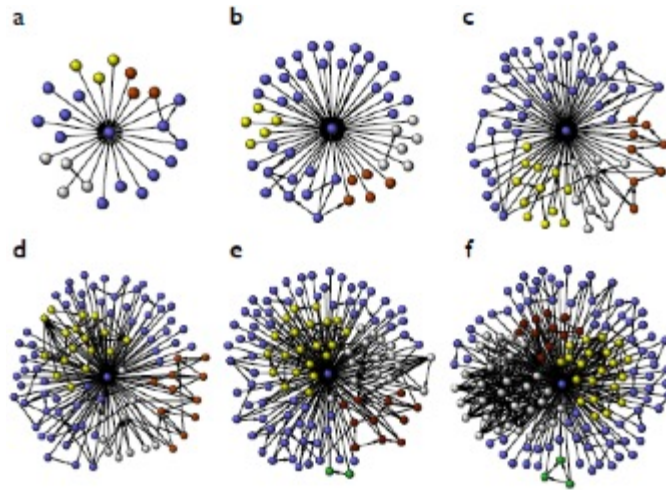
La prima parte dello studio comprende una descrizione delle tecnologie coinvolte in Industria 4.0, dette tecnologie abilitanti, e le loro differenze in termini di applicazione nell'industria manifatturiera. Poiché i tempi per un completamento di Industria 4.0 saranno probabilmente molto lunghi, la descrizione delle tecnologie abilitanti è preceduta da una descrizione dei grandi campi della ricerca, come l'intelligenza artificiale, le nanotecnologie e le biotecnologie, da cui queste tecnologie traggono origine, e che potranno determinare il loro futuro sviluppo e diversificazione. Si sono quindi considerate le potenzialità di tecnologie ancora in fase di studio come il computer quantistico, che potrebbe avere usi nella crittografia e nella sicurezza della trasmissione dati, e quindi nella cybersecurity, e il computer

biologico con biosensori, porte logiche e memorie, realizzabili con la biologia sintetica, e che potrebbe trovare applicazione nel controllo di processi biotecnologici. Lo studio considera l'intelligenza artificiale come la *core technology* di Industria 4.0, in particolare nella sua forma moderna con le reti di neuroni artificiali, e che determinerà le possibilità e i limiti al suo sviluppo. Prima di discutere le tecnologie abilitanti lo studio passa in rassegna una serie di dinamiche generali legate all'innovazione tecnologica, derivate dai modelli, e riscontrate nella realtà industriale, e che bisogna considerare in Industria 4.0:

### ***Ramificazione tecnologica***

Le tecnologie si diversificano nelle varie applicazioni partendo tipicamente da un'innovazione radicale che poi evolve verso innovazioni più incrementali attraverso delle ramificazioni. Queste sono il risultato di collegamenti tra tecnologie precedenti e nuove tecnologie che costituiscono continui miglioramenti e diversificazioni applicative. Le innovazioni radicali iniziali sono spesso applicazione di risultati della ricerca scientifica, ma in certi casi anche solo di un processo combinatorio radicale di tecnologie già esistenti che genera una nuova tecnologia. Il modello rappresenta queste ramificazioni in uno spazio delle tecnologie da lui definito, ma queste ramificazioni si possono vedere indirettamente anche attraverso una rappresentazione topologica dei brevetti derivati da un brevetto iniziale. Questo è stato fatto ad esempio nel caso delle centinaia di brevetti sulla tomografia computerizzata ottenuti dal 1973 al 2004. Un'altra rappresentazione ramificata indiretta delle tecnologie è stata fatta invece ricostruendo la generazione di startup diretta o indiretta da un'azienda madre, come è stato il caso della Fairchild Semiconductor che, tra il 1959 e il 1971, generò, direttamente o indirettamente, ben 35 startup tra cui l'INTEL. Nel caso di Industria 4.0 si può citare come esempio di ramificazione la stampante 3D, derivata dalla stampa a getto d'inchiostro, ma applicata per costruire oggetti tridimensionali, dapprima a bassa temperatura con materiali facili come la plastica, e poi evoluta anche a media e alta temperatura e utilizzabile per tutta una serie di materiali prendendo il nome di *additive manufacturing*. Lo sviluppo della ramificazione tecnologica ci indica anche l'esistenza di vari modi di fare innovazione. All'inizio della ramificazione l'innovazione trae origine prevalentemente dalla R&S e ha un certo grado di radicalità. Nella parte finale della ramificazione essa è invece condotta soprattutto attraverso l'applicazione industriale della tecnologia e con il learning by doing, ed è di natura incrementale. Questo significa che l'impatto di una nuova tecnologia, che si realizza con la diversificazione nelle sue varie applicazioni, non dipende solo dalla R&S, ma anche dall'opera di tecnici in diretto contatto con l'uso della tecnologia. Ne deriva l'importanza della qualità

dell'istruzione tecnica, non solo universitaria ma anche di scuola secondaria, per implementare tecnologie come quelle di Industria 4.0.



**Ramificazione tecnologica:**evoluzione dei brevetti sulla tomografia computerizzata dal 1975 al 2005 rappresentati topologicamente dai vari punti. Ogni connessione rappresenta una citazione di un brevetto precedente indicante un miglioramento o una diversificazione applicativa del brevetto. (da Valverde S. Solé R. Bedau M. Packard N.2007, *Topology and Evolution of Technology Innovation Networks*, Phys. Int. Rev. E 76, 032767)

### ***Regime della Regina Rossa***

Il regime della Regina Rossa rappresenta una situazione esistente nei distretti industriali, o in particolari settori tecnologici, in cui le tecnologie evolvono prevalentemente in condizioni incrementali accompagnate da un debole sviluppo economico. Questo è dovuto al fatto che le innovazioni ottenute sono basate su competenze già esistenti e diffuse, e un vantaggio tecnologico di un'innovazione di un'azienda è facilmente compensato da un'azienda concorrente che ha le stesse competenze. Il nome di regime di Regina Rossa è stato utilizzato per la prima volta negli studi sulla competizione genetica, e la Regina Rossa è un personaggio di Alice nel Paese delle Meraviglie che dice ad Alice "In questo paese bisogna correre forte ma molto forte per restare fermi". Il regime di Regina Rossa può essere distrutto dall'apparizione interna o esterna al distretto di una tecnologia radicale che rende obsolete le tecnologie convenzionali. Emblematico è stato il caso dell'orologeria digitale giapponese che, negli anni 70, ridimensionò fortemente il distretto orologiero svizzero in regime della Regina Rossa con l'orologio meccanico. Il regime di Regina Rossa è una situazione diffusa nei distretti industriali italiani che tendono infatti a restare in questo regime con le loro tecnologie convenzionali, e possono essere restii a prendere in considerazione nuove tecnologie radicali tipiche di Industria 4.0.

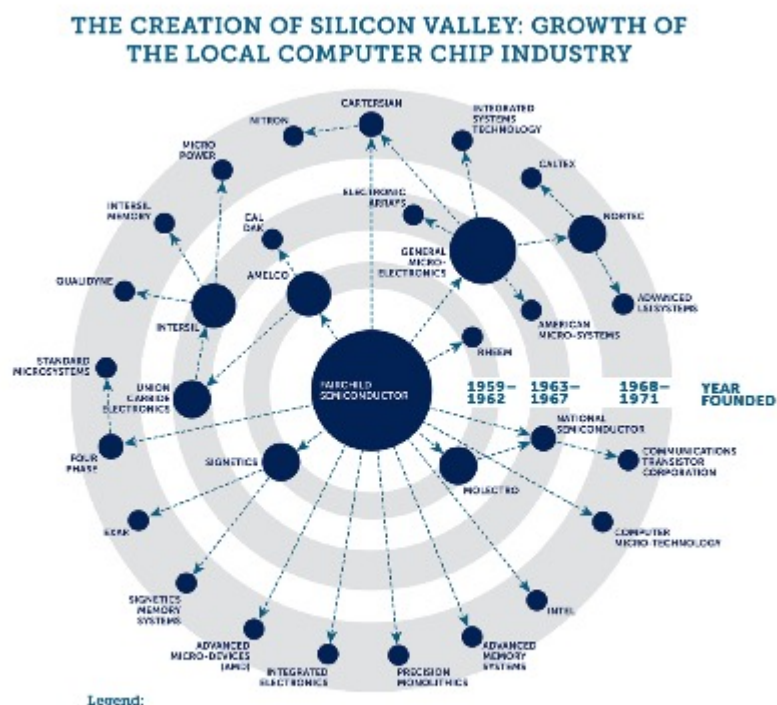
### ***Intranalità tecnologica***

Il modello di tecnologia definisce intranalità tecnologica l'effetto dovuto a un'ottimizzazione di un'operazione tecnologica che però influenza l'efficienza delle altre operazioni della tecnologia. Per questo l'ottimizzazione dell'uso di una tecnologia deve avvenire attraverso una sintonizzazione delle efficienze delle varie operazioni. L'effetto di intranalità si manifesta anche nelle variazioni della struttura di una tecnologia in cui la sostituzione di un'operazione influenza l'efficienza delle altre operazioni. Questo effetto è importante nei distretti industriali in cui molte operazioni delle fabbricazioni non sono condotte dalle aziende produttrici ma subappaltate ad aziende specializzate che hanno anche altri clienti. Un'innovazione tecnologica sviluppata da un'azienda potrebbe richiedere cambiamenti da fare in un subfornitore che potrebbe per sue ragioni non essere interessato a farli, impedendo così l'uso dell'innovazione. Questo effetto è stato osservato ad esempio nel distretto delle piastrelle di Sassuolo. L'implementazione di Industria 4.0 nei distretti potrebbe generare problemi di questo tipo sormontabili solo con un'adeguata cooperazione tra aziende produttrici e subfornitrici.

### ***Influenza della velocità innovativa***

La velocità con cui appaiono nuove tecnologie può influenzare la gestione di progetti d'implementazione tecnologica rendendo obsolete le tecnologie scelte nella pianificazione. Questo fatto fu osservato per la prima volta studiando alla fine degli anni 90 i problemi di management delle aziende della Silicon Alley, un quartiere di New York ricco di aziende che realizzavano siti Internet per le imprese. Questo problema può presentarsi in particolare per le aziende di consulenza tecnologica attive nell'implementazione di Industria 4.0 per la complessità delle tecnologie coinvolte e la durata dei progetti di realizzazione. La soluzione adottata nella Silicon Alley consisteva di avere un team aziendale di lavoro con competenze diversificate e un'organizzazione di progetto flessibile.

Per quanto riguarda le tecnologie abilitanti che compongono Industria 4.0 se ne citano normalmente una decina e precisamente: la *robotica collaborativa*, la *realtà aumentata*, l'*additive manufacturing*, il *digital manufacturing*, il *digital twin*, i *big data*, il *cloud computing*, l'*internet of things* (IoT) e la *cybersecurity*. A queste si potrebbero aggiungere i *nuovi materiali*, coinvolti in Industria 4.0, ma che non sono considerati come specificatamente di Industria 4.0 poiché entrano in gioco in molti altri settori. Le tecnologie abilitanti possono essere classificate e discusse a seconda del loro ruolo nella struttura operativa della manifattura e nel prodotto. Alcune di queste entrano in gioco soprattutto nelle operazioni tecnologiche, altre invece intervengono a livello delle connessioni e coordinamento delle operazioni, altre ancora sono esterne e possono intervenire su tutte le operazioni, mentre l'IoT riguarda il prodotto e indirettamente la produzione.





Size of circle reflects the influence of the entrepreneurs of each company based on the number of spinoff firms.

-----> SPINOFFS

Source: Endeavor Insight.

**Ramificazione tecnologica:** startup generate dal 1959 al 1971. Ogni freccia rappresenta uno spin off diretto o indiretto dalla Fairchild Semiconductor. (da Morris R. *The First Trillion-Dollar Startup*, Endeavour Insight Monthly Newsletter, Jul. 26, 2014)

### ***Tecnologie specifiche per le operazioni***

A queste tecnologie appartengono la robotica collaborativa, la realtà aumentata e l'additive manufacturing. La robotica è una tecnologia usata nella manifattura da molti anni e la tendenza odierna è di dargli più autonomia e sicurezza nel rapporto con gli esseri umani. La realtà aumentata è una tecnologia per gli operatori che aumenta le possibilità di comunicazione tra gli umani e le macchine. L'additive manufacturing è una tipica tecnologia operativa, la sola in cui l'aspetto digitale non è preponderante. Come tecnologia di messa in forma dei materiali ha il vantaggio di poter realizzare anche forme molto complesse ma non è molto adatta per le grandi serie di produzione.

### ***Tecnologie di collegamento e coordinazione delle operazioni***

Appartengono a questa categoria le tecnologie *del digital manufacturing* e sono basate su una componente hardware, sensori e software di gestione. Vi sono per questo molte tecnologie a seconda del livello di collegamento, gestione e coordinazione fatto e sono conosciute con vari acronimi come PLC, SCADA, MES, ERP, ecc.

### ***Tecnologie di simulazione***

Appartiene a questa categoria il *digital twin*, che è considerato anche come tecnologia del digital manufacturing ma ha sue caratteristiche proprie che lo differenziano dalle altre tecnologie. Il digital twin rappresenta una tecnologia in grado di dare una rappresentazione digitale di un sistema fisico che può essere un oggetto materiale o un processo di fabbricazione. La rappresentazione è sviluppata attraverso l'uso di sensori e lo studio dei dati disponibili. Essa può essere usata per coadiuvare lo sviluppo di processi o materiali, per prevedere i tempi reali di vita di parti di macchine prolungandone l'utilizzazione, e ottimizzare i processi manifatturieri.

### ***Tecnologie di applicazione generale***

Queste tecnologie sono utilizzabili per tutte le singole operazioni manifatturiere o per il loro insieme. Abbiamo così quella dei big data, in grado

di registrare grandi quantità di dati e riaverli rapidamente anche attraverso eventuali elaborazioni. Lo stoccaggio dei dati avviene tipicamente all'esterno attraverso Internet nel cosiddetto *cloud*, ma può avvenire anche con un sistema di memoria interno dell'azienda. Il cloud computing è un sistema che mette a disposizione dell'azienda attraverso Internet algoritmi per elaborazioni utili all'azienda con un loro aggiornamento continuo. Alcune volte si possono presentare problemi di lentezza nella comunicazione con il cloud e nei suoi tempi di elaborazione, ed esistono tecnologie alternative interne all'azienda come ad esempio il *fog computing*. Un'ultima tecnologia di applicazione generale è la cybersecurity. Essa si applica per la protezione di tutte le comunicazioni con l'esterno dell'azienda ma anche ai processi informatici interni per scoprirne le debolezze e porvi rimedio.

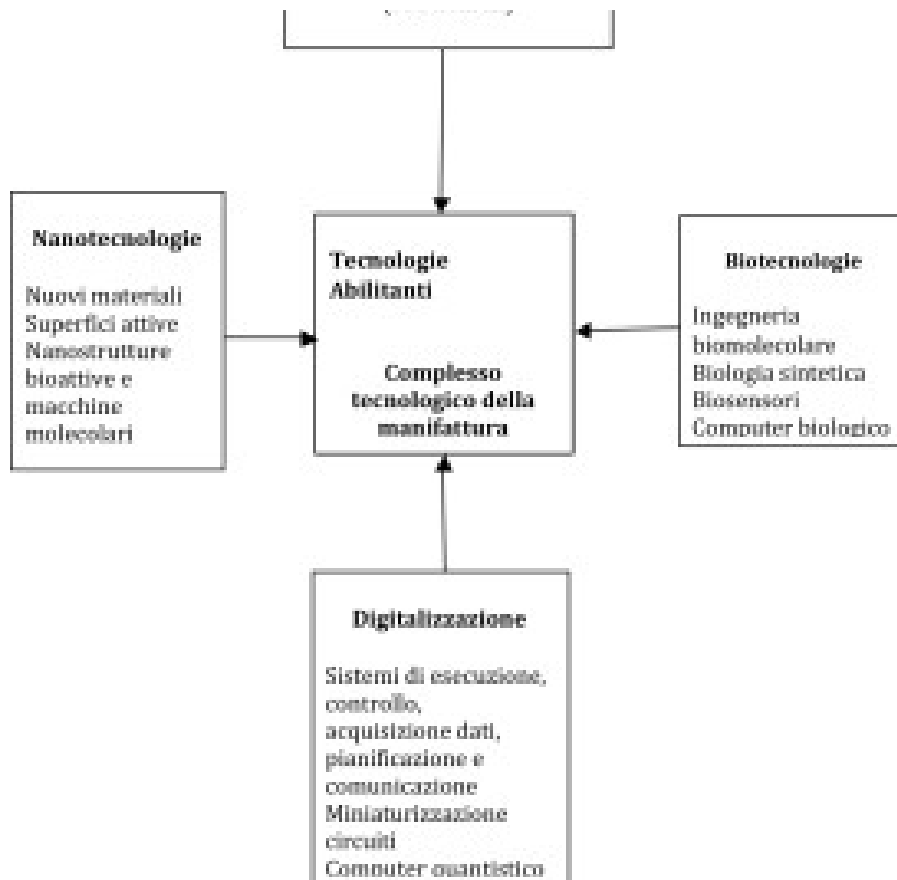
### ***Tecnologie per il prodotto manifatturiero***

Questo è il campo del cosiddetto Internet of Things. Esso consiste nell'incorporare nel prodotto sensori, elementi di memoria, capacità computazionali, GPS e sistemi di trasmissione via Internet che lo collegano all'azienda che lo produce o lo commercia. In questo modo si ha disponibile una massa d'informazioni utili per migliorare le produzioni e i prodotti e la progettazione di nuove fabbricazioni e prodotti. Inoltre questo sistema di connessione può essere usato anche per effettuare manutenzioni e riparazioni a distanza attraverso l'hardware presente nel prodotto. Viene sviluppato anche un sistema di colloquio tra i prodotti, che segnala malfunzionamenti o limiti di durata di materiali, che permettono ai prodotti di ottimizzare essi stessi il loro funzionamento.

La difficoltà più importante dell'implementazione delle tecnologie abilitanti di Industria 4.0 risiede nel fatto che è necessario integrare le tecnologie informatiche e di comunicazione (ICT) con quelle operative della manifattura (OT), e non semplicemente aggiungerle come è stato finora il caso della realizzazione di siti Internet o di altri servizi informatici per le aziende. L'implementazione si può considerare come una scelta delle varie tecnologie abilitanti, che può essere il risultato di studi appositi per l'integrazione ICT/OT. Le tecnologie scelte per l'implementazione si combinano formando il complesso tecnologico manifatturiero di Industria 4.0 di un'azienda. L'implementazione può probabilmente avvenire anche in varie tappe, e questo può sollevare problemi di standardizzazione e di protocollo di compatibilità tra le tecnologie abilitanti già presenti e quelle che si vogliono aggiungere.

Intelligenza Artificiale AI Classica AI Moderna Reti neurali
---





Generazione delle tecnologie abilitanti dai grandi campi di ricerca e formazione del complesso tecnologico della manifattura in Industria 4.0

## I CANALI INNOVATIVI PER INDUSTRIA 4.0

L'implementazione di Industria 4.0 nella manifattura è per sua natura un'offerta di tecnologie e innovazione alle aziende. Questa offerta tuttavia non si può assimilare a un semplice trasferimento tecnologico dalla ricerca all'industria, ma è molto più complessa e si realizza attraverso vari canali innovativi realizzati da aziende che si occupano di hardware, software e consulenza tecnica, relazioni tra università e industria e attività di startup. Nel suo insieme l'offerta tecnologica e innovativa di Industria 4.0 può essere vista come un complesso ecosistema tecnologico industriale. Questo ecosistema è polarizzato da una parte dalle gigantesche imprese che generano software, sistemi operativi e servizi generali come Microsoft, Apple e Google, dall'altra le grandi industrie produttrici di componenti elettronici per l'hardware come Intel. Vi sono quindi le grandi aziende, all'origine produttrici di hardware ma che hanno sviluppato anche software come Bosch e Siemens e che ora stanno sviluppando l'offerta tecnologica sotto forma di piattaforme industriali simili alle piattaforme usate nel commercio, servizi e nel sociale. Vi sono poi numerose società grandi, medie e piccole che forniscono consulenza tecnologica e qualche volta anche hardware specifico di loro concezione. A

questo ecosistema bisogna aggiungere l'azione di startup che possono innovare nel campo delle tecnologie abilitanti o iniziare produzioni manifatturiere con un pieno uso di Industria 4.0. Infine bisogna considerare le università, i laboratori di ricerca pubblici o privati che offrono innovazione, non necessariamente direttamente alle aziende manifatturiere ma anche alle piattaforme e alle aziende di consulenza tecnologica. Ognuno di questi attori merita un approfondimento riguardo alle sue possibilità e limiti dell'offerta innovativa.

### ***Piattaforme industriali e le grandi aziende di hardware e software***

Lo studio in corso ha messo in evidenza per le grandi aziende di hardware e software un nuovo modo di offrire le tecnologie per l'implementazione di Industria 4.0 attraverso l'uso di piattaforme. Queste sono del tutto simili a quelle ben conosciute in ambito commerciale e sociale come Airbnb, Amazon, Google e Facebook, ma non si limitano a fornire tecnologie, ma realizzano un rapporto continuativo con l'industria manifatturiera che comprende studi per problemi specifici del cliente, fornitura di prodotti e servizi ottimali, scambio continuo di dati e informazioni con offerta di servizi come gestione dei big data, cloud computing, cybersecurity, aggiornamenti tecnologici e fornitura di nuove tecnologie permessi dall'ampia e diversificata struttura della piattaforma. Le piattaforme industriali hanno naturalmente alcune importanti differenze rispetto a quelle commerciali e sociali. I prodotti e i servizi della piattaforma industriale necessitano di una solidità per essere accettati e non sono sostenibili da reazioni o gratificazioni istantanee come nei social networks, o godere di tempi di acquisto e valutazione rapidi come nelle piattaforme commerciali o di servizio pubblico. Le piattaforme per la loro importanza sono oggetto di vari studi. Una breve descrizione generale della struttura e dei processi che caratterizzano le piattaforme può essere trovata all'indirizzo <http://platformdesign toolkit.com/toolkit>. Una piattaforma può essere vista come un sistema di cerchi concentrici, Al centro i proprietari della piattaforma gli *owners*, nel nostro caso ad esempio le grandi aziende come Bosch o Siemens, in stretto contatto con i *partners*, cioè, loro filiali, aziende, consulenti, ecc. che hanno con gli owners un forte legame continuativo per il funzionamento della piattaforma. All'esterno abbiamo i *peer producers*, aziende, consulenti, ecc. che contribuiscono all'attività della piattaforma anche se in modo discontinuo a seconda dei bisogni. Più all'esterno vi sono i *peer consumers*, cioè le aziende clienti, nel nostro caso le aziende manifatturiere che fruiscono delle tecnologie, aggiornamenti, servizi, ecc. Esternamente alla piattaforma vi sono infine gli *stakeholders*, entità che hanno interesse a favorire la piattaforma come ad esempio entità che forniscono aiuti o incentivi

per le sue attività. Nella piattaforma vi sono poi dei processi di transazione. Questi possono essere monetari, come quelli dei peer consumers verso la piattaforma per prodotti o servizi, ma anche di informazioni e dati che sono scambiati tra tutti i componenti della piattaforma. Per le transazioni vengono poi usati specifici canali in grado di favorire e massimizzare i suoi flussi. Un'azienda manifatturiera che entra a far parte di una piattaforma non ha più bisogno di innovare singolarmente poiché partecipa essa stessa al co-sviluppo con l'insieme della piattaforma sia per innovazioni tecnologiche generali che specifiche per i suoi bisogni. A questo punto gli attori e i processi che costituiscono sul piano tecnologico e di business la *open innovation*, considerando solo le tecnologie, la *distributed innovation*, vengono inclusi e coordinati nelle piattaforme formando un nuovo modo di fare innovazione tecnologica. In questo nuovo modo la competizione tecnologica non avverrebbe più tra le aziende ma tra le piattaforme. Infine la piattaforma, per la sua flessibilità e ampiezza, dovrebbe essere meno sensibile anche alla velocità di apparizione di innovazioni evitando l'uso di tecnologie obsolescenti nei progetti come discusso precedentemente. Anche se le piattaforme industriali hanno trovato un inizio soprattutto con le grandi imprese, la loro forma per condurre e offrire innovazione è generale, ed esistono anche società di consulenza che pianificano lo sviluppo di piattaforme per i loro servizi, e perfino startup che propongono la loro tecnologia come piattaforma.

### ***Aziende di consulenza tecnologica***

Anche con lo sviluppo delle piattaforme da parte delle grandi imprese, le aziende di consulenza tecnologica avrebbero comunque il loro posto nell'ecosistema di Industria 4.0. poiché le tecnologie utilizzabili e i problemi da affrontare sono molteplici, e probabilmente non potranno essere coperte completamente neanche dalle grandi piattaforme. In realtà per le aziende di consulenza tecnologica si aprono varie possibili strategie. Le aziende più grandi potrebbero realizzare, come abbiamo già citato, una loro piattaforma specializzata, oppure entrare in una grande piattaforma come peer producers e forse eventualmente diventare partner. Per le aziende più piccole rimane la possibilità di trovare nicchie in cui stabilizzare la propria attività. L'offerta tecnologica delle aziende di consulenza potrebbe sfociare in un regime di Regina Rossa e dover anche affrontare gli effetti della velocità di innovazione e la conseguente obsolescenza delle tecnologie dei loro progetti d'implementazione.

### ***Università e laboratori di ricerca***

Le università e i laboratori di ricerca pubblici o privati possono naturalmente contribuire all'offerta tecnologica innovativa per Industria 4.0. Esistono in Italia tuttavia una serie di difficoltà a sviluppare il processo di *science to business*. Alcune di queste sono state identificate ad esempio studiando organizzazioni interne all'università dedicate alle tecnologie come il caso del NIS, un centro dedicato alle nanotecnologie dell'Università di Torino. Lo studio presentato alla 27° Conferenza del CHER a Roma nel settembre 2014, e pubblicato come working paper del CERIS 15/2014 [www.ircres.cnr.it](http://www.ircres.cnr.it), aveva segnalato alcune debolezze riguardo prima di tutto la prevalente visione culturale della ricerca scientifica piuttosto che una visione anche applicativa. Accanto a una buona attività di ricerca scientifica non vi è quindi una corrispondente buona attività di generazione di brevetti, come si osserva nelle università americane ma anche europee. Vi sono inoltre aspetti legislativi e dei regolamenti che non sono favorevoli, mentre gli uffici universitari di trasferimento tecnologico hanno risorse umane e finanziarie limitate. Il rapporto tra università e PMI è ancora più difficile, come è risultato da uno studio sui progetti di R&S con l'università del Consorzio Rugaris costituito da una ventina di PMI nel campo della rubinetteria (Rapporto Tecnico CERIS N° 46/2013 [www.ircres.cnr.it](http://www.ircres.cnr.it)). La difficoltà osservata era nella mancanza di studi collaterali alla R&S riguardo la competitività dell'innovazione e la situazione brevettuale. Questi studi non fanno parte normalmente dell'attività universitaria, e non sono presi abbastanza in considerazione dalle PMI, provocando fallimenti nei progetti. Il problema non esiste con la grande industria che assume essa stessa questi compiti rendendo il rapporto con l'università molto più efficiente. Purtroppo la crisi degli anni 80 con la chiusura o il ridimensionamento di molte grandi industrie ha compromesso lo sviluppo di un buon rapporto tra l'università e l'industria in Italia.

Il piano governativo per la promozione di Industria 4.0 in Italia ha previsto tutta una serie di misure per migliorare il rapporto università-industria ai fini di questa trasformazione. Questo piano si basa sulla creazione e il finanziamento di centri chiamati *Digital Innovation Hub* per aiutare le PMI italiane nella trasformazione verso l'Industria 4.0, e dei *Competence Center*, o centri di competenza, realtà che fanno riferimento ad alcune università italiane con l'obiettivo di intensificare le relazioni tra ricerca e industria. I Digital Innovation Hub sono definiti come cluster tecnologici che agiscono da ponte tra impresa, ricerca e finanza, da concepire e realizzare con la collaborazione di Confindustria con un coinvolgimento bottom up di territori, università e centri di ricerca di eccellenza e costituiscono un asset strategico per la crescita e lo sviluppo economico. I Competence Center puntano sostanzialmente a incentivare il rapporto tra università e aziende e prevedono un forte

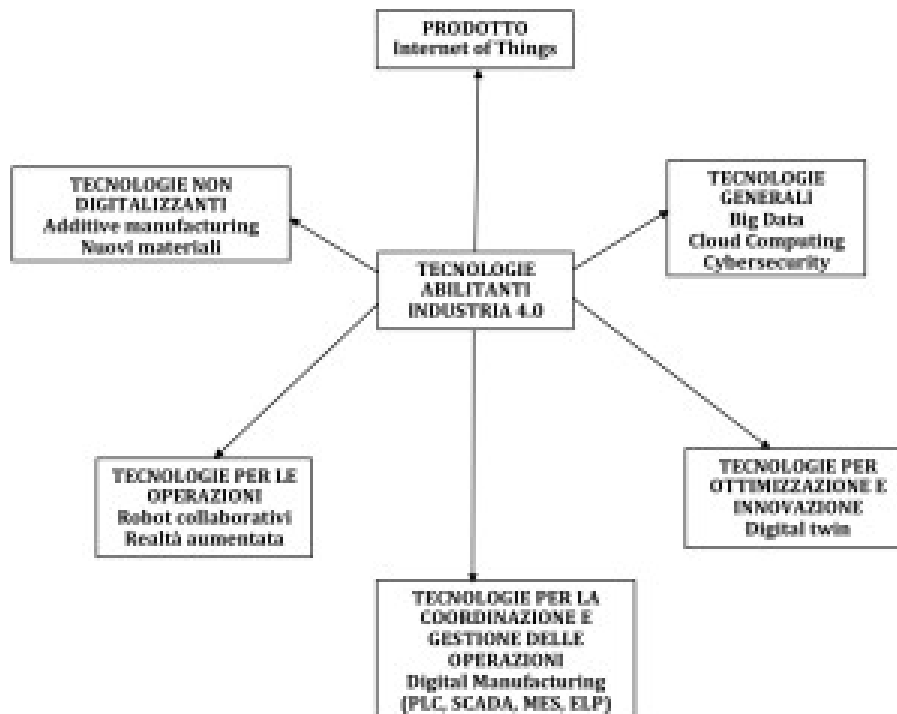
coinvolgimento di poli universitari di eccellenza e grandi player privati. Una valutazione delle reali possibilità che hanno questi interventi deve però tener conto del contesto del sistema innovativo territoriale italiano, e la sua capacità di sviluppare nuove tecnologie, e inoltre dell'offerta tecnologica globale per Industria 4.0. Sui sistemi innovativi territoriali e le loro capacità di promuovere l'innovazione tecnologica sono stati studiati all'IRCRES due sistemi molto differenti che riguardano rispettivamente la Svizzera con il Canton Ticino, e l'Italia con la provincia del Verbano-Cusio-Ossola, utilizzando come benchmarking il sistema innovativo della Silicon Valley. Questo lavoro, pubblicato nei Quaderni IRCRES Vol. 3 n.1 2018 [www.ircres.cnr.it](http://www.ircres.cnr.it), ha dimostrato i vantaggi di un approccio bottom up sempre aperto a proposte di finanziamenti nel promuovere la R&S nella PMI rispetto all'approccio top down dell'UE e dell'Italia con i bandi di concorso. Inoltre ha dimostrato l'importanza di un approccio dinamico dell'università nel proporre innovazioni all'industria, e non semplicemente attendere che l'industria la contatti per i suoi bisogni, da cui la necessità per l'università di avere budget disponibili per studi di prefattibilità e per i contatti con le industrie potenzialmente interessabili all'innovazione. Quest'ultimo aspetto è importante per i Competence Center che dovrebbero assumere una posizione attiva di proposta e non semplicemente aspettare che le imprese portino i loro bisogni. Un altro aspetto che riguarda il rapporto università-industria è la posizione che potrebbero avere entità come i Digital Innovation Hub e i Competence Center del piano governativo nell'ecosistema globale dell'offerta tecnologica di Industria 4.0. In particolare come si situerebbe un'eventuale competizione tra i Competence Center e le piattaforme industriali nell'offerta tecnologica all'industria manifatturiera. Le informazioni che si hanno sull'ecosistema di Industria 4.0 tendono a mostrare una netta prevalenza dei processi *business to business* piuttosto che *science to business*. In queste condizioni le piattaforme polarizzerebbero nettamente il rapporto con la manifattura piuttosto che le università, i laboratori di ricerca e i Competence Center. Questo per le loro caratteristiche di rapporto continuo e innovativo con l'industria, e l'ampiezza e la flessibilità della loro offerta tecnologica. In un ecosistema formato prevalentemente da piattaforme i Competence Center potrebbero però trovare un loro ruolo come peer producers e i Digital Innovation Hub come stakeholders. Si potrebbe anche pensare che gli stessi Competence Center si possano organizzare come piattaforme, sempre che riescano ad avere i mezzi e la flessibilità organizzativa necessaria che le strutture universitarie da cui derivano non hanno. Un'ultima considerazione riguarda la posizione di entità come i Competence Center nella ramificazione dell'evoluzione delle tecnologie abilitanti che abbiamo discusso

precedentemente. Premesso che è difficile, anche se non escluso, che qualche centro diventi sorgente di innovazioni radicali che darebbero luogo a importanti ramificazioni tecnologiche, i Competence Center con i loro laboratori e attività di ricerca e R&S si situano piuttosto nelle zone intermedie delle ramificazioni dando supporto più che sostituirsi alle piattaforme o alle aziende che sviluppano e offrono tecnologie.

### ***Le startup e il loro ruolo in Industria 4.0***

Nonostante le startup godano attualmente di grande interesse, esse non sono ancora state oggetto di particolare attenzione negli studi su Industria 4.0. Questo nonostante che le startup siano importanti attori di innovazioni tecnologiche e di nuovi modelli di business. Nell'ecosistema dell'offerta tecnologica di Industria 4.0 le startup possono avere due funzioni. Nella prima possono offrire innovazioni nel campo delle tecnologie abilitanti, addirittura organizzandosi come piattaforme o collaborando come peer producers in grandi piattaforme. Nella seconda possono operare come aziende di servizi o produttrici con piena utilizzazione delle tecnologie abilitanti, e lo sviluppo di nuovi modelli di business, senza essere legati a modelli già esistenti in uso nelle PMI tradizionali. In particolare le startup non solo possono entrare in competizione con i sistemi produttivi e prodotti tradizionali ma anche sviluppare nuovi prodotti ad esempio con l'IoT. In ambedue i casi le startup possono arrivare poi alla tipica exit positiva di essere acquistate o diventare aziende stabili. Le startup nascono tipicamente con spin off da laboratori di ricerca universitari, pubblici o privati, da grandi società o anche aziende di consulenza tecnica, e possono fruire di aiuti tipici sotto forma di strutture o di aiuti finanziari e di coaching. Nel campo delle strutture si hanno uffici di co-working con spazi e servizi per il loro lavoro, open lab per la costruzione di prototipi, incubatori o edifici in parchi scientifici e tecnologici a seconda del loro livello di sviluppo. Sul piano della promozione, oltre a servizi di informazione e orientazione, vi sono anche gli aiuti finanziari. Quando si considerano gli aiuti finanziari pubblici alle startup, in particolare per supplire la mancanza di un'adeguata disponibilità territoriale di capitali privati, occorre considerare che il venture capital tipicamente non fornisce solo capitali ma anche conoscenze, esperienza e strategie attraverso i consigli di amministrazione delle startup, cosa che il pubblico non necessariamente ha la possibilità di fare. Gli aiuti pubblici sono quindi efficaci soprattutto per finanziare attività preliminari come le prefattibilità e la ricerca di finanziamenti. Se vi sono molti aiuti a livello delle attività delle startup, vi è meno attenzione sugli aspetti della loro generazione basata su creatività e imprenditorialità accompagnate da una mentalità adatta a questo tipo di attività. Vi è tuttavia

qualche esempio di questo importante tipo di promozione come il caso dell'Associazione "La Storia nel Futuro". Essa si occupa da più di dieci anni di questi aspetti generativi organizzando viaggi studio nella Silicon Valley con incontri con manager e imprenditori italiani che lavorano in quel territorio. L'Associazione a fine 2017 ha inviato nella Silicon Valley un totale di 314 studenti laureandi, 265 imprenditori e manager e 43 funzionari e professori universitari. L'azione sugli studenti ha generato una ventina di startup, mentre i partecipanti aziendali hanno confermato, da un'inchiesta fatta, come l'interesse di questi viaggi sia soprattutto nel conoscere i modi organizzativi e i modelli di business usati nella Silicon Valley.



Utilizzazione delle tecnologie abilitanti in Industria 4.0

## INDUSTRIA 4.0 E LE PMI

Il rapporto delle PMI e dei distretti industriali con Industria 4.0 è un argomento tuttora in studio su cui si possono fare solo alcune considerazioni preliminari. Ci sono aspetti, non di natura tecnologica, che toccano evidentemente la PMI nell'implementazione di Industria 4.0 e sono le limitate risorse per gli investimenti e le basse capacità produttive che limitano i ritorni sugli investimenti fatti. Questo può portare a una differenziazione sulle possibilità di adottare le varie tecnologie abilitanti, che hanno costi differenti anche in termini di studi da condurre per la loro utilizzazione, e quindi correre il rischio di un'implementazione non ottimale. L'introduzione delle tecnologie abilitanti nelle PMI passa attraverso la struttura tecnologica operativa della manifattura. Alcune tecnologie abilitanti, come abbiamo già visto, sono coinvolte nelle

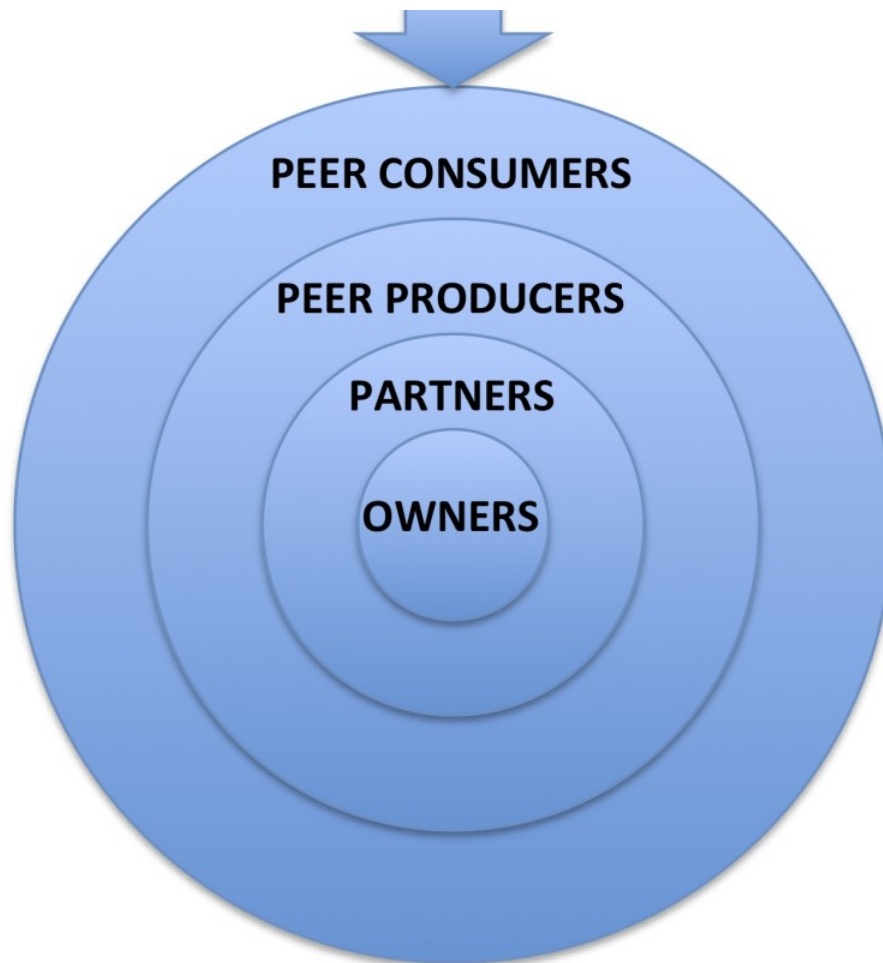
singole operazioni, altre invece connettono le operazioni e coordinano e organizzano la produzione. Le prime hanno già utilizzazioni, come la robotica, e la loro implementazione potrebbe essere relativamente facile per la PMI. Altre, come il digital manufacturing e il digital twin, potrebbero essere più difficili da introdurre anche per i loro costi. Difficoltà possono presentarsi anche per i costi di un rinnovo radicale dei prodotti utilizzando l'IoT. Questi limiti possono infine portare indirettamente a un basso utilizzo di tecnologie come i big data, il cloud computing e la cybersecurity. Conseguentemente le PMI potrebbero subire svantaggi competitivi rispetto ad aziende concorrenti di più grandi dimensioni che hanno potuto implementare Industria 4.0 in misura maggiore e con maggiori vantaggi. Oltre ai limiti d'implementazione di Industria 4.0 che abbiamo visto vi sono poi per le PMI alcuni ostacoli che abbiamo già citato, come il persistere di un regime della Regina Rossa che ostacola l'apertura verso le tecnologie radicali di Industria 4.0, e gli effetti di intranaltà che ostacolano l'introduzione di nuove tecnologie nelle filiere produttive. La bassa disponibilità di capitali potrebbe anche portare a un importante frazionamento nell'introduzione di tecnologie abilitanti, e il sorgere di problemi di standardizzazione e protocollo nella compatibilità tra le nuove tecnologie che si vogliono introdurre e quelle già presenti.

Nel caso delle PMI dei distretti industriali vi sono alcune possibilità di soluzione ai problemi citati precedentemente. La prima è quella di una cooperazione tra le aziende produttrici e subfornitrici del distretto su studi comuni per l'introduzione di tecnologie abilitanti nella produzione riducendo almeno questi costi se non quelli dell'acquisto dell'hardware e del software relativo. Esempi di collaborazioni nel campo dell'innovazione tecnologica esistono già, come nel caso del Consorzio Ruvaris dei distretti della rubinetteria studiato in un lavoro già citato (Rapporto Tecnico CERIS N° 46/2013 [www.ircres.cnr.it](http://www.ircres.cnr.it)). Vi è poi una soluzione più ambiziosa che meriterebbe di essere studiata. Essa consiste nel limitare le attività delle PMI di un distretto all'innovazione tecnologica, la progettazione e commercializzazione dei propri prodotti, e realizzare una manifattura comune, in piena utilizzazione di Industria 4.0 con la sua efficienza e flessibilità da poter fabbricare tutti i vari tipi di prodotti delle aziende, ma con capacità di produzione totale interessante dal punto di vista economico.



**STAKEHOLDERS**





#### **Struttura generale a cerchi concentrici di una piattaforma industriale**

**Owners:** proprietari della piattaforma

**Partners:** aziende con una collaborazione importante e continua con la piattaforma

**Peer Producers:** aziende con una collaborazione richiesta a seconda dei bisogni

**Peer Consumers:** aziende clienti collegate con la piattaforma che fruiscono delle tecnologie

**Stakeholders:** entità che favoriscono l'attività della piattaforma

## **CONCLUSIONI**

Uno dei problemi più importanti nello svolgimento di questo lavoro riguarda il fatto che, nonostante il gran numero di studi esistenti su Industria 4.0, la sua implementazione a livello della PMI, al di là di un certo uso della robotica, è nulla o quasi, e solo la grande industria ha cominciato a interessarsene da qualche anno. Non vi è quindi un'esperienza reale disponibile per giudicare la validità di Industria 4.0, in particolare nella PMI, mentre la sua implementazione completa si presenta sicuramente a lungo termine lasciando aperte importanti evoluzioni, anche inattese, nelle tecnologie abilitanti. In

realtà si è abbastanza sicuri che l'evoluzione dell'intelligenza artificiale, abbia grossi potenziali, e che determinerà possibilità e limiti di Industria 4.0, ma non sappiamo esattamente quale forma evoluta assumerà nella realtà industriale. Molti studi su Industria 4.0 fanno previsioni sulla base di estrapolazioni della situazione attuale. Questo tuttavia non è un buon metodo per le tecnologie poiché queste evolvono con processi combinatori che hanno una base stocastica. Il modo in cui si presenta l'implementazione di Industria 4.0, nel quadro di un complesso ecosistema industriale, potrebbe dare luogo a trasformazioni molto più generali che coinvolgono tutto il modo in cui si fa attualmente innovazione tecnologica, e questo per il probabile sviluppo delle piattaforme industriali. Queste creano network di attività innovativa continua coinvolgendo sia gli attori che fanno innovazione che le industrie che le devono utilizzare. Vi è quindi una possibile importante evoluzione nel modo di fare innovazione tecnologica. Si può considerare che la forma moderna d'innovazione tecnologica sia iniziata nel XX secolo con i laboratori di R&S industriali, arricchitasi nella seconda metà del secolo di altri attori come i laboratori di ricerca universitari, pubblici o privati, e la nascita delle startup finanziate dal venture capital. Ora essa sembra tendere verso un sistema integrato attorno a piattaforme che forniscono agli utilizzatori in maniera continua nuove tecnologie, aggiornamenti e servizi. Le strategie delle imprese verso l'innovazione tecnologica potrebbero evolvere poiché non hanno più il bisogno di attivarsi singolarmente nel generare innovazione tecnologica, né di acquistarla in forma di singoli trasferimenti tecnologici e servizi contrattualmente definiti nel tempo. Molte altre strategie come cooperazioni, co-sviluppo, acquisto, vendita e finanziamento di startup, compravendita di brevetti e competenze si trovano in gran parte integrate nella piattaforma che quindi si sostituisce ai tipici regimi di open innovation o distributed innovation già citati. In queste condizioni la competizione tecnologica si trasferisce dalle aziende alle piattaforme, e i compiti principali delle aziende manifatturiere si trasferiscono verso l'innovazione di prodotto e la sua commercializzazione, mentre la produzione avviene con l'implementazione avanzata di Industria 4.0, in maniera quasi autonoma, e supportata tecnologicamente dalle piattaforme. Si può avere un'idea di come potrebbe essere organizzato un sistema industriale di questo tipo guardando al caso della Silicon Valley. Il suo sistema innovativo è stato descritto in un lavoro già citato (Quaderni IRCRES Vol. 3 n.1 2018) dove è stato usato come benchmarking per lo studio di altri sistemi territoriali. Nel sistema della Silicon Valley le attività delle imprese sono orientate soprattutto sullo sviluppo di prodotti e servizi innovativi, mentre le fabbricazioni sono prevalentemente realizzate nel sud est asiatico, non essendo naturalmente ancora disponibili fabbricazioni autonome come

previsto per Industria 4.0. La strategia industriale è basata sulla convinzione che un'innovazione intensa, continua e possibilmente radicale non può avere che forti ritorni d'investimento che non sono, come nell'industria tradizionale un obiettivo, ma un sottoprodotto fatale. Per questo i nuovi prodotti non sono sfruttati commercialmente a fondo, ma possono essere facilmente cannibalizzati da ulteriori nuovi prodotti. Si possono fare infine alcune riflessioni specifiche sul caso italiano. Gli investimenti in R&S in Italia, contrariamente ai più innovativi paesi industrializzati, sono prevalentemente pubblici. Ciò è dovuto anche alla forte presenza di PMI nella struttura industriale. Queste riescono a restare competitive facendo innovazioni su base combinatoria, senza praticamente ricorrere alla R&S come descritto in uno studio già citato (WP IRCRES 13/2016). Non è sicuro tuttavia che la competitività tecnologica, in particolare in Industria 4.0, possa essere sostenuta da una strategia innovativa puramente combinatoria. In Italia si è poi diffusa l'idea che la R&S e l'innovazione possa migliorare attraverso una relazione più intensa tra università e industria, e che l'insufficienza di venture capital possa essere compensata da finanziamenti pubblici. Quest'ultima possibilità è già stata criticata precedentemente notando che l'apporto di venture capital non è solo finanziario ma anche di esperienze che non necessariamente esistono nel pubblico. Per quanto riguarda la relazione università industria per la R&S la situazione è molto più complessa. In realtà, per il modo in cui evolve l'innovazione tecnologica, l'industria italiana non potrà esimersi, per conservare competitività, da un aumento sostanziale della percentuale dei suoi investimenti in R&S rispetto al pubblico. D'altra parte il contributo che può dare l'università all'innovazione non può sostituirsi a quello dell'industria, e non può avvenire semplicemente con l'aumento delle relazioni università-industria. In un sistema innovativo basato sulle piattaforme industriali i punti di forza delle università sono piuttosto nell'identificare opportunità innovative dalla ricerca scientifica, senza limitarsi alla sola visione culturale, collaborare con le piattaforme, e allacciare rapporti d'intreccio tra ricerca scientifica e R&S con l'industria su temi generali, come descritto nel modello di R&S studiato all'IRCRES (WP 2/2017), e infine nella possibilità di generare startup utili all'ecosistema di Industria 4.0, piuttosto che avere singoli rapporti contrattuali per progetti di R&S in risposta a specifici bisogni dell'industria.



LASCIA UNA RISPOSTA

Occorre aver fatto il login per inviare un commento

---

Copyright © 2014 Management Innovation - All Rights Reserved

Partita IVA e Codice Fiscale: 10027101004 - Sede legale: Viale della Galassia 43 00040 Rocca Priora (Roma) tel +39  
06 9406339

[info@managementinnovation.it](mailto:info@managementinnovation.it) - Privacy e Cookie Policy