

# Revisione roadmap del distretto advanced manufacturing e domanda di “Industria 4.0” espressa dagli altri distretti tecnologici



Regione Toscana



Firenze, Dicembre 2017

## RICONOSCIMENTI

Questo studio è stato commissionato all'IRPET da Regione Toscana - Autorità di Gestione del POR-FESR. Il rapporto è stato realizzato da un gruppo di lavoro composto da Andrea Bonaccorsi (UniPi), Roberto Pini (IFAC-CNR), Alberto Toccafondi (UniSi) e Giovanni Ferrara (UniFi), nell'ambito dell'attività dell'Area di ricerca *Sviluppo locale, sistemi produttivi e imprese* dell'IRPET, coordinata da Simone Bertini.

La Strategia di Specializzazione Intelligente (Smart Specialization Strategy, S3) è diventata, nel giro di pochi anni, uno dei principali strumenti di policy per i governi nazionali e regionali in tutta Europa.

Nella sua versione più riduttiva la S3 è uno strumento di prioritizzazione e selezione delle misure, secondo la convinzione, largamente diffusa, che occorra una maggiore concentrazione delle risorse pubbliche su pochi obiettivi. In realtà non è questa la funzione più importante della S3, e probabilmente nemmeno la più praticata.

Essa è piuttosto uno **strumento di intelligenza collettiva** e di allineamento di obiettivi tra attori differenziati, nella ricerca di opportunità per imprimere dinamismo e cambiamento ai sistemi economici e sociali. **Conta più il processo che il risultato**, in un certo senso. Conta la creazione di una abitudine condivisa a ragionare in termini strategici, oltre gli orizzonti di breve respiro, e a cercare le collaborazioni, le alleanze, le interazioni con i soggetti con i quali si condividono obiettivi. Trattandosi di innovazione, occorre moltiplicare le occasioni di circolazione di conoscenza e di applicazione tra mondo della ricerca pubblica, università, imprese, fornitori di servizi avanzati, intermediari territoriali intelligenti, decisori pubblici.

Appartiene poi alla natura di tutti i processi strategici il fatto di precipitare poi in un documento, in un testo scritto, anche con una certa ampiezza e solennità, a testimoniare l'importanza che viene riconosciuta. **Non è burocrazia, è strategia.**

In questo senso la S3 sviluppata in Toscana è un buon esempio, riconosciuto anche a livello nazionale ed europeo. Essa è stata costruita con una combinazione tra bottom up e top down, ingaggiando tutti i cluster tecnologici e i poli di innovazione che riuniscono e rappresentano le dinamiche dei diversi settori del sistema produttivo, con numerosi incontri, focus group, panel di esperti, occasioni di ascolto. Il risultato è stato un buon documento di insieme, affiancato a numerose roadmap tecnologiche e di mercato. Se uno vuole sapere cosa succede nelle industrie, nei settori e nelle tecnologie importanti per il futuro della Toscana, **legga la S3.**

E tuttavia la realtà corre veloce. Da quando la S3 è stata sviluppata e presentata (2013-2014) sono accadute molte cose. Tra queste la **rapida emergenza del tema di Industria 4.0** a livello mondiale e nazionale. Nel giro di pochi anni gli sviluppi tecnologici e di mercato hanno reso possibile e implementabile su larga scala la integrazione cyber-fisica dei processi produttivi. A ciò hanno contribuito vari fattori, come il rapidissimo miglioramento delle tecniche di Intelligenza Artificiale seguito allo sviluppo del *deeplearning*, la ampia diffusione del *cloudcomputing* e più recentemente del *fogcomputing*, la messa a regime di reti di telecomunicazione di ultima generazione, il continuo abbattimento del costo dei sensori. È divenuta possibile una integrazione completa dei sistemi di fabbrica, non limitata alla automazione di singole operazioni e fasi. Ed è diventata praticabile la integrazione di sistemi tra aziende collocate a vari livelli della filiera (fornitori, imprese focali, clienti) e dei sistemi logistici.

Questi cambiamenti hanno trovato rapido ascolto nelle politiche industriali dei paesi a più robusta vocazione manifatturiera, iniziando dalla Germania. Nel caso dell'Italia, Industria 4.0 ha rappresentato una leva formidabile per riprendere il cammino interrotto delle politiche pubbliche di supporto alla innovazione, dando origine alla **prima vera "politica industriale"** da vari anni a questa parte.

Era quindi necessario far incontrare la Strategia di Specializzazione Intelligente e Industria 4.0.

Ciò è avvenuto nell'ambito di un processo, esplicitamente richiesto dalla Commissione Europea, di revisione della S3 a metà circa del percorso. Gli stessi soggetti che avevano realizzato le roadmap di inizio periodo sono state invitate a formulare revisioni e adattamenti

alla luce dei cambiamenti intercorsi. All'interno di questa revisione si colloca la richiesta di verificare in che senso Industria 4.0 può rappresentare una priorità per i rispettivi settori, in termini di innovazioni di processo, di prodotto, o di modelli di business.

Il Rapporto che segue è dunque, per così dire, una lettura di secondo livello, realizzata dall'Advisory Board della Regione Toscana per Industria 4.0. Gli autori hanno in altri termini lavorato sui documenti presentati dai vari cluster regionali, senza svolgere lavoro autonomo di ricerca, dati i tempi ristretti e la natura sintetica dell'esercizio.

Il documento è stato impostato in modo condiviso e realizzato in collaborazione tra i membri dell'Advisory Board. Tuttavia Alberto Toccafondi ha curato la parte relativa a ICT e Robotica, Roberto Pini la revisione di Fotonica e Aerospazio, mentre Giovanni Ferrara ha esaminato il settore dell'Automotive. Si tratta, nei primi due casi, dei settori nei quali vengono prodotte le tecnologie di base del 4.0, oppure, come nel caso dell'Automotive, del settore di elezione delle prime applicazioni integrate. Per queste ragioni la analisi è stata particolarmente approfondita.

Chi scrive invece ha effettuato una lettura trasversale e sintetica dei principali settori "utilizzatori" delle tecnologie 4.0 (Energia, Ferroviario, Interni/Arredo, Marmo, Life sciences, Moda, Nautica, Materiali). In questi casi la analisi si è limitata a registrare la presenza o meno di Industria 4.0 nella revisione delle roadmap e a segnalare le tecnologie ritenute prioritarie, in modo meno approfondito.

Quali indicazioni si traggono dalla analisi delle revisioni della S3 in chiave di 4.0?

Primo, il 4.0 è effettivamente un **paradigma produttivo trasversale alle industrie manifatturiere**, in grado di attivare importanti processi di upgrading. Nessuno dei cluster tecnologici e settori produttivi coinvolti nella S3 ha ritenuto che le applicazioni di 4.0 siano trascurabili. Di fatto tutte le revisioni includono almeno una nuova (o ampiamente rivista) priorità innescata da 4.0.

Secondo, **le applicazioni di 4.0 sono altamente specifiche e rispondono a bisogni molto differenziati e definiti**. Ogni settore ha una sua declinazione di 4.0, in funzione della natura dei cicli produttivi, del grado di automazione, della integrazione della filiera, delle pressioni di mercato, della articolazione dei flussi materiali e informativi. Ciò significa che Industria 4.0 non può essere gestita come una politica industriale di tipo *technology-push*, determinata dai produttori di tecnologia o peggio dai laboratori di ricerca delle università. Occorre avviare una stretta e operativa interazione tra settori utilizzatori e settori produttori di tecnologie.

Terzo, la sfida è **sistemica**. Le analisi delle varie roadmap mettono in evidenza la presenza in Toscana di numerosi agglomerati di elevata qualità in tecnologie rilevanti per 4.0, ma anche la relativa debolezza di grandi soggetti integratori. Le applicazioni nasceranno verosimilmente da processi dal basso di sperimentazione di soluzioni, investimenti gradualmente, prova ed errore. Ciò richiede molta attenzione a identificare gli snodi delle collaborazioni e a rimuovere ostacoli. Non possiamo contare su poche grandi imprese in grado di strutturare intere filiere in ottica 4.0.

La analisi qui presentata può servire anche come modello per la impostazione delle politiche regionali su Industria 4.0.

È evidente che la Regione deve giocare un **ruolo sinergico e complementare alle politiche nazionali**, non di pura sommatoria o, peggio ancora, di sostituzione e competizione. Le politiche nazionali hanno scelto di utilizzare strumenti universalistici e automatici (o semi-automatici), che hanno il vantaggio di generare impatti immediati e di saltare la intermediazione burocratica ministeriale. Alle Regioni è chiesto di complementare queste politiche con altre più **selettive e mirate**.

Questa linea è stata inizialmente attivata con i Bandi di R&S e di supporto agli investimenti, che hanno mostrato un elevatissimo interesse del mondo delle imprese e volumi attesi di investimento molto rilevanti. I progetti selezionati e finanziabili sono tutti molto specifici e

guidati da applicazioni industriali relativamente mature. Ora è la fase nella quale dare struttura alla collaborazione sistemica tra mondo della ricerca e delle tecnologie e imprese. Ciò potrà essere fatto **se ai costituendi Centri di competenza 4.0 verrà data una missione non di ricerca, ma essenzialmente di sviluppo industriale.**

In questo senso le roadmap dei cluster della Toscana, rivisti alla luce di Industria 4.0, vanno considerati come il primo capitolo della agenda dei Centri di competenza.

I ricercatori delle università e degli enti di ricerca continuino a sviluppare nei propri laboratori applicazioni di punta, anche visionarie e in anticipo rispetto ai bisogni del mercato. Continuino a formare nuovi imprenditori tecnologici che tentano di portare sul mercato le visioni anticipatrici.

Ma quando entrano nei Centri di competenza si cambino di abito, e se proprio non ci riescono, facciano entrare persone diverse, formate negli stessi laboratori ma orientate ai risultati industriali. **Nei Centri di competenza si lavora alla rovescia, a partire dai problemi e non dalle tecnologie di punta.** Serviranno processi strutturati di dialogo, metodi di supporto alla innovazione, creazione di nuovi profili professionali di tipo applicativo. Serviranno dimostratori, soluzioni in grado di scalare industrialmente e di trovare ampia diffusione.

In questa prospettiva il documento che segue potrebbe costituire un primo strumento di lavoro.

## 1. ICT

---

### 1.1 Posizionamento internazionale

Lo sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) hanno sostenuto e continuano a sostenere l'innovazione e la competitività nei settori pubblici e privati e rivestono un ruolo fondamentale per i progressi scientifici in tutte le discipline. La Commissione Europea afferma che il settore ICT rappresenta il 4,8% dell'intera economia europea, genera il 25% della spesa totale delle aziende europee nel settore della Ricerca e Sviluppo (R&D) e gli investimenti nelle tecnologie dell'ICT rappresentano il 50% di tutta la crescita della produttività europea. Secondo un recente report della stessa Commissione Europea, il valore aggiunto (VA) del settore ICT nell'unione europea ha raggiunto nel 2014 i 573.617 ML di Euro, più che triplicando in termini reali il VA nel periodo 1995-2014. L'occupazione nel settore ICT in Europa ha superato 5,6 milioni di impiegati nel 2014, 1.5 volte più alta di quella presente nel 1995.

Per quanto riguarda la situazione italiana, secondo un recente rapporto di Assinform, nel 2016 il mercato digitale italiano è cresciuto dell'1,8% rispetto al 2015 raggiungendo i 66.100 milioni di euro. I comparti che hanno registrato il maggiore incremento sono stati i "Servizi ICT" a 10.631,6 milioni di euro (+2,5%), trainato dai servizi di Data Center e Cloud Computing, che nell'insieme crescono del 16,1% a 2.264,7 milioni di euro, con la componente Cloud in crescita del 23%, "Software e Soluzioni ICT", a 6.259 milioni di euro (+4,8%), trainato dalle componenti più innovative quali piattaforme per la gestione Web e Internet of Things, e infine "Contenuti Digitali e Digital Advertising" salito a 9.622 milioni di euro (+7,2%).

Per quanto riguarda la situazione Toscana, secondo un recente rapporto del Distretto Tecnologico FORTIS, il tessuto produttivo dell'ICT in Toscana è costituito in prevalenza da piccole e microimprese, con elevato dinamismo e capacità di innovazione, ma con insufficienti risorse umane ed economiche per attivare una strategia di crescita su un mercato dove acquista sempre più peso la quota internazionale. Sulle 700 imprese associate al Polo di Innovazione -

POLITER nel 2013, il 95% sono PMI e solo il 5% sono grande impresa, che però detiene circa il 60% dei 6.9 miliardi di euro di fatturato e il 55% dei 27.000 addetti.

Un'altra caratteristica del sistema ICT toscano è il fatto che le poche aziende di dimensione medio-grande sono per lo più system integrators, con competenze che spaziano su molti settori. La conseguenza di queste due caratteristiche è l'assenza di comparti strutturati in grado di esprimere delle leadership su ambiti specifici del panorama ICT.

Nel 2013 il Polo ICT-Robotica ha elaborato il documento di settore per la Smart Specialisation Strategy regionale, individuando le aree di maggiore specializzazione territoriale, sia per quanto riguarda le aziende che il mondo della ricerca:

- Cloud Computing
- Internet of Things
- Big Data Analytics & Social Mining

Queste aree di specializzazione ricadono nei settori che secondo il rapport Assinform precedentemente citato, costituiscono i settori di traino dell'ICT in Italia.

## 1.2 SWOT analysis di comparto

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenza in Toscana di aziende altamente innovative, in alcuni casi leader nazionali e/o in crescita (settore Cloud), in grado di competere sui mercati internazionali IoT).</li> <li>- Presenza di un sistema della ricerca di eccellenza ( IoT, Cloud Computing).</li> <li>- Presenza di infrastrutture territoriali (Cloud).</li> <li>- Elevato impatto nel settore manifatturiero del made in Italy in Toscana e a livello internazionale (Cloud).</li> <li>- Mercato potenziale molto ampio.</li> <li>- Presenza di notevoli competenze in ambito Open Source e Open Data per lo sviluppo di una offerta differenziata e competitiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammentazione del tessuto produttivo.</li> <li>- Necessità di costruire percorsi per favorire l'accesso sistematico al mercato internazionale.</li> <li>- Carenza di capitale umano e di risorse necessarie ad incrementare fortemente la produzione;</li> <li>- Carenza di competenze manageriali;</li> <li>- Difficoltà di interazione con i centri di ricerca.</li> </ul>
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte crescita a livello internazionale.</li> <li>- Forti investimenti pubblici in ricerca e sviluppo.</li> <li>- Rafforzamento del posizionamento toscano nei settori chiave ICT.</li> <li>- Incremento dell'occupazione.</li> <li>- Forte ricaduta sui settori produttivi (utilizzo delle tecnologie per innovazione di prodotti e processi, riduzione di costi di produzione)</li> <li>- Possibilità di utilizzare strumenti di partenariato pubblico-privato (es. pre-commercial procurement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande competizione e fermento in tutti i settori, con ingresso continuo nel mercato di nuovi competitor (Cloud, IoT, Robotica)</li> <li>- Acquisizioni di idee e imprese da parte di grandi gruppi stranieri con conseguente delocalizzazione</li> <li>- Riduzione progressiva dei budget degli enti pubblici (IoT)</li> </ul>

### 1.3 Elenco roadmap aggiornate rispetto a quelle approvate inizialmente

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Cloud Computing	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi di smart cloud.</li> <li>- Tecnologie di Cognitive computing, smart cloud, cloud optimization, service composition, dynamic SLA.</li> <li>- Modelli di rappresentazione dei dati e delle conoscenza e meccanismi di reasoning e deduzione .</li> <li>- Modellazione di SLA dinamiche e orientate ai servizi singoli. Algoritmi di adattamento automatico delle SLA e dei servizi.</li> <li>- Tecnologie Nano e Micro;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SMB cloud per imprese manifatturiere nell'ambito della moda e del made in Italy.</li> <li>- Cloud &amp; eManufacturing (riduzione dei costi di produzione, riduzione dei costi di gestione delle infrastrutture ICT delle aziende manifatturiere);</li> <li>- Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e privato - eMobility, sistemi ITS);</li> <li>- e-Health &amp; e--Gov (riduzione costi di gestione PA e servizi sanitari);</li> <li>- ICT Security;</li> <li>- Smart Health.</li> </ul>
2) Internet of Things	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radio Frequency ID.</li> <li>- Wireless Sensor Networks.</li> <li>- Low-Power Wireless Communication.</li> <li>- Connettività 5G e comunicazione M2M massiva.</li> <li>- Tecnologie Cloud e Open Source.</li> <li>- Smart metering architectures.</li> <li>- Sensoristica intelligente.</li> <li>- Signal processing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Smart Grid (reti energetiche intelligenti).</li> <li>- Green ICT (riduzione consumi apparati ICT e rifiuti elettronici).</li> <li>- Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e privato - e-Mobility, sistemi ITS, Domotica).</li> <li>- e-Health &amp; e-Gov (riduzione costi di gestione PA e servizi sanitari);</li> <li>- e-Safety (protezione attiva negli ambienti di lavoro)</li> <li>- Turismo &amp; Beni Culturali (soluzioni mobile avanzate per migliorare l'esperienza del turista/visitatore).</li> <li>- Smart Factory (Integrazione Orizzontale: networking tra macchine, parti di impianto o unità di produzione. Integrazione Verticale: network dal sensore al livello business dell'azienda.)</li> </ul>
3) Big Data Analytics & Social Mining	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Management for Business Intelligence</li> <li>- High Performance &amp; Scalable Analytics</li> <li>- NO-SQL Big Data Platforms;</li> <li>- Data mining and crawling</li> <li>- Decision support.</li> <li>- Reasoning</li> <li>- Knowledge management</li> <li>- Service oriented composition</li> <li>- Parallel and grid computing</li> <li>- Business analytics</li> <li>- Semantic computing</li> <li>- Big data</li> <li>- Open data</li> <li>- Natural language processing</li> <li>- Stream processing;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- e-Manufacturing (riduzione dei costi di produzione, riduzione dei costi di gestione delle infrastrutture ICT delle aziende manifatturiere);</li> <li>- Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e privato, sistemi ITS);</li> <li>- Smart Health;</li> <li>- Turismo &amp; Beni Culturali (soluzioni mobile avanzate per migliorare l'esperienza del turista/visitatore);</li> <li>- Informazione ed editoria;</li> <li>- Finanza e assicurazioni;</li> <li>- Retail;</li> <li>- Smart Factory (Analisi dati di processi industriali. Aiuto alle decisioni)</li> </ul>

Le roadmap numero 1 e 2 rappresentano aggiornamenti di precedenti roadmap individuate nel documento RIS3-2013 del Polo ICT/Robotica. Gli aggiornamenti sono stati in gran parte desunti dal documento Piano Strategico del Distretto FORTIS -2015. La roadmap numero 3 non era presente nel documento, ma è stata individuata come fondamentale nel Piano Strategico del Distretto FORTIS -2015, e rappresenta un importante aggiornamento alle roadmap pre-esistenti.

## 1.4 Elenco roadmap non aggiornate e motivazione

Le roadmap che ricadono nel settore ICT e Robotica, identificate nel documento, hanno trovato tutte un aggiornamento nel documento Piano Strategico del Distretto FORTIS -2015, ad eccezione della roadmap numero 4 indicata nella successiva tabella.

Polo	Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata
POLITER	1) Sistemi acustici per i servizi al cittadino e l'intrattenimento	4	Sistemi integrati comprensivi di gestore, amplificatori, casse, ecc.. Soluzioni di cancellazione del rumore e di confinamento del suono, sistemi di ottimizzazione.

## 1.5 Descrizione di ciascuna roadmap

### *Roadmap Numero 1*

#### Titolo

#### Cloud Computing

(Sistemi Cloud avanzati)

#### Descrizione

- 1) Tecnologie da sviluppare:
  - Soluzioni di smart cloud basate su cognitive computing, fornitura di knowledge as a service (cognitive computing as a service) orientate alle PMI
  - Soluzioni per l'ottimizzazione ed il monitoring di applicazioni cloud a consumo, combinazione e l'interoperabilità di servizi su cloud in funzione della formalizzazione di service level agreement
  - Soluzioni atte a garantire la sicurezza e la disponibilità dei dati, oltre che capaci di contrastare la contraffazione e di tutelare tutti gli aspetti di privacy
  - Smart Cloud, soluzioni di intelligence e smartness per le PMI: ottimizzazione delle risorse, riduzione dei costi di produzione, automazione di fabbrica, fabbrica senza esseri umani
  - Soluzioni connesse e derivate dal social media, e media computing che tenderanno ad essere pervasive specialmente attraverso sistemi mobili
  - Soluzioni pervasive fondate da sistemi di smart e network sensors, internet of things, anche in oggetti e strumenti che oggi ne sono privi.
  - Soluzioni di e-mobility, e guida connessa di veicoli, veicoli in sharing, veicoli a guida autonoma
  - Soluzioni per nuovi modelli di business che spostano in tutti i campi il fuoco dal prodotto al servizio a consumo (cloud of things)
- 2) Gli ambiti di applicazione:
  - Cloud & eManufacturing (riduzione dei costi di produzione, riduzione dei costi di gestione delle infrastrutture ICT delle aziende manifatturiere)
  - Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e privato - eMobility, sistemi ITS)
  - e-Health & e-Gov (riduzione costi di gestione PA e servizi sanitari)
  - Applicazioni di ICT Safety & Security.
- 3) Principali contesti territoriali di applicazione:
- 4) Target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).

#### Asset strategici

- In Toscana, in questo comparto, si contano circa 80 aziende delle 700 che hanno aderito al distretto ICT-Robotica, con circa 1600 addetti che operano nella produzione e distribuzione di sistemi gestionali e di business intelligence specifici sia in Italia all'estero. Solo a titolo di esempio citiamo VAR group, Thales Italia, Engineering, ecc., insieme a molte PMI e start-up. Queste aziende presentano connessioni con player internazionali come IBM, CISCO, Microsoft, HP, DELL, ecc..
- In Toscana sono presenti anche numerosi centri di ricerca di eccellenza che presentano forti competenze nelle aree del cloud, bigdata, soluzioni di intelligence.
- Nel contesto regionale esistono peraltro le condizioni per favorire l'adozione e lo sviluppo di soluzioni basate su software Open Source al fine di garantire economicità e sostenibilità nel medio lungo termine dei prodotti/servizi.

## Roadmap Numero 2

### Titolo

#### Internet of Things

(Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)

### Descrizione

- Tecnologie da sviluppare;
- Metering gateways, data concentrators, sistemi per la gestione della domanda (DSM)
- Soluzioni per l'ottimizzazione ed il monitoraggio dei consumi energetici;
- Sensori per il monitoraggio del traffico;
- Soluzioni di e-mobility, e guida connessa di veicoli, veicoli in sharing, veicoli a guida autonoma;
- Soluzioni per il City Operating System;
- Soluzioni per lo smart tourism;
- Soluzioni pervasive fondate da sistemi di smart e network sensors, anche in oggetti e strumenti che oggi ne sono privi;
- Gli ambiti applicazione;
- Smart Grid (reti energetiche intelligenti)
- Green ICT (riduzione consumi apparati ICT e rifiuti elettronici)
- Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e privato - e-Mobility, sistemi ITS, Domotica)
- e-Health & e-Gov (riduzione costi di gestione PA e servizi sanitari)
- e-Safety (protezione attiva negli ambienti di lavoro)
- Turismo & Beni Culturali (soluzioni mobile avanzate per migliorare l'esperienza del turista/visitatore)
- Smart Factory (Integrazione Orizzontale: networking tra macchine, parti di impianto o unità di produzione. Integrazione Verticale: network dal sensore al livello business dell'azienda.)
- Principali contesti territoriali di applicazione;
- Target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).

### Asset strategici

- Le imprese di maggiore dimensione con sede in Toscana sono Aruba, Basilichi, Ericsson, Tiscali, Telecom Italia, ecc. Esistono poi molte imprese di grandi dimensioni fortemente impegnate nel settore che potrebbero essere interessate ad investire nel territorio regionale qualora vi fosse una caratterizzazione tecnologica e di competenza (IBM, Cisco, Google, Deutsche Telekom stanno fortemente focalizzando la loro innovazione sulle tematiche dell' IoT).
- A livello di ricerca sono presenti in Toscana numerosi centri universitari con eccellenze riconosciute nell'ambito delle tecnologie wireless, della sensoristica avanzata, della sicurezza delle informazioni, nonché centri quali il CNIT (Unità di Siena e Firenze) attualmente impegnato in studi e Ricerche sull'applicazione del 5G in ambito IoT.

## Roadmap Numero 3

<b>Titolo</b> <b>Big Data Analytics &amp; Social Mining</b> (Tecnologie per l'analisi ed l'interpretazione di grandi volumi di dati)
<b>Descrizione</b> 1) Tecnologie da sviluppare: <ul style="list-style-type: none"><li>- Soluzioni avanzate e pervasive di mobile social media e media computing</li><li>- Enterprise data solutions</li><li>- Data Management for Business Intelligence</li><li>- High Performance &amp; Scalable Analytics</li><li>- NO-SQL Big Data Platforms;</li><li>- Data mining and crawling</li><li>- Decision support.</li><li>- Reasoning.</li><li>- Knowledge management.</li><li>- Service oriented composition.</li><li>- Parallel and grid computing.</li><li>- Business analytics.</li><li>- Semantic computing.</li><li>- Big data and Open data.</li><li>- Natural language processing and Stream processing.</li></ul> 2) gli ambiti applicazione: <ul style="list-style-type: none"><li>- e-Manufacturing (riduzione dei costi di produzione, riduzione dei costi di gestione delle infrastrutture ICT delle aziende manifatturiere)</li><li>- Smart City (servizi a cittadini e aziende, soluzioni per gestione trasporto pubblico e Privato, sistemi ITS)</li><li>- Smart Health</li><li>- Turismo &amp; Beni Culturali (soluzioni mobile avanzate per migliorare l'esperienza del Turista/visitatore)</li><li>- Informazione ed editoria</li><li>- Finanza e assicurazioni</li><li>- Retail</li></ul> 3) Principali contesti territoriali di applicazione: 4) Target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).
<b>Asset strategici</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Per quanto riguarda la ricerca, il CNR e l'Università di Pisa si sono fatti promotori del primo nucleo di una infrastruttura di ricerca europea sul tema denominata SoBigData.eu – European Laboratory on Big Data Analytics and Social Mining.</li></ul>

### 1.6 Abstract del report

Secondo la Commissione Europea [2], il valore aggiunto del settore ICT nell'unione europea ha raggiunto nel 2014 i 573.617 ML di Euro, più che triplicando in termini reali il VA nel periodo 1995-2014. L'occupazione nel settore ICT in Europa ha superato 5,6 milioni di impiegati nel 2014, 1.5 volte più alta di quella presente nel 1995. Secondo Assinform [3], nel 2016 il mercato digitale italiano è cresciuto dell'1,8% rispetto al 2015 raggiungendo i 66.100 milioni di euro. I comparti che hanno registrato il maggiore incremento sono stati i "Servizi ICT" a 10.631,6 milioni di euro (+2,5%), trainato dai servizi di Data Center e Cloud Computing, "Software e Soluzioni ICT", a 6.259 milioni di euro (+4,8%), trainato dalle componenti più innovative quali sviluppo Web e Internet of Things, e infine "Contenuti Digitali e Digital Advertising" salito a 9.622 milioni di euro (+7,2%).

Per quanto riguarda la situazione Toscana, secondo un recente rapporto del Distretto Tecnologico FORTIS [5], Il tessuto produttivo dell'ICT in Toscana è costituito in prevalenza da piccole e microimprese, con elevato dinamismo e capacità di innovazione ma con insufficienti risorse umane ed economiche per attivare una strategia di crescita su un mercato dove acquista sempre più peso la quota internazionale. Sulle 700 imprese associate al Polo di Innovazione - POLITER nel 2013, il 95% sono PMI e solo il 5% sono grande impresa, che però detiene circa il 60% dei 6.9 miliardi di euro di fatturato e il 55% dei 27.000 addetti.

Le tre principali roadmap individuate sono:

**1. Cloud Computing (Sistemi Cloud avanzati)**

1.1. Tecnologie: Smart cloud, Cognitive computing, cloud optimization, service composition, dynamic SLA. Modelli di rappresentazione dei dati e delle conoscenze. Meccanismi di reasoning e deduzione. Tecnologie Nano e Micro;

1.2. Applicazioni: SMB cloud. Cloud & e-Manufacturing. Smart City. e-Mobility. e-Health & e-Gov. ICT Security. Smart Health.

**2. Internet of Things (Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)**

2.1 Tecnologie: Radio Frequency ID. Wireless Sensor Networks. Low-Power Wireless Communication. Connettività 5G e comunicazione M2M massiva. Tecnologie Cloud e Open Source. Smart metering architectures. Sensoristica intelligente. Signal processing.

2.2 Applicazioni: Smart Grid. Green ICT. Smart City. e-Mobility. Domotica. e-Health & e-Gov; e-Safety. Turismo & Beni Culturali. Smart Factory.

**3. Big Data Analytics & Social Mining (Tecnologie per l'analisi e l'interpretazione di grandi volumi di dati)**

3.1 Tecnologie: Soluzioni avanzate e pervasive di mobile social media e media computing. Enterprise data solutions. Data Management for Business Intelligence. High Performance & Scalable Analytics. NO-SQL Big Data Platforms. Data mining and crawling. Decision support. Reasoning. Knowledge management. Service oriented composition. Parallel and grid computing. Business analytics. Semantic computing. Big data and Open data. Natural language processing and Stream processing.

3.2 Applicazioni: e-Manufacturing. Smart City. Smart Health. Turismo & Beni Culturali. Smart Factory.

The two main Roadmaps of the Robotics Sector are:

**1. Cloud Computing (Advanced Cloud System)**

1.1. Technologies: Smart cloud, Cognitive computing, cloud optimization, service composition, dynamic SLA. Data and knowledge representation models. Reasoning mechanism. Nano e Micro technologies;

1.2. Applications: SMB cloud. Cloud & e-Manufacturing. Smart City. e-Mobility. e-Health & e-Gov. ICT Security. Smart Health.

**2. Internet of Things (Technologies for sensors and/or devices development and interconnections)**

2.1 Technologies: Radio Frequency ID. Wireless Sensor Networks. Low-Power Wireless Communication. 5G connectivity and M2M massive communication. Cloud e Open Source technologies. Smart metering architectures. Smart sensors. Signal processing.

2.2 Applications: Smart Grid. Green ICT. Smart City. e-Mobility. Domotics. e-Health & e-Gov; e-Safety. Tourism & Cultural heritage. Smart Factory.

**3. Big Data Analytics & Social Mining (Technologies for huge data volume analysis and interpretation)**

3.1 Technologies: Advanced solutions for pervasive mobile social media and media computing. Enterprise data solutions. Data Management for Business Intelligence. High Performance & Scalable Analytics. NO-SQL Big Data Platforms. Data mining and crawling. Decision support. Reasoning. Knowledge management. Service oriented composition. Parallel and grid computing. Business analytics. Semantic computing. Big data and Open data. Natural language processing and Stream processing.

3.2 Applications: e-Manufacturing. Smart City. Smart Health. Tourism & Cultural heritage. Smart Factory.

## 1.7 Rappresentazione grafica

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2	Cloud Computing						
Fase TRL 3				Cloud Computing	Cloud Computing		
Fase TRL 4			Cloud Computing				
Fase TRL 5							
Fase TRL 6							
Fase TRL 7							
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2				Internet of Things (Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)			
Fase TRL 3			Internet of Things (Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)				
Fase TRL 4	Internet of Things (Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)						
Fase TRL 5		Internet of Things (Tecnologie per lo sviluppo e l'interconnessione di sensori e/o dispositivi)					
Fase TRL 6							
Fase TRL 7							
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2					Big Data Analytics & Social Mining		
Fase TRL 3		Big Data Analytics & Social Mining	Big Data Analytics & Social Mining				
Fase TRL 4	Big Data Analytics & Social Mining						
Fase TRL 5							
Fase TRL 6							
Fase TRL 7							
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

## 1.8 Riferimenti documentali

- [1] <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/ict-research-innovation>
- [2] Mas M., Fernández de Guevara J., Robledo J.C., López-Cobo M., The 2017 PREDICT Key Facts Report. An Analysis of ICT R&D in the EU and Beyond, EUR 28594 EN, doi: 10.2760/397817
- [3] [http://www.assinform.it/rassegna\\_stamp/dati-di-mercato-ict/assinform](http://www.assinform.it/rassegna_stamp/dati-di-mercato-ict/assinform)
- [4] Documento RIS3-2013 - Polo ICT/Robotica; 2013.
- [5] Documento Piano Strategico del Distretto FORTIS; 2015.

## 2. ROBOTICA

### 2.1 Posizionamento internazionale

Secondo un recente rapporto del Distretto Fortis 2015 l'International Federation of Robotics (World Robotics, 2013), ha stimato un valore delle vendite di robot industriali nel mondo nel 2012 pari a 8.7 miliardi di dollari. Tale importo non include però applicazioni e lavorazioni che fanno comunque parte del funzionamento dei robot. Includendo queste, il valore del mercato della robotica nel mondo viene stimato in 27 miliardi di dollari.

La stessa federazione calcola che per la robotica di servizio il mercato 2012 è valso 3.42 miliardi di dollari, ma sviluppa proiezioni molto positive per il periodo 2013-2016 sia per la robotica professionale che per quella domestica o personale, indicando quindi la robotica di servizio come il segmento del futuro.

Sia per la robotica di servizio che per quella industriale, i paesi leader, sia in termini di aziende venditrici che di mercato, sono Giappone e USA. Nella robotica industriale stiamo assistendo alla forte crescita della Cina che, soprattutto in settori come l'automotive, sta compiendo massicce introduzioni di robot. Mentre per l'Europa il paese più presente in ambito robotico è la Germania.

L'Europa esprime una posizione di relativa forza nella robotica, detenendo un 32% degli attuali mercati mondiali. Il comparto della robotica industriale detiene circa un terzo del mercato mondiale, mentre nel mercato dei robot per servizi professionali più piccoli i produttori europei producono il 63% dei robot non militari. La posizione europea nel mercato dei robot domestici e di servizi rappresenta una quota di mercato del 14%.

L'Italia si trova comunque al secondo posto in Europa in termini di robotizzazione del settore manifatturiero (Rapporto UCIMU) e la Toscana ha una tradizione consolidata nell'ambito dell'automazione industriale applicata ai settori automotive, cartario e tessile, che ha favorito lo sviluppo di un settore attivo nella robotica industriale.

Per quanto riguarda il settore della robotica, secondo il documento l'Osservatorio sulle Imprese High Tech della Toscana ha censito 83 imprese che hanno dichiarato di operare specificamente nel settore della Robotica in Toscana (in realtà sono molte di più le aziende che pur avendo focus su altri settori utilizzano la robotica "trasversalmente" ai propri settori di applicazione), di cui 72 in robotica industriale e 11 in robotica di servizio. Sulla base di un campione di 50 imprese intervistate, è stato rilevato che il fatturato medio è di 5,5 milioni di euro e che la media del numero addetti è di 25.

Per queste imprese i mercati geografici principali rimangono quelli della propria provincia, regione e paese di appartenenza. Circa il 72% del fatturato è quindi realizzato all'interno di questi 3 territori.

Le presenze di maggior rilievo sul territorio sono Nuovo Pignone/GE, Fabio Perini, Rotork Fluid System, A. Celli, Toscotec.

Una parte della ricerca scientifica regionale ha funzione di supporto e collabora con l'industria manifatturiera al fine di sviluppare nuove soluzioni nel campo della robotica industriale.

Gran parte della ricerca scientifica regionale però segue la traiettoria dell'evoluzione verso soluzioni avanzate di robotica di servizio. I principali campi di applicazione qui sono nella robotica umanoide e biomedicale e biorobotica.

I principali centri di ricerca in questi ambiti sono il Centro Interdipartimentale di Ricerca E. Piaggio dell'Università di Pisa, il Dipartimento di Energetica (Sezione Meccanica Applicata) dell'Università di Firenze, il Robotics and Systems Lab dell'Università di Siena, l'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e l'Istituto di Tecnologie della Comunicazione (TECIP) della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

## 2.2 SWOT analysis di comparto

<b>Punti di forza</b>	<b>Punti di debolezza</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenza in Toscana di numerose aziende altamente innovative.</li> <li>- Presenza di PMI innovative con forti capacità di industrializzazione.</li> <li>- Presenza di un sistema della ricerca di eccellenza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carenza di capitale umano e di risorse necessarie ad incrementare fortemente la produzione.</li> <li>- Scarsa presenza di grande impresa.</li> <li>- Difficoltà di accesso delle PMI ai mercati internazionali.</li> <li>- Difficoltà di interazione con con rappresentanti della ricerca (applicata e di base).</li> <li>- Difficoltà di accesso al credito da parte delle PMI che svolgono attività di R&amp;S.</li> </ul>
<b>Opportunità future</b>	<b>Minacce future</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercato della robotica in rapida evoluzione.</li> <li>- Forte crescita a livello internazionale.</li> <li>- Forti investimenti pubblici in ricerca e sviluppo.</li> <li>- Incremento dell'occupazione.</li> <li>- Forte ricaduta sui settori produttivi (utilizzo delle tecnologie per innovazione di prodotti e processi, riduzione di costi di produzione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande competizione e fermento in tutti i settori, con ingresso continuo nel mercato di nuovi competitor (Robotica)</li> <li>- Acquisizioni di idee e imprese da parte di grandi gruppi stranieri con conseguente delocalizzazione.</li> </ul>

## 2.3 Elenco roadmap aggiornate rispetto a quelle approvate inizialmente

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Robotica biomedica mini-invasiva	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optoelettronica.</li> <li>- Soft-robotics</li> <li>- Biorobotica e sistemi visuo-tattili.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chirurgia robotica.</li> <li>- Robotica umanoide e biomedicale.</li> </ul>
2) Automazione dei processi industriali	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Robotica industriale.</li> <li>- Automazione</li> <li>- Advance computing</li> <li>- Sensoristica intelligente integrata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficienza dei processi produttivi (Tutti i settori manifatturieri).</li> <li>- Miglioramento delle condizioni di lavoro in alcuni processi industriali labour-intensive.</li> <li>- Additive manufacturing.</li> <li>- Prototipazione rapida ibrida meccanico-elettronica.</li> <li>- Gestione intelligente della logistica da parte di sistemi autonomi.</li> <li>- Automazione avanzata di processi "difficili".</li> </ul>

Le roadmap numero 1, 2 rappresentano aggiornamenti di precedenti roadmap individuate nel documento RIS3-2013 del Polo ICT/Robotica. Gli aggiornamenti sono stati desunti dal documento Piano Strategico del Distretto FORTIS-2015.

## 2.4 Elenco roadmap non aggiornate e motivazione

Le roadmap che ricadono nel settore ICT e Robotica, identificate nel documento, hanno trovato tutte un aggiornamento nel documento Piano Strategico del Distretto FORTIS-2015.

## 2.5 Descrizione di ciascuna roadmap

### Roadmap numero 1

<b>Titolo</b> <b>Robotica biomedica mini-invasiva</b>
<b>Descrizione</b> La robotica in ambiente medicale rappresenta la categoria di robotica professionale con la più alta e costante crescita. Il numero di robot medicali venduti è infatti cresciuto del 20% tra il 2011 e 2012 (contro un declino della dominante robotica per la difesa) e il suo fatturato è cresciuto del 10% negli stessi anni, attestandosi nel 2012 a 1,5 miliardi di dollari ovvero circa il 44% del fatturato totale della robotica di servizio. La più importante applicazione in questo ambito è quella della chirurgia robotica. Inoltre si tratta evidentemente di uno dei campi più importanti, in termini di spillover sulla società, della robotica avanzata. 1) Tecnologie da sviluppare; - Optoelettronica. - Soft-robotics. - Biorobotica e sistemi visuo-tattili. 2) Gli ambiti applicazione; - Chirurgia robotica. - Robotica umanoide e biomedicale. 3) Principali contesti territoriali di applicazione; 4) Target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).
<b>Asset strategici</b> - La Toscana manca di una forte industria, guidata da una grande impresa, che possa trainare questo settore sostenendo gli investimenti iniziali necessari, sebbene imprese del calibro di ELEN (nel 2012 153 milioni di euro di fatturato) ed ESAOTE (nel 2012 325 milioni di euro di fatturato e 1360 addetti) abbiano un ruolo fondamentale data la loro propensione all'innovazione anche su scala internazionale. - Pur non esistendo ancora una vera e propria realtà industriale toscana in questo ambito ed essendo i robot usati in questo segmento di importazione americana, sul territorio regionale esiste una forte specializzazione di competenze, sia da parte della realtà ospedaliera che di alcune competenze scientifiche all'interno dei laboratori di ricerca. - A Grosseto è presente dal 2004 una Scuola Speciale di chirurgia robotica. Questo è stato il primo centro ufficiale di didattica e training di chirurgia robotica in Europa, ed è tuttora principale punto di riferimento per questa disciplina. La scuola ha una convenzione con l'Università dell'Illinois, ma anche con le Università di Firenze e di Siena. - A Pisa invece è presente il Centro Multidisciplinare di Chirurgia Robotica, dove è installato il sistema da Vinci HDSi (il più importante ed utilizzato robot chirurgico attualmente disponibile, prodotto negli USA). L'azienda ospedaliera universitaria di Pisa è dotata inoltre del primo sistema di endoscopia robotica indolore al mondo ed ha avviato i primi corsi di formazione dal 2010 di quella che può essere definita la prima scuola di endoscopia robotica al mondo. Una tecnologia tutta made in Pisa. - La ricerca e lo sviluppo nell'ambito della soft-robotics è particolarmente avanzato in Toscana, ed include: l'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, che si occupa di sviluppare soluzioni medicali per ridurre il livello di invasività in certe procedure (es. tecnologia Octopus); il Centro Interdipartimentale di Ricerca E. Piaggio dell'Università di Pisa che ha sviluppato metodologie di valutazione oggettiva del rischio di danno fisiologico da impatto tra robot e umani, la tecnologia degli attuatori a cedevolezza variabile (VSA) per ridurre tali rischi, nonché un robot androide come ausilio di bambini autistici, il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche dell'Università di Siena, che si occupa di sviluppare sistemi di supporto visuo-tattile ai chirurghi per migliorare l'integrazione con i sistemi di chirurgia robotica.

## Roadmap numero 2

<b>Titolo</b> Automazione dei processi industriali
<b>Descrizione</b> La maggiore automazione del sistema industriale comporta una maggiore efficienza dei processi produttivi, un miglioramento delle condizioni di lavoro in alcuni processi industriali labour-intensive e un aumento di competitività del sistema industriale, specialmente a livello internazionale. 1) Tecnologie da sviluppare: <ul style="list-style-type: none"><li>- Robotica industriale.</li><li>- Automazione.</li><li>- Advance computing.</li><li>- Sensoristica intelligente integrata.</li></ul> 2) Gli ambiti applicazione: <ul style="list-style-type: none"><li>- Efficienza dei processi produttivi (Tutti i settori manifatturieri). Miglioramento delle condizioni di lavoro in alcuni processi industriali labour-intensive.</li><li>- Additive manufacturing.</li><li>- Prototipazione rapida ibrida meccanico-elettronica.</li><li>- Gestione intelligente della logistica da parte di sistemi autonomi.</li><li>- Automazione avanzata di processi "difficili".</li></ul> 3) Principali contesti territoriali di applicazione; 4) Target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).
<b>Asset strategici</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le presenze di maggior rilievo sul territorio sono Nuovo Pignone/GE, Fabio Perini, Rotork Fluid System, A. Celli, Toscotec. Una parte della ricerca scientifica regionale ha funzione di supporto e collabora con l'industria manifatturiera al fine di sviluppare nuove soluzioni nel campo della robotica industriale. Gran parte della ricerca scientifica regionale però segue la traiettoria dell'evoluzione verso soluzioni avanzate di robotica di servizio. I principali campi di applicazione qui sono nella robotica umanoide e biomedicale e biorobotica.</li><li>- I principali centri di ricerca in questi ambiti sono il Centro Interdipartimentale di Ricerca E. Piaggio dell'Università di Pisa, il Dipartimento di Energetica (Sezione Meccanica Applicata) dell'Università di Firenze, il Robotics and Systems Lab dell'Università di Siena, l'Istituto di Biorobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e l'Istituto di Tecnologie della Comunicazione (TECIP) della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.</li></ul>
<b>Principali partnership esistenti</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1) principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);</li><li>2) principali partner europei<ul style="list-style-type: none"><li>- European Region Research and Innovation Network (<a href="http://www.errin.eu/">http://www.errin.eu/</a>)</li><li>- euRobotics aisbl/SPARC (<a href="http://www.sparc-robotics.net/">http://www.sparc-robotics.net/</a>)</li></ul></li></ol>

## 2.6 Abstract del report

L'International Federation of Robotics (World Robotics, 2013), ha stimato un valore delle vendite di robot industriali nel mondo nel 2012 pari a 8.7 miliardi di dollari. Includendo il valore delle applicazioni e lavorazioni il valore del mercato della robotica nel mondo viene stimato in 27 miliardi di dollari. La stessa federazione calcola che per la robotica di servizio il mercato 2012 è valso 3.42 miliardi di dollari, ma sviluppa proiezioni molto positive per il periodo 2013-2016 sia per la robotica professionale che per quella domestica o personale, indicando quindi la robotica di servizio come il segmento del futuro. I paesi leader, sia in termini di aziende venditrici che di mercato, sono Giappone e USA anche se nella robotica industriale stiamo assistendo alla forte crescita della Cina che, soprattutto in settori come l'automotive, sta compiendo massicce introduzioni di robot. Mentre per l'Europa il paese più presente in ambito robotico è la Germania.

L'Europa esprime una posizione di relativa forza nella robotica, detenendo un 32% degli attuali mercati mondiali. Il comparto della robotica industriale detiene circa un terzo del mercato mondiale, mentre nel mercato dei robot per servizi professionali più piccoli i produttori europei producono il 63% dei robot non militari. La posizione europea nel mercato dei robot domestici e di servizi rappresenta una quota di mercato del 14%.

L'Italia si trova comunque al secondo posto in Europa in termini di robotizzazione del settore manifatturiero (Rapporto UCIMU) e la Toscana ha una tradizione consolidata

nell'ambito dell'automazione industriale applicata ai settori automotive, cartario e tessile, che ha favorito lo sviluppo di un settore attivo nella robotica industriale.

Le due principali roadmap individuate sono:

**1. Robotica biomedica mini-invasiva**

1.1 Tecnologie: Optoelettronica. Soft-robotics. Biorobotica e sistemi visuo-tattili.

1.2 Applicazioni: Chirurgia robotica. Robotica umanoide e biomedicale.

**2. Automazione dei processi industriali**

2.1 Tecnologie: Robotica industriale. Automazione. Advance computing. Sensoristica intelligente integrata.

2.2 Applicazioni: Efficienza dei processi produttivi (Tutti i settori manifatturieri). Miglioramento delle condizioni di lavoro in alcuni processi industriali labour-intensive. Additive manufacturing. Prototipazione rapida ibrida meccanico-elettronica. Gestione intelligente della logistica da parte di sistemi autonomi. Automazione avanzata di processi "difficili".

The two main Roadmaps of the Robotics Sector are:

**1. Minimally invasive biomedical robotics**

1.1. Technologies: Optoelectronics. Soft-robotics. Biorobotics & visuo-tactile system.

1.2. Applications: Robotic surgery. Biomedical and Humanoid Robotics.

**2. Industrial Process Automation**

2.1 Technologies: Industrial Robotics. Advanced automation. Advance computing. Smart integrated sensors.

2.2 Applications: Manufacturing processes efficiency. Factory Working Conditions improvement in labour-intensive processes. Additive manufacturing. Hybrid electro-mechanic rapid prototyping. Smart management of logistic processes. Advanced Automation of complex processes.

## 2.7 Rappresentazione grafica

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2							
Fase TRL 3							
Fase TRL 4							
Fase TRL 5					Robotica biomedica mini-invasiva	Robotica biomedica mini-invasiva	
Fase TRL 6							
Fase TRL 7							
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2							
Fase TRL 3							
Fase TRL 4							
Fase TRL 5					Automazione dei processi industriali	Automazione dei processi industriali	
Fase TRL 6							
Fase TRL 7							
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

## 2.8 Riferimenti documentali

- [1] Documento RIS3-2013 - Polo ICT/Robotica; 2013.
- [2] Documento Piano Strategico del Distretto FORTIS; 2015.
- [3] <https://eu-robotics.net/sparc/about/robotics-in-europe/index.html>

## 3. AUTOMOTIVE

---

### 3.1 Posizionamento internazionale

In Italia sono presenti alcune aree regionali particolarmente specializzate nel comparto dell'automotive e dei mezzi di trasporto più in generale. I riferimenti principali sono ovviamente allo storico distretto torinese dell'auto, cui si sono aggiunti nel corso del tempo anche quelli della Campania, dell'Abruzzo, della Puglia, dell'Emilia-Romagna, mentre la Toscana non ha mai mostrato un'identità industriale legata all'automotive o ai mezzi di trasporto.

L'attuale presenza di imprese della componentistica automotive è abbastanza significativa in Toscana e rappresenta quindi una buona opportunità per lo sviluppo industriale della regione, in un settore attualmente oggetto di innovazioni radicali, come quelle relative all'interconnessione degli autoveicoli nell'approccio di internet of things o quelle relative alle problematiche della mobilità sostenibile: innovazioni che generano impatti positivi, sia specifici (ad esempio in relazione alle tecnologie motoristiche), sia generali (ad esempio in relazione ai "nuovi concetti di mobilità" e al loro impatto sull'intero paradigma del veicolo in quanto "mobility device").

Tali opportunità di crescita sarebbero maggiormente evidenti se si riuscisse ad attivare in loco una rete di fornitura locale che trasformasse le varie attività oggi presenti in una vera e propria filiera produttiva integrata nel territorio toscano. Purtroppo, la supply chain dell'automotive toscano oggi non può ancora definirsi una filiera di fornitura integrata, come quella presente nel distretto di Torino, della Lombardia o della Basilicata. Sia dal punto di vista quantitativo, con volumi di transazioni molto bassi, sia da quello qualitativo, con l'assenza delle organizzazioni di co-design e di sviluppo prodotto congiunto, la supply chain toscana ha necessità di strutturarsi, rafforzarsi e collegarsi maggiormente con i grandi player locali, e cioè con le grandi imprese multinazionali che producono per le catene di fornitura dei rispettivi gruppi industriali. Le probabilità di trasformare l'attuale supply chain in una filiera integrata sono sicuramente elevate e positive, dato l'embrione di struttura industriale già presente e radicato sul territorio, ma necessitano certamente di un intervento pubblico per superare alcuni "fallimenti del mercato" che rendono difficile il salto qualitativo e quantitativo richiesto alle piccole imprese della supply chain attuale.

Rispetto al contesto internazionale il sistema automotive toscano risulta avere una competitività complessivamente buona ma a "due velocità". Da una parte la presenza di alcune grandi aziende multinazionali si traduce in metodi di produzione già indirizzati al paradigma I4.0 che inducono il proprio indotto locale ad adattarsi a questo trend. All'interno di alcune di queste aziende c'è anche un vero e proprio reparto R&D che fa da traino e da stimolo alle aziende dell'indotto e ai centri di Ricerca locali. Dall'altra c'è l'enorme popolazione delle PMI che, seppur in molti casi molto specializzate, risultano spesso avere una limitata tendenza all'internazionalizzazione e alla diversificazione o alla flessibilità richiesta da un mercato dinamico. Difficilmente sono in grado di aprirsi a strumenti innovativi di potenziamento del

proprio raggio di influenza sul mercato e tendono quindi a rimanere fidelizzati al proprio prodotto o al proprio grande cliente (è il caso ad esempio dell'indotto Piaggio).

È certamente su questo ultimo contesto che è estremamente importante intervenire partendo da una maggiore alfabetizzazione per poi proseguire mediante la divulgazione e il successivo inserimento delle tecnologie abilitanti di I4.0.

### 3.2 SWOT analysis di comparto

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevate competenze tecnologiche e di sviluppo prodotto presenti nelle grandi imprese multinazionali. Esistenza di reparti R&amp;S interni funzionali non al sito ma al Gruppo.</li> <li>- Localizzazione geografica favorevole per coprire il mercato italiano, europeo e quello del Mediterraneo.</li> <li>- Occupazione qualificata con buona cultura del lavoro.</li> <li>- Buona qualità della ricerca universitaria e della formazione dei laureati in ingegneria e nelle materie scientifiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mancanza di un ente gestore che permetta di raccogliere i bisogni di tecnologie, individui i possibili fornitori di esse e delinea le roadmap di indirizzo.</li> <li>- Scarsa dotazione/varietà merceologica dei sistemi locali di fornitura.</li> <li>- Scarsa integrazione tra fornitori dei comparti motocicli, ferroviario, nautica e automotive.</li> <li>- Grandi imprese soggette alle decisioni delle holding estere, che mettono in competizione tra loro le filiali e i territori di appartenenza.</li> <li>- Piccola dimensione, sia dei fornitori già presenti sul territorio, sia dei gruppi di ricerca universitaria.</li> <li>- Scarsa propensione all'investimento da parte delle PMI locali.</li> </ul>
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le nuove politiche pubbliche sulla mobilità favoriscono la nascita di nuovi modelli di business, e quindi di nuove imprese nell'automotive che possono però sfruttare parte delle competenze già presenti sul territorio.</li> <li>- L'elevata disponibilità di capitale umano qualificato nell'area ingegneristica e tecnologica favorisce nuovi investimenti nello sviluppo prodotto da parte delle grandi imprese multinazionali.</li> <li>- Poiché la concorrenza tra i territori favorisce la Toscana rispetto ad altre aree europee, nel caso di produzioni ad alto valore aggiunto e alta intensità di manodopera qualificata, si possono sfruttare queste opportunità di attrazione del capitale estero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescita tendenziale dei mercati e delle produzioni nei paesi emergenti, con minore presenza delle imprese multinazionali nei paesi europei.</li> <li>- Cambiamento tecnologico di tipo radicale (auto elettrica, nuovi materiali, interconnessione ICT) che alza le barriere all'entrata nello sviluppo prodotto e obbliga le piccole dimensioni al ruolo di follower.</li> <li>- Nuova geopolitica localizzativa dell'industria automotive italiana, che premia gli investimenti nei paesi emergenti o l'integrazione tra USA e Europa (caso FCA).</li> </ul>

### 3.3 Elenco roadmap aggiornate rispetto a quelle approvate inizialmente

Le Roadmap selezionate per un conseguente aggiornamento e rivisitazione in ottica I4.0 sono le prime due relative al documento prodotto da MOVET per il Polo12 (novembre 2013).

Vista la generalità soprattutto della seconda, le 2 roadmap sono state condensate in una soltanto intitolata "Sostegno allo sviluppo della mobilità efficiente e sostenibile".

Nel successivo paragrafo verrà riportato lo storico dei documenti prodotti e presi in considerazione.

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Energia e Ambiente		Sistemi avanzati di simulazione numerica: analisi fluidodinamiche e strutturali. Additive manufacturing (per la prototipazione rapida o la produzione di nicchia) Sviluppo di sistemi di controllo avanzati (ICT, clouding) Big Data & Analytics per l'efficientamento dei processi	Sviluppo di piccoli motori ad alta efficienza Biocombustibili: sviluppo della filiera del bio combustibile e sue applicazioni per la conversione energetica Sviluppo di biomateriali e di materiali compositi Mobilità ibrida ed elettrica: infrastrutture, integrazione con sistemi Smart Grid, Sistemi di controllo integrati per la sicurezza Digitalizzazione del monitoraggio e controllo dei processi industriali per l'efficientamento energetico
2) Territori Intelligenti		Sviluppo di sistemi di controllo avanzati (ICT, clouding) Big Data & Analytics	Innovazione di processo Riduzione dei tempi di produzione Riduzione dei consumi energetici

### 3.4 Elenco roadmap non aggiornate e motivazione

Relativamente al Polo 12 risulta disponibile un primo documento del 30/09/2013 che risulta estremamente sintetico e poco esaustivo. In esso sono tracciate le seguenti roadmap:

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione	Ambito tematico di riferimento <sup>1</sup> (5 ambiti tematici del documento regionale)
1) NUOVI MATERIALI METALLICI		Definizione di nuove leghe di magnesio per le migliori soluzioni di prodotto e di processo Tecnologia evoluta per la produzione di componenti in leghe di magnesio	Automotive 2-3-4 ruote Nautica Robotica	- SMART MANUFACTURING - ENERGIA E AMBIENTE - RICERCA E CAPITALE UMANO
2) MOTORE DIESEL "ZERO PARTICOLATO"		Sviluppo della progettazione e la realizzazione di un motore diesel innovativo caratterizzato da zero emissioni di particolato (massima ottimizzazione delle fasi di riempimento e combustione)	Automotive 3-4 ruote Generatori Energia e ambiente	- SMART MANUFACTURING - ENERGIA E AMBIENTE - RICERCA E CAPITALE UMANO
3) PRODUZIONE E APPLICAZIONE DI CARBONANOTUBI		1. Produzione di materia prima ottenuta da plastiche riciclate (rifiuti) 2. Impieghi: - "assorbitori selettivi idrofobi" - liers per celle solari - produzione di filamenti - produzione di cariche (aggiunta su materiale base) per plastiche e fibre di vetro	Automotive 2-3-4 ruote Produzione di filtri per vari settori Tessile Nanotecnologie Energia e ambiente	- SMART MANUFACTURING - ENERGIA E AMBIENTE - RICERCA E CAPITALE UMANO

Successivamente, a distanza di pochi mesi (Novembre 2013), con il supporto di MOVET viene redatto un analogo documento molto più consistente e maggiormente orientato al settore automotive (ma non esclusivamente).

In esso sono riportate altre 5 Roadmap che sono le seguenti (il documento non presenta lo stesso format del precedente):

1. Energia e Ambiente
2. Territori Intelligenti
3. Smart Manufacturing
4. Ricerca e Capitale Umano
5. Innovazione Sociale

Non sono definiti ordini di proprietà ma sono riportate le seguenti caratteristiche:

Roadmap (titolo)	Aspetti di R&D e innovazione tecnologica	Target da raggiungere	Sinergie con altri Poli
1 Energia e Ambiente	Riduzione dei consumi e delle emissioni Nuovi materiali per l'alleggerimento dei veicoli Mobilità sostenibile e sicura Mobilità elettrica	Leadership nel settore dei piccoli motori Raggiungimento della leadership nel settore dei veicoli elettrici (categoria L) Raggiungimento della leadership nella ricarica di tipo induttivo	Tecnologie per le energie rinnovabili e risparmio energetico ICT, telecomunicazioni e robotica
2 Territori Intelligenti	ICT per la mobilità sostenibile Smart Grids ICT per il trasporto pubblico	Fluidificazione del traffico Riduzione delle emissioni, specie in ambito urbano Riduzione delle patologie da inquinamento Migliore gestione dei flussi turistici Migliore accessibilità (persone e merci) Miglioramento logistico ed infomobilità	Tecnologie per le energie rinnovabili e Risparmio energetica Tecnologie dell'ICT, delle Telecomunicazioni e della Robotica
3 Smart Manufacturing	Innovazione di processo La fabbrica intelligente	Riduzione dei costi di produzione Riduzione dei tempi di produzione Riduzione dei consumi energetici nella produzione	Tecnologie per le energie rinnovabili e Risparmio energetica Tecnologie dell'ICT, delle Telecomunicazioni e della Robotica
4 Ricerca e capitale umano	Formazione di personale altamente qualificato in grado di affrontare le sfide tecnologiche dei prossimi anni	Costituzione di un unico centro di ricerca e formazione regionale (interuniversitario) del settore automotive (in avanzato stato di costituzione tra le Università di Firenze e Pisa).	Tecnologie per le energie rinnovabili e Risparmio energetica Tecnologie dell'ICT, delle Telecomunicazioni e della Robotica
5 Innovazione sociale	Nuovi modelli di mobilità individuale e condivisa (car sharing, car pooling, ...) ICT per la mobilità condivisa (e-car pooling, e-car sharing)	Creazione di un sistema regionale di car sharing, funzionante nei principali centri urbani	Tecnologie per le energie rinnovabili e Risparmio energetica Tecnologie dell'ICT, delle Telecomunicazioni e della Robotica

Come si può osservare, tranne la prima Roadmap, le altre risultano estremamente generaliste e fin troppo trasversali.

Si ritiene quindi opportuno concentrare l'aggiornamento sulla prima, che può essere integrata con quanto presente nella seconda.

### 3.5 Descrizione di ciascuna roadmap

#### Roadmap Numero 1

##### Titolo

Sostegno allo sviluppo della mobilità efficiente e sostenibile (vecchio titolo: Energia e Ambiente)

##### Descrizione

- 1) tecnologie da sviluppare;
- 2) gli ambiti applicazione;
- 3) principali contesti territoriali di applicazione;
- 4) target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia (target, tempi, fattori critici).

##### Aspetti di R&D e innovazione tecnologica

- Riduzione dei consumi e delle emissioni
  - Ricerca nel settore dei motori a basse emissioni, soprattutto nel campo dei piccoli motori dove la regione Toscana ha una leadership a livello internazionale.
  - Nuovi combustibili, specie quelli di origine bio.
- Nuovi materiali per l'alleggerimento dei veicoli
  - Bio materiali
  - Ottimizzazione strutturale
- Soluzione del paradosso mobilità sostenibile (a basso impatto ambientale) e sicura (in grado di ridurre e tendenzialmente eliminare incidenti mortali e con feriti gravi)
- Investimenti nel settore della mobilità elettrica
  - Sistemi e infrastrutture di ricarica
  - Alimentazione elettrica wireless (ricarica induttiva)
  - Creazione di un sistema universale (standard) di ricarica a livello regionale e (possibilmente), in collaborazione con altre regioni, specie quelle confinanti
  - Veicoli elettrici
  - Smart grid
  - ICT per la mobilità ed il risparmio energetico nei trasporti

##### Target da raggiungere

Mantenimento della leadership nel settore dei piccoli motori  
Raggiungimento di posizioni di leadership nei veicoli elettrici di categoria L  
Raggiungimento della leadership a livello europeo nella ricarica di tipo induttivo

Possibili sinergie con altri Poli: Tecnologie per le energie rinnovabili e Risparmio energetico, Tecnologie dell'ICT, delle Telecomunicazioni e della Robotica

Questa roadmap è incentrata sostanzialmente su temi:

- di sviluppo di piccoli motori termici (tema sul quale è presente la leadership internazionale di Piaggio) prevedendo anche l'impiego di biocombustibili;
- di mobilità sostenibile (mediante lo sviluppo delle tecnologie legate all'elettrico);
- di sviluppo dei materiali.

In linea di massima lo sviluppo motore non è un tema che di per sé si presta all'integrazione dei temi I4.0 rappresentando essenzialmente una innovazione di prodotto e non di processo. Resta il fatto che i temi del controllo si legano ad esempio alle tecnologie ICT e che la prototipazione può far uso di additive manufacturing (ma non nella declinazione generalmente intesa in ambito I4.0).

Discorso analogo si può ripetere per la parte di sviluppo di nuovi materiali.

Al contrario il tema della mobilità ecosostenibile ed efficiente può vedere una forte integrazione delle tecnologie abilitanti di I4.0. Questo è vero non tanto sullo sviluppo dei sistemi di trazione o sui sistemi di stoccaggio chimico quanto sull'integrazione del veicolo come elemento del sistema di mobilità. Potremmo infatti considerare il veicolo in una sorta di Internet of vehicles aprendo ad una serie di temi quali l'ottimizzazione dei percorsi (anche in termini energetici), l'interazione tra i veicoli (legata al tema della sicurezza), la raccolta su cloud dei dati di spostamento in modo da favorire il path sharing (la condivisione degli spostamenti con ovvi vantaggi in termini di CO2 emessa), la prevedibilità delle richieste energetiche per la mobilità da integrare in sistemi smart grid con la produzione da fonti rinnovabili, ecc.

**Si tratta quindi di una serie di temi che possono entrare in un aggiornamento delle roadmap del settore.**

## Asset strategici

### 1) bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap (nell'ambito Automotive).

Tabella 3: Distribuzione geografica dell'occupazione nel settore automotive (2010)

	addetti	composizione %
Sel 12 - Val D'era	5401	36,9
Sel 14 - Area Livornese	1709	11,7
Sel 4 - Versilia	1391	9,5
Sel 19 - Alta Val D'elsa	1137	7,8
Sel 13 - Area Pisana	1118	7,6
Sel 9.3 - Area Fiorentina - Quadrante Centrale	833	5,7
Sel 2 - Area Di Massa E Carrara	636	4,3
Sel 7.2 - Area Pistoiese - Quadrante Metropolitano	304	2,1
Sel 9.4 - Area Fiorentina - Quadrante Chianti	302	2,1
Sel 9.1 - Area Fiorentina - Quadrante Mugello	274	1,9
Altri Sel	1533	10,5
<b>Totale</b>	<b>14638</b>	<b>100</b>

Fonte: Polo 12 (2013)

Dalla tabella (che riporta dati certamente non aggiornati ma comunque indicativi) si evince una forte concentrazione territoriale dell'automotive toscano, con quasi la metà dell'occupazione presente nelle aree di Livorno (12% del totale) e della Val d'Era (37% del to-tale). Del resto, le imprese leader sono soprattutto presenti in tali zone, con la provincia di Livorno che raccoglie Pierburg e Magna Closures, e la provincia di Pisa con la localizzazione di Piaggio – che connota la Val d'Era - e di Continental in area periurbana e in area interna.

L'elevato peso detenuto dalla zona della Versilia, può essere fuorviante ai fini di un'analisi del settore automotive, in quanto sicuramente influenzato dalla grande incidenza quantitativa delle imprese operanti nella nautica.

### 2) principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione)

la distribuzione delle imprese per dimensione aziendale mostra una struttura duale, con poche grandi imprese e tantissime imprese di piccola dimensione.

il settore è composto per i tre quarti da micro e piccole imprese, e solo per meno di un quinto da medie imprese. Le grandi imprese, con più di 250 addetti, sono solo 8 e rappresentano il 7% della numerosità totale.

Tuttavia, in termini occupazionali, le grandi imprese presenti nell'automotive toscano aggregano ben il 63% dell'occupazione to-tale, a fronte del 21% determinato dalle medie imprese e il 14% delle piccole (tabella 2). Le micro, con il 22% della numerosità coprono solo l'1% dell'occupazione.

Una concentrazione simile si può notare nella distribuzione del fatturato, con le grandi che rappresentano anche qui il 63% del totale di settore

### 3) principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);

Tutti i centri di Ricerca e gli Atenei Toscani sono coinvolti nell'ambito della Ricerca e dell'Innovazione in questo settore. Sono altresì presenti piccole aziende che si occupano essenzialmente di sviluppo per terzi (ad esempio EDI Progetti, Pontlab, Compolab, ecc.) ed è da rilevare la presenza di un centro di Ricerca di una multinazionale giapponese (Yanmar R&D Europe).

### 4) posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);

Le GI presenti sul territorio sono perlopiù stabilimenti di multinazionali che in Toscana effettuano non solo produzione ma anche sviluppo.

### 5) stakeholders/competitors extra regionali.

Risulta che, in particolare le poche GI presenti, utilizzino supplier locali solo in minima parte (l'indotto è infatti extraregionale e/o extra nazionale). Questo avviene molto meno per Piaggio che ha un indotto consolidato e quasi esclusivo interno alla Regione.

## Principali partnership esistenti

Sia le GI che le Università e i Centri di Ricerca sono coinvolti in progetti di Ricerca e Sviluppo finanziati dalla Comunità Europea (H2020). Solo in rari casi c'è il coinvolgimento di PMI locali. Non è possibile al momento fornire maggiori dettagli.

## 3.6 Abstract del report

Il settore Automotive risulta sempre più vivace nel territorio toscano. Macroscopicamente possiamo dire che è costituito:

- da alcune grandi imprese multinazionali (Continental, Magna Closure, Pierburg, GKN) che si occupano di sviluppo e produzione di componentistica per il settore automotive (dai sistemi di iniezione alle pompe acqua e olio, dall'accessoristica veicolo ai sistemi di trasmissione) con consistenza certamente rilevante a livello internazionale. Il loro indotto all'interno della regione è molto limitato anche se costituito da PMI altamente qualificate. La presenza di queste GI potrebbe essere sfruttato per definire e divulgare presso le PMI toscane ciò che è richiesto dal mercato globale sia in termini di contenuti tecnologici (già spesso presenti nella Regione ma scarsamente inseriti in filiera) che di corretta modalità di

interazione (dalla comunicazione in lingua inglese, agli standard di qualità, ai sistemi informatici per la digitalizzazione delle informazioni);

- da due GI che si occupano dello sviluppo e della produzione completa di veicoli a due ruote. In particolare Piaggio è una multinazionale che però concentra nella regione la maggior parte delle attività di sviluppo e di produzione. Il suo indotto è quasi una estensione dell'azienda in quanto tendenzialmente dedicato solo ad essa. Betamotor è una azienda molto più piccola ma altamente specializzata in un settore di nicchia (motocicli da fuoristrada) con un indotto praticamente nullo nella regione.
- da numerose PMI che lavorano nell'ambito dello sviluppo (di progetti, di materiali, di tecnologie, di automazione, ecc.) e della progettazione (in gran parte per clienti fuori regione o fuori nazione) tra le quali occorre citare il caso particolare di Yanmar R&D Europe (formalmente GI, che fa parte di una multinazionale Giapponese produttrice di motori) e da moltissime PMI alcune delle quali altamente specializzate ma che hanno un approccio spesso troppo legato al mercato locale o, al più nazionale.

Nella Regione sono presenti Atenei e Centri di Ricerca che si caratterizzano per l'alto livello di competitività a livello internazionale ma solo in parte sfruttato a livello regionale. Le attività di trasferimento tecnologico in essere risultano efficaci ma complessivamente troppo limitate.

È riconosciuto l'alto livello formativo delle scuole dell'area tecnologica ma è ancora scarsa l'interazione, anche a livello formativo, con il tessuto industriale (ad esempio i tirocini sia curriculari che extra curriculari potrebbero essere potenziati e i programmi dei corsi ricevere maggiori input dal mondo aziendale).

Le 2 Roadmap prese in esame ed integrate in una unica, presentano una visione molto generica ma sostanzialmente focalizzata sullo sviluppo di una mobilità efficiente ed ecompatibile attraverso lo sviluppo di piccoli motori efficienti (coi quali equipaggiare ad esempio i veicoli urbani a 2 e 4 ruote), l'implementazione della trazione elettrica (compreso l'aspetto infrastrutturale), lo studio di materiali performanti in termini di leggerezza e resistenza.

Complessivamente il territorio risulta molto vivace nell'ambito automotive sia per il tessuto industriale presente che per il riconosciuto alto grado di preparazione tecnica che viene offerto dagli Atenei e per il supporto potenzialmente forte che Atenei e Centri di Ricerca possono offrire al tessuto industriale. La più forte criticità risiede nella mancanza di un coordinamento efficace che possa sviluppare concrete sinergie tra gli stakeholder e la creazione di filiere di prodotto.

Si noti che quanto sopra è sentita come esigenza forte e ne è prova il fatto che sia nata spontaneamente una associazione costituita da mondo dell'impresa e della ricerca (Movet) e che i due Atenei di Firenze e Pisa abbiano fondato un centro interuniversitario di ricerca e servizi sulle tecnologie e l'ingegneria dei veicoli (UCAR, intitolato a Corradino D'Ascanio) per promuovere attività congiunte nel settore della Ricerca e della formazione.

### 3.7 Rappresentazione grafica di ciascuna roadmap

	Sistemi avanzati di simulazione numerica: analisi fluidodinamiche e strutturali.	Additive manufacturing (per la prototipazione rapida o la produzione di nicchia)	Sviluppo di sistemi di controllo avanzati (ICT, clouding)	Big Data & Analytics per l'efficientamento dei processi
Fase TRL 2...				
Fase TRL 3...				
Fase TRL 4...				
Fase TRL 5...	<b>Sviluppo di motori ad alta efficienza:</b> studio avanzato della combustione	Sviluppo di nuovi materiali (leggerezza e resistenza in ottica efficienza e sicurezza)	<b>Sviluppo di motori ad alta efficienza:</b> Sistemi di controllo in real time per il controllo emissioni	
Fase TRL 6...				
Fase TRL 7...				

	Sistemi avanzati di simulazione numerica: analisi fluidodinamiche e strutturali.	Additive manufacturing (per la prototipazione rapida o la produzione di nicchia)	Sviluppo di sistemi di controllo avanzati (ICT, clouding)	Big Data & Analytics per l'efficientamento dei processi
Fase MRL 4			<b>Mobilità ibrida ed elettrica:</b> infrastrutture, integrazione con sistemi Smart Grid, Sistemi di controllo integrati per la sicurezza  <b>Digitalizzazione del monitoraggio e controllo dei processi industriali per l'efficientamento energetico</b>	
Fase MRL 5				
Fase MRL 6	- Sviluppo di motori efficienti e puliti - Sviluppo di biomateriali e di materiali compositi - Biocombustibili: sviluppo della filiera del bio combustibile e sue applicazioni per la conversione energetica			
Fase MRL 7				
Fase MRL 8				
Fase MRL 9				

## 4. AEROSPAZIO

### 4.1 Posizionamento internazionale

La Comunità Europea, nel documento “Verso una strategia spaziale dell'Unione europea al servizio dei cittadini” afferma che: *La sostenibilità della politica spaziale europea è un elemento chiave della strategia globale Europa 2020, in quanto è legata alle più moderne tecnologie, a imprese innovative e a posti di lavoro altamente qualificati. Lo sviluppo delle infrastrutture di base nelle regioni europee è particolarmente importante in questo contesto, in*

quanto crea una crescita sostenibile e occupazione. In questo contesto, l'industria dello Spazio in Europa può essere considerata una nicchia strategica del più ampio comparto Aerospazio e Difesa, composta per quasi il 60% da 2 holdings: EADS Astrium (francotedesca) e Thales (essenzialmente francese) mentre Leonardo-Finmeccanica, OHB, RUAG e Safran in totale rappresentano il 19%. Le SME costituiscono meno del 10% del settore spaziale europeo che vale circa 6.500 milioni di Euro ed oltre 35.000 addetti.

Il comparto spazio italiano è contraddistinto da una percentuale maggioritaria della committenza pubblica. La politica e l'attività degli enti e delle aziende devono quindi necessariamente confrontarsi con le agenzie che a livello nazionale (Agenzia Spaziale Italiana - ASI) ed Europeo (European Space Agency - ESA) ne regolano e favoriscono lo sviluppo, e che in molti casi rappresentano anche la clientela primaria. Le politiche regionali quindi, anche attraverso la stipula di specifiche convenzioni, devono confrontarsi e armonizzarsi in primis con quella di ASI.

La struttura del comparto produttivo dell'aerospazio toscano riflette quella nazionale, in cui la grande industria mantiene un ruolo strategico su tecnologie chiave (nel caso toscano, principalmente le tecnologie ottiche optoelettroniche, di avionica satellitare e di propulsione) delegando a un tessuto di PMI la progettazione e lo sviluppo di componenti dei payload (*nota: con "payload" si intende il carico utile, satellitare o avionico, relativo alla strumentazione finalizzata alla specifica missione, sia essa scientifica, meteorologica, militare, ecc.*). Da questo punto di vista, alcune PMI ricoprono un ruolo di primo piano, anche come Prime Contractor nei confronti delle agenzie nazionale ed europea, rispettivamente ASI ed ESA. Restringendo al settore Spazio, si rileva un fatturato per la Toscana di oltre 210 milioni di Euro con quasi 1.000 addetti che la colloca appena al di sotto delle regioni con i più importanti insediamenti industriali nel campo: Lazio, Lombardia, Piemonte e Campania. Il totale nazionale Spazio è di circa 1.500 milioni di Euro e 7.000 addetti (fonte: Agenzia Spaziale Italiana, ASI).

#### 4.2 SWOT analysis di comparto

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenza in Toscana di alcune aziende altamente innovative e di alcuni leader nazionali, in grado di competere su bandi e mercati internazionali</li> <li>• Presenza di un sistema della ricerca di eccellenza, coinvolto nella progettualità europea e in alcuni casi sensibile al trasferimento tecnologico.</li> <li>• Coinvolgimento nei programmi e nelle missioni dell'agenzia spaziale Italiana ed Europea in particolare</li> </ul> <p>.....</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte dipendenza del settore dai budget pubblici</li> <li>• Distretto Aerospaziale regionale non costituito o formalizzato</li> <li>• Frammentazione del tessuto produttivo (poche aziende di grandi dimensioni in grado di fare da traino)</li> <li>• Produzione di volumi limitati di strumenti di elevatissimo costo</li> <li>• Necessità di componenti di elevato costo perché testati e qualificati per uso spaziale/avionico</li> <li>• Difficoltà a mantenere un nucleo valido di personale competente nel settore</li> </ul> <p>.....</p>
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserimento del settore nel PNR nazionale</li> <li>• Bandi RSI mirati al settore in ambito regionale, nazionale ed europeo</li> <li>• Forte ricaduta tecnologica sui altri settori produttivi</li> <li>• Necessità di formare/inserire/sostituire/ personale specializzato nel settore</li> </ul> <p>.....</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione progressiva dei budget degli enti pubblici</li> <li>• Difficoltà nel coinvolgimento di aziende di grandi dimensioni nel settore.</li> <li>• Ritardo nell'operatività dei distretti tecnologici regionali e nazionali del settore</li> <li>• Possibili condizionamenti da parte dei raggruppamenti internazionali più forti</li> <li>• Rischio di perdita o dispersione delle competenze maturate che necessitano di lunghi periodi di formazione del personale.</li> </ul>

### 4.3 Elenco roadmap aggiornate rispetto a quelle approvate inizialmente

Roadmap	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Sviluppo di strumentazione optoelettronica di impiego satellitare ed avionico (Tecnologie di payload optoelettronici)	5	Camere iperspettrali / alta risoluzione per tele-rilevamento Sensori e strumenti per osservazione terra e spazio Progettazione di componenti ottici ed elettronici avanzati (ASIC) Facilities/attrezzature per test e qualifica	Tecnologie di applicazione trasversale con utilizzo in osservazione della terra, ricerca scientifica, applicazioni commerciali e duali Meteorologia, cambiamento climatico, agricoltura, gestione delle emergenze
2) Sistemi e servizi regionali per applicazioni integrate di monitoraggio e navigazione (Studio di missione e applicazioni integrate)	5	Applicazioni integrate di navigazione, telecomunicazioni ed elaborazione dati Sistemi di guida per piattaforme satellitari	Telecomunicazioni, meteorologia, cambiamento climatico e agricoltura, infomobilità e logistica, nautica (anche) da diporto
3) Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica per impiego satellitare	5	Fabbricazione di motori elettrici avanzati Fabbricazione di motori chimici operanti con propellenti verdi Fabbricazione di Power Processing Unit avanzate Facilities/attrezzature per test e qualifica	Tecnologia di applicazione trasversale con utilizzo in osservazione della terra, ricerca scientifica, applicazioni commerciali e duali

### 4.4 Elenco roadmap non aggiornate e motivazione

Con riferimento alle roadmap indicate nei report RIS3-2013 dei Poli Optoelettronica/Spazio e ICT/Robotica, l'analisi qui riportata si basa sul documento strategico del Distretto FORTIS redatto nel 2015, che integra i contributi dei due Poli suddetti. L'unica differenza è stata la scelta di rinominare le roadmap, utilizzando termini più semplici e di più facile comprensione da parte dei non addetti ai lavori, indicando in parentesi il nome originario.

Nel dettaglio, le precedenti roadmap erano le seguenti:

POLO	Roadmap ( <i>titolo</i> )	Priorità	Tecnologie implementate
OPTOSCANA - Optoelettronica e Spazio	1) Sensori optoelettronici e camere per monitoraggio satellitare/avionico	5	Camere iperspettrali / alta risoluzione per tele-rilevamento; sensori e strumenti per osservazione terra e spazio
	2) Sistemi e servizi per monitoraggio ambientale	5	Servizi satellitari integrati; sistemi/ servizi di mobilità e navigazione; integrazione dati per ambiente/territorio
	3) Componenti qualificati spazio	4	Fabbricazione componenti ottici avanzati; grandi specchi; elettronica veloce; processori multicore; facilities per test e qualifica
	4) Sistemi di guida satellitare	3	Sistemi di propulsione e rientro controllato; sensori di assetto
POLITER - ICT e Robotica	1) Sistema Toscano Aerospazio	5	Telecomunicazioni satellitari; Navigazione satellitare; Osservazione della Terra; Wireless Sensor Networks; Integrazione tra reti satellitari e terrestri; Big Data Sviluppo di applicazioni Cloud Computing

Rispetto alle rappresentazioni precedenti, quella attuale meglio identifica i tre assi tecnologici del settore Aerospaziale toscano, basati rispettivamente sulle tecnologie Ottiche, Elettroniche ed Optoelettroniche, su quelle ICT e sui sistemi di Propulsione, che rappresentano i tre principali pilastri della filiera.

La nuova rappresentazione è stata sottoposta il 14 Dicembre 2017 al giudizio di una commissione di 27 stakeholders regionali che costituiscono il gruppo "Space and Photonics Innovation Actors -SPIA" del Progetto INTERREG Europe STEPHANIE- Space TEchnology with Photonics for market and societal challenges ed inviata successivamente per email agli stessi stakeholders.

## 4.5 Descrizione di ciascuna roadmap

### Roadmap numero 1

<b>Titolo</b> Sviluppo di strumentazione optoelettronica di impiego satellitare ed avionico (Tecnologie di payload optoelettronici)
<b>Descrizione</b> <u>Tecnologie e ambiti applicativi:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Camere e spettrometri ad elevata risoluzione spettrale e/o spaziale, progettati e realizzati in-house per utilizzo sia di tipo avionico che satellitare per l'osservazione della terra o per esplorazione dello spazio.</li><li>• Sensori di telerilevamento passivi e attivi (radiometri operanti nel Visibile e nell'Infrarosso), a bordo di piattaforme aeree e satellitari, per l'osservazione della Terra con lo scopo di fornire una migliore percezione e interpretazione dei fenomeni che interessano determinate aree della superficie terrestre.</li><li>• Camere, spettrometri ed altra strumentazione di dimensioni compatte e peso ridotto, specificatamente progettati per impiego come piccoli payload in mini/micro-satelliti e droni per monitoraggio ambientale.</li><li>• Specchi speciali e/o di grandi dimensioni e sistemi ottici complessi, ad elevate prestazioni, con montaggi realizzati tramite materiali innovativi.</li><li>• Circuiti, schede e alimentatori progettati secondo criteri di elevate prestazioni e packaging, minimo consumo e dissipazione termica, stabilità di prestazioni in termo-vuoto. Le relative tecnologie realizzative di alta precisione potrebbero avere un impatto anche su settori produttivi non spaziali.</li><li>• Progettazione di circuiti integrati per applicazioni specifiche (ASIC) analogici, digitali e system in package (circuiti integrati contenenti vari silici in unico package)</li></ul> <u>Target temporali di sviluppo:</u> <p>Gli strumenti e i componenti destinati ad uso avionico e spaziale difficilmente riescono in meno di 5 anni a completare il loro ciclo produttivo e raggiungere la fase di missione. Infatti, oltre alle fasi di progettazione e raccolta componenti, il prototipo di "pre-volo" nel suo insieme andrà assemblato in camere pulite e testato nelle condizioni che simulano le condizioni di lancio (test di vibrazione), di impiego operativo nello spazio (test di termo-vuoto), di allineamento e rivelazione (test con simulatori di illuminamento terrestre, solare o stellare).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2018-2020: progettazione modelli, simulatori, camere di prova, SW di bordo</li><li>- 2020-2022: prototipi dimostrativi (incluse metodologie elaborazione dati)</li><li>- 2022-2024: prototipi pre-qualifica spazio</li></ul>
<b>Asset strategici</b> <p>Il comparto industriale è costituito da un mix di grandi aziende, Enti di ricerca, e PMI, principalmente localizzate nelle province di Firenze, Pisa, Livorno e Siena. Le grandi aziende sono rappresentate in primis da Leonardo-Finmeccanica (Campi Bisenzio-FI), leader nazionale nel settore dell'Optoelettronica per lo Spazio, e dalla SITAEL (sedi di San Piero a Grado e di Ospedaletto entrambe in provincia di Pisa), specializzata in propulsori elettrici e chimici, apparati elettronici di potenza &amp; controllo, e microelettronica. Attività aziendali minoritarie nel settore spazio sono anche svolte da due grandi aziende del territorio pisano, precisamente INTECS nelle tecnologie e sistemi informatici, e IDS nel campo radar e radiocomunicazioni.</p> <p>Il territorio offre anche un gran numero di PMI di alta e altissima tecnologia, alcune delle quali coinvolte per grandissima parte del loro fatturato nel settore Spazio. Solo per citarne alcune, Kayser Italia (Livorno) operante nel settore dell'Esobiologia, AvMap (Carrara) impegnata nelle tecnologie GPS/GALILEO, FlyBy (Livorno) impegnata nel Data Processing di dati di Osservazione della Terra, MBI (Pisa) attiva nelle comunicazioni e televisione satellitare. Vi sono inoltre micro-aziende con competenze estremamente verticali nel settore, come ad esempio D-Orbit (Firenze) che sviluppa una tecnologia per il decommissioning dei satelliti a fine vita.</p> <p>Gli Enti di ricerca attivi nel settore spazio sono rappresentati dalle Università di Firenze, Pisa e Siena e dalla Scuola Superiore S. Anna di Pisa, dagli istituti del CNR ISTI di Pisa, INO e IFAC di Firenze, e dalle sedi del Consorzio CNIT.</p>
<b>Principali partnership esistenti</b> <p>1) principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- INTERREG Europe STEPHANIE (Space TEchnology with Photonics for market and societal challenges) - 2017-2022: L'obiettivo generale di STEPHANIE è di sostenere il cambiamento verso politiche pubbliche capaci di promuovere un uso efficiente di ricerca e innovazione (R&amp;I) nella tecnologia spaziale basata sulla fotonica, in modo da sviluppare prodotti con un forte potenziale di mercato e con la capacità di occuparsi di problematiche socio-ambientali.</li><li>- 3MI (Multi-viewing, Multi-channel, Multi-polarisation Imager); in fase di realizzazione da Leonardo nell'ambito del programma ESA MetOp - SG per il monitoraggio climatico e ambientale.</li><li>- FLEX (Fluorescence Explorer); spettrometro in fase di realizzazione da Leonardo per la missione FLEX nell'ambito del Programma Earth Explorer per l'analisi dello stato della vegetazione del pianeta.</li><li>- LI (Lightning Imager) spettrometro in fase di realizzazione da Leonardo per l'osservazione dei fulmini da Meteosat Third Generation (MTG) mission.</li><li>- SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer) realizzato da Leonardo e imbarcato su ESA Sentinel 3 per applicazioni climatologiche e meteorologiche</li><li>- PRISMA (PRecursore Iperspettrale della Missione Applicativa) realizzato da LEONARDO per ASI</li><li>- Optical Compressive Sensing (CS) Technologies for Space Applications per lo studio di applicazioni spaziali e sistemi ottici che possano trarre beneficio dall'uso di tecniche di Compressive Sensing. Contratto con ESA.</li></ul>

- Hyperspectral Imaging Mission Concepts ESA-ESRIN ITT AO/1-8579/16/I-Sbo per lo studio dei requisiti e dei prodotti di un sensore iperspettrale per la futura missione iperspettrale di ESA.
- PTC15K CCE – Elettronica di controllo e di alimentazione per Pulse Tube Coolers utilizzati per il raffreddamento criogenico (15°K) in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito del programma ESA "Low vibration 15K Pulse Tube Engineering Model Cooler"
- SCAT – Transceiver in banda C per piccoli satelliti (Cubesat) in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito del programma ESA "C-Band Transceiver for small satellites"
- JUICE - Modulo di generazione di Potenza e Platform Interface Test Equipment del sottosistema elettronico digitale del Radar RIME di TAS in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito della missione ESA JUICE
- COSMO - Unità di controllo per lo strumento Control Momentum Gyro Assembly (CMGA) in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito del programma COSMO Skymed di Leonardo.
- MTG LIPP – Pixel Processor ASIC del sottosistema Lightning Imager in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito del programma Meteorat Third Generation di Leonardo.
- DC21 - DC/DC converter compatti e configurabili isolati in fase di realizzazione da parte di SITAEL. Nell'ambito del programma ESA "Configurable and Compact isolated DC-DC converter"

2) principali partner europei.

Thales  
AIRBUS  
ESA  
Airlíquide

## Roadmap numero 2

### Titolo

**Sistemi e servizi regionali per applicazioni integrate di monitoraggio e navigazione  
(Studio di missione e applicazioni integrate)**

### Descrizione

#### Tecnologie e ambiti applicativi:

In Toscana esistono le competenze e capacità necessarie a realizzare una missione completa di Osservazione della Terra. E' però necessario che gli sviluppi sui payload di cui al punto precedente vengano accompagnati da un parallelo e coordinato sviluppo delle tecnologie di piattaforma satellitare o avionica e delle tecnologie "downstream", cioè di terra, per raccolta ed elaborazione dati provenienti dalle prime.

- Applicazioni integrate di navigazione, telecomunicazioni ed elaborazione dati per realizzare un Progetto applicativo di Osservazione della Terra mirato a risolvere specifiche necessità regionali (in settori come la sorveglianza delle coste, il monitoraggio della qualità delle acque, il traffico marittimo di grandi natanti, l'agricoltura di precisione e il monitoraggio dell'uso del territorio, ecc.).
- Sistemi di guida per piattaforme satellitari: sensori di assetto, sistemi per il rientro controllato e il *de-orbiting* di satelliti.

#### Target temporali di sviluppo:

Il target di questa serie di attività è quello di riuscire a realizzare uno studio di missione e un profilo di servizi prima in forma di pilota da consegnare al gestore (ente pubblico), e successivamente in forma definitiva per gli utenti finali, siano essi pubbliche amministrazioni o aziende/enti privati.

- 2018-2020: requisiti del servizio e design architetturale
- 2020-2022: progetti pilota, studio di missione e prototipi dimostrativi
- 2022-2024: sviluppo dei servizi e prototipi pre-qualifica

### Asset strategici

Ad integrazione del quadro regionale descritto per la precedente roadmap, va osservato che sul versante del segmento di terra, il comparto toscano è all'avanguardia internazionale per quanto riguarda le attività di "downstream", per realizzare servizi a valore aggiunto basati su asset (aero)spaziali. Citiamo come esempio paradigmatico le piattaforme per l'agricoltura intelligente e/o per la gestione delle emergenze, con l'utilizzo congiunto e sinergico di tecnologie e servizi di comunicazione e navigazione satellitare. Le applicazioni integrate di telecomunicazioni, navigazione, ed elaborazione dati sono caratterizzate dalla possibilità di sfociare in servizi di immediata utilità per il cittadino.

Gli Enti di ricerca di rilievo nel settore ICT per il processamento dati satellitari e avionici sono rappresentati dai Dipartimenti di Ingegneria di Pisa, Siena e Firenze, dagli istituti del CNR ISTI di Pisa e IFAC di Firenze.

### Principali partnership esistenti

1) principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Progetto Europeo H2020 AURORA (Advanced Ultraviolet Radiation and Ozone Retrieval for Applications). Obiettivo primario è utilizzare le capacità di misura complementari dei sensori delle missioni Sentinel-4 e Sentinel-5 del programma Copernicus, rispettivamente in orbita bassa (LEO) e geostazionaria (GEO), per monitorare in tempo quasi reale il profilo di ozono in atmosfera con accuratezza senza precedenti.

Progetto Europeo H2020 REDSHIFT (Revolutionary Design of Spacecraft through Holistic Integration of Future Technologies). Si propone di affrontare il problema dei detriti spaziali con un approccio globale unendo i più recenti avanzamenti teorici nell'ambito della dinamica orbitale finalizzati al de-orbiting dei satelliti a fine missione, insieme all'impiego di tecnologie emergenti, come la stampa in 3D, per la realizzazione dei satelliti futuri.

2) principali partner europei.

EUMETSAT

## Roadmap numero 3

### Titolo

Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica per impiego satellitare

### Descrizione

#### Tecnologie e ambiti applicativi:

- Sistemi di propulsione spaziale (chimica ed elettrica) per piattaforme satellitari, in particolare:
  - Sistemi di propulsione primaria basati sull'effetto Hall e sull'emissione di campo;
  - Sistemi per il controllo di assetto, per il drag compensation e il deorbiting di satelliti in orbita bassa, basati su propulsori elettrotermici (arcogetti, resistogetti);
  - Propellenti "verdi", a basso o nullo impatto ambientale, per la propulsione spaziale chimica.
- Facilities di prova, analisi e qualifica di sottosistemi e sistemi di propulsione spaziale.

#### Target temporali di sviluppo:

Gli strumenti e i componenti destinati ad uso avionico e spaziale difficilmente riescono in meno di 5 anni a completare il loro ciclo produttivo e raggiungere la fase di missione.

Infatti, oltre alle fasi di progettazione e reperimento dei componenti, il prototipo di "pre-volo" nel suo insieme andrà assemblato in camere pulite e testato nelle condizioni che simulano le condizioni di lancio (test di shock e vibrazione), di impiego operativo nello spazio (test di termo-vuoto), di allineamento e rivelazione (test con simulatori di illuminamento terrestre, solare o stellare). In particolare per un sistema propulsivo elettrico i test di vita possono arrivare a durare fino ad uno/due anni.

- 2018-2020: progettazione modelli, simulatori, camere di prova
- 2020-2022: test ambientali e di vita (qualifica a terra)
- 2022-2024: prototipi pre-qualifica spazio

### Asset strategici

Il comparto industriale è costituito essenzialmente da SITAEL (sedi di San Piero a Grado e di Ospedaletto, entrambe in provincia di Pisa) specializzata in propulsori elettrici e chimici, apparati elettronici di potenza e controllo, e microelettronica. Attività di propulsione sono svolte anche -in misura minoritaria rispetto al core business aziendale- da Leonardo-Finmeccanica (Campi Bisenzio-FI), che è attiva nel settore dell'elettronica di potenza e del controllo d'assetto tramite cold gas.

Nell'ambito delle PMI è da ricordare D-Orbit (Firenze) che sviluppa un sistema di propulsione ausiliario per il decommissioning e Aerospazio Tecnologie

Gli Enti di ricerca attivi nel settore spazio sono rappresentati dalle Università di Pisa e Siena.

### Principali partnership esistenti

1) principali progetti europei di ricerca sviluppo e innovazione (titolo/programma/obiettivo)

H2020 HV-EPISA (High Voltage Electrical Power System Architecture) - 2015-2017: L'obiettivo di HV-EPISA è definire una architettura di piattaforma satellitare innovativa, basata su alte potenze ed alti voltaggi. Il punto di partenza è la verifica dei limiti tecnologici dei componenti spaziali, e realizzare prototipi di sottosistemi ad alto voltaggio.

H2020 GaNOMIC (GaN in One Module Integrated Converter for Electric Propulsion Systems) - 2016-2018; Realizzazione di un modulo anodico avanzato per PPU ad alta Potenza, basata su component GaN e su packaging embedded.

H2020 CHEOPS (Consortium for Hall Effect Orbital Propulsion System) 2016-2021; CHEOPS e' uno dei Progetti cofinanziati dalla UE nell'ambito dello Strategic Research Cluster sulla propulsione elettrica. Raccoglie tutti gli attori europei del settore "propulsori Hall" ed ambisce a progettare e sviluppare tre sistemi completi di potenze diverse nel corso di 42 mesi. E' prevista una seconda fase, che dovrebbe sfociare in una validazione in orbita di uno o due sistemi.

2) principali partner europei.

Thales  
AIRBUS  
OHB  
ESA  
Safran  
AST GmbH

## 4.6 Abstract del report

L'industria dello Spazio in Europa può essere considerata una nicchia strategica del più ampio comparto Aerospazio e Difesa, composta per quasi il 60% da 2 holdings: EADS Astrium (franco-tedesca) e Thales (essenzialmente francese), mentre Leonardo-Finmeccanica, OHB, RUAG e Safran in totale rappresentano il 19%. Le SME costituiscono meno del 10% del settore spaziale europeo che vale circa 6.500 milioni di Euro ed oltre 35.000 addetti. Il comparto spazio italiano è contraddistinto da una percentuale maggioritaria della committenza pubblica e deve confrontarsi con i programmi dell'Agenzia Spaziale Italiana ed europea ESA.

La struttura del comparto produttivo dell'aerospazio toscano riflette quella nazionale, in cui le grandi industrie (Leonardo-Finmeccanica, e SITAEL nello specifico toscano) mantengono un ruolo strategico su tecnologie, principalmente le tecnologie ottiche, elettroniche ed optoelettroniche e di propulsione, caratterizzate da produzione di volumi limitati di componenti e strumenti di elevatissimo costo. Relativamente alle PMI, il comparto è rappresentato da aziende che si occupano di progettazione e sviluppo di componenti, nonché di aziende del settore SW che sviluppano tecnologie basate sull'utilizzo dei dati satellitari ed avionici per servizi al cittadino e monitoraggio ambientale

L'attuale analisi di aggiornamento delle roadmap del settore si basa sull'integrazione delle informazioni ricavate dai report RIS3-2013 dei Poli Optoelettronica/Spazio e ICT/Robotica con quelle del documento strategico del Distretto FORTIS redatto nel 2015, quindi verificata in alcune occasioni di focus group (stakeholders del progetto INTERREG EU Stephanie e membri del Competence Network della piattaforma regionale Industria 4.0).

Le tre principali roadmap individuate sono:

**1) Sviluppo di strumentazione optoelettronica di impiego satellitare ed avionico**

- Tecnologie:

- Camere, spettrometri, sensori di telerilevamento: 1) ad ampia banda spettrale e/o elevata risoluzione spaziale per uso spaziale ed avionico; 2) di dimensioni compatte e peso ridotto per mini/micro-satelliti e droni.
- Sistemi e componenti ottici ed elettronici complessi qualificati per uso avionico/spaziale.
- Progettazione ASIC analogici, digitali e *system in package* (circuiti integrati contenenti vari silici in unico *package*)

- Applicazioni: Tecnologie di applicazione trasversale con utilizzo in osservazione della terra, ricerca scientifica, applicazioni commerciali e duali

**2) Sistemi e servizi regionali per applicazioni integrate di monitoraggio e navigazione**

- Tecnologie:

- Applicazioni integrate di navigazione, telecomunicazioni ed elaborazione dati per realizzare un Progetto applicativo di Osservazione della Terra
- Sistemi di guida per piattaforme satellitari: propulsione elettrica, sensori di assetto, sistemi per il rientro controllato e il de-orbiting di satelliti

- Applicazioni: sorveglianza delle coste, il monitoraggio della qualità delle acque, il traffico marittimo di grandi natanti, l'agricoltura di precisione e il monitoraggio dell'uso del territorio, ecc.

**3) Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica per impiego satellitare**

- Tecnologie:

- Fabbricazione di motori elettrici avanzati
- Fabbricazione di motori chimici operanti con propellenti verdi
- Fabbricazione di Power Processing Unit (PPU) avanzate
- Camere a vuoto e attrezzature per test e qualifica di motori

Main Roadmaps of the Aerospace Sector of Regione Toscana:

**1) Development of optoelectronic instruments for satellite and avionics use.**

- Technologies:
  - Cameras, spectrometers, sensors for remote sensing, characterized by: 1) wide spectral bandwidth and/or high spatial resolution for satellites; 2) compact size and reduced weight for mini/micro-satellites and drones.
  - Complex optical and electronic systems and components, qualified for aerospace use.
- Applications: Earth observation and space exploration

**2) Regional systems and services for integrated monitoring and navigation applications**

- Technologies:
  - Integrated applications of navigation, telecommunications and data processing to implement a Earth Observation Application Project
  - Driving systems for satellite platforms: electric propulsion, attitude sensors, systems for controlled return and de-orbiting of satellites
- Applications: coastal surveillance, water quality monitoring, large-scale marine traffic, precision agriculture and land use monitoring, etc.

**3) Development of electric and chemical propulsion systems for satellite use.**

- Technologies:
  - Manufacture of advanced electric motors
  - Manufacture of chemical engines operating with green propellants
  - Advanced Power Processing Unit (PPU) manufacturing
  - Vacuum chambers and equipment for testing and qualification of engines

4.7 Rappresentazione grafica di ciascuna roadmap

*Roadmap numero 1: Sviluppo di strumentazione optoelettronica di impiego satellitare ed avionico*

	Progett. Ottica e Opto-meccanica	Progett. Elettronica	Progett. SW di Bordo	Fabbricazione/ assemblaggio in Clean Room	Integrazione Test e Calibrazione
Fase TRL 2...	<b>Sviluppo strum. ottica, elettronica e optoelettronica satellitare/avionica:</b> 2018-2020: progettazione modelli, simulatori, camere di prova, SW di bordo				
Fase TRL 3...					
Fase TRL 4...	<b>Sviluppo strumentazione ottica, elettronica e optoelettronica satellitare/avionica:</b> 2020-2022: prototipi dimostrativi (include metodologie elaborazione dati)				
Fase TRL 5...					
Fase TRL 6...			<b>Sviluppo strumentazione ottica, elettronica e optoelettronica satellitare/avionica:</b> 2022-2024: prototipi pre-qualifica spazio		
Fase TRL 7...					
.....					

*Roadmap numero 2: Sistemi e servizi regionali per applicazioni integrate di monitoraggio e navigazione*

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality	
Fase MRL 2	Sist. e servizi regionali per appl. integrate: 2018-2020: requisiti del servizio e design architetture							
Fase MRL 3								
Fase MRL 4	Sist. e servizi regionali per appl. integrate: 2020-2022: progetti pilota, studio di missione e prototipi dimostrativi							
Fase MRL 5						Sistemi e soluzioni per de-orbiting		
Fase MRL 6	Sist. e servizi regionali per appl. integrate: 2022-2024: sviluppo dei servizi e prototipi pre-qualifica							
Fase MRL 7							Sensori di assetto	
Fase MRL 8								
Fase MRL 9								

*Roadmap numero 3: Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica per impiego satellitare*

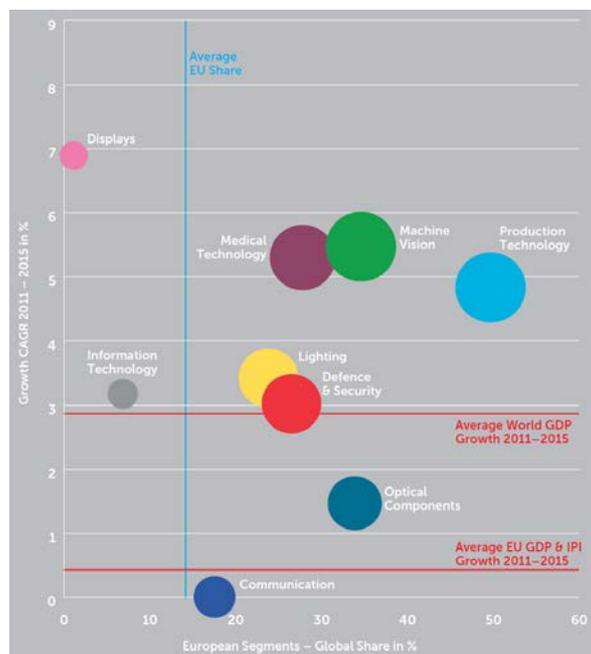
	Progett. meccanica	Progett. Elettronica	Fabbricazione/ assemblaggio in Clean Room	Integrazione Test e Calibrazione
Fase TRL 3...	Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica: 2018-2020: progettazione modelli, simulatori, camere di prova			
Fase TRL 4...				
Fase TRL 5...	Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica: 2020-2022: test ambientali e di vita (qualifica a terra)			
Fase TRL 6...				
Fase TRL 7...			Sviluppo di sistemi di propulsione elettrica e chimica: 2022-2024: prototipi pre-qualifica spazio	
Fase TRL 8...				
....				

## 5. FOTONICA/OPTOELETTRONICA

### 5.1 Posizionamento internazionale

Il mercato globale dei prodotti della Fotonica/Optoelettronica nel 2015 è stato di 447 miliardi di euro ed è cresciuto ad un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 6,2% durante gli ultimi quattro anni (2011-2015), rispettando piuttosto bene le previsioni di sviluppo.

L'Europa copre una quota di mercato complessiva del 15,5% con un volume di produzione valutato in 69,2 miliardi di euro nel 2015. Dal 2011, escludendo il settore fotovoltaico che ha subito una contrazione di 2/3 a causa della competizione cinese, la produzione europea di fotonica è cresciuta dai 57,1 miliardi di euro del 2011 ai 66,6 miliardi di euro del 2015, corrispondente a un tasso di crescita del 3,9%, molto più alto di quello della produzione generale europea in stagnazione nel periodo con un tasso di appena lo 0,1%. La ripartizione fra i vari segmenti produttivi è rappresentata in figura. Gli addetti dell'industria europea della Fotonica sono circa 300.000. Poiché il settore Fotonica è in gran parte basato su piccole e medie imprese (circa 5000 nel settore in Europa), è possibile ipotizzare



che la crescita della domanda possa creare più posti di lavoro di quanto potrebbe accadere se il settore fosse costituito principalmente da grandi aziende. Il paesaggio europeo della Fotonica è costituito da gruppi di eccellenza nella ricerca e da una forte componente industriale, rappresentata sia da PMI che da grandi imprese. La maggior parte di questi attori sono organizzati in cluster regionali di innovazione e piattaforme tecnologiche nazionali (*fonte per dati e figura: Market Research Study Photonics 2017, Photonics21, May 2017*).

Passando all'ambito regionale, in Toscana è rilevabile una concentrazione unica di competenze di alto livello tecnologico e di ricerca nei settori dell'Optoelettronica, dell'Optica Industriale e della Fotonica. La componente industriale è rappresentata da imprese HI-TECH operanti nelle applicazioni di tali tecnologie in campo industriale, aerospaziale, biomedicale e per i beni culturali, nonché direttamente coinvolte nella produzione di componenti e dispositivi ottici ed optoelettronici. Fra di esse, in particolare quelle di dimensioni medio-grandi rappresentano ruoli di leadership in alcuni segmenti, partecipano come attori primari in progetti regionali, nazionali ed europei, ed investono quote consistenti del proprio fatturato (5-10%) in R&S. Possiamo citare il Gruppo El.En., prima azienda laser italiana, Esaote leader nelle diagnostiche a ultrasuoni, CSO leader nelle diagnostiche oftalmiche e la sede di Campi Bisenzio di Leonardo-Finmeccanica, che sviluppa strumentazione optoelettronica per applicazioni spaziali (vedi il report sul settore Aerospaziale). A questa realtà industriale si affianca un numero di centri di eccellenza della ricerca pubblica nel settore della Fotonica e delle sue applicazioni, fra cui possiamo menzionare in ambito universitario, la Scuola Normale Superiore,

la Scuola Superiore Sant'Anna, i Dipartimenti di Fisica ed Ingegneria delle Università di Firenze e Pisa, il LENS, e fra gli enti di ricerca, il CNR, con IFAC, INO, ISTI, ed il CNIT.

## 5.2 SWOT analysis di comparto

Punti di forza	Punti di debolezza
Presenza sul territorio di realtà industriali e di PMI leader mondiali in vari settori della fotonica. Presenza di centri di ricerca con eccellenze riconosciute nel settore e disponibilità alla creazione di cluster collaborativi con le imprese Alta flessibilità e reattività delle aziende che operano su contesti internazionali	Molte PMI poco competitive, incapaci di produrre sostanziale innovazione al proprio interno e trovare nuovi mercati. Difficoltà connesse al sistema Italia: costo del lavoro, burocrazia, difficoltà di accesso al credito Difficoltà per le imprese a realizzare collaborazioni stabili in reti e filiere produttive
Opportunità future	Minacce future
Programma Regionale per creazione di una rete di competenze Industria 4.0 di supporto alle PMI Ruolo attivo di partecipazione della Regione a livello Europeo su bandi (ERANET) e piattaforme (S3) su fotonica e applicazioni. Importanza della penetrazione di nuovi mercati emergenti ed internazionali	Concorrenza estera di sistemi produttivi più efficienti e di paesi emergenti Mancanza o grande ritardo negli investimenti pubblici e privati nel settore

## 5.3 Elenco roadmap aggiornate rispetto a quelle approvate inizialmente

Roadmap	Ordine di priorità	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Biofotonica	5	Strumenti biomedicali basati su laser, LED, lampade. Dispositivi fotonici per l'automedicazione e la diagnosi point-of-care; Apparecchi diagnostici e per imaging / nuove microscopie.	Chirurgia laser minimamente invasiva, terapie vascolari e dermatologiche Terapie personalizzate Diagnostiche a basso costo Diagnostica precoce di tumori e malattie legate all'invecchiamento
2) Fotonica per ICT	5	Fotonica in silicio per la realizzazione di componenti, moduli e sottosistemi Sistemi di trasporto per telecomunicazioni di nuova generazione	Realizzazione di sistemi di trasmissione e commutazione ottica per reti mobili 4a e 5a generazione, sistemi di interconnessione ottica per router di grandi dimensioni e data centers, per reti di trasporto metropolitane e le grandi dorsali informatiche

## 5.4 Elenco roadmap non aggiornate e motivazione

Con riferimento alle roadmap indicate nel report RIS3-2013 del Polo Optoelettronica/Spazio OPTOSCANA, l'analisi qui riportata include anche i contributi del documento strategico del Distretto FORTIS redatto nel 2015. Si è proceduto ad una sintesi e ad una integrazione, in particolare delle tematiche della fotonica/optoelettronica per il biomedicale, rinominando la roadmap come "Biofotonica". I componenti ottici e fotonici sono in parte inclusi nella Fotonica per ICT e nella roadmap del settore Aerospaziale su "Strumentazione optoelettronica di impiego satellitare ed avionico". Inoltre non si è inserita la roadmap del 2013 "Tecnologie laser e optoelettroniche non medicali", che comunque continua a rappresentare settori sviluppo industriale attivi, ma che rappresentano una nicchia di mercato, seppure consolidata.

Nel dettaglio, le precedenti roadmap erano le seguenti:

POLO/DIST.	Roadmap (titolo)	Priorità	Tecnologie implementate
OPTOSCANNA - Optoelettronica e Spazio	1) Medical devices di tipo optoelettronico/fotonico	5	Sistemi diagnostici e terapeutici mini-invasivi di tipo laser, LED, ultrasuoni; combinazioni con nuovi farmaci nanotech
	2) Componenti ottici e fotonici	5	Circuiti fotonici integrati; progettazioni e fabbricazioni ottiche avanzate
	3) Sensori e microscopie avanzate	4	Lab-on-chip; sensori per diagnostica biomedicale point-of-care
	4) Tecnologie laser/optoelettroniche non medicali	3	Laser per material processing e per conservazione beni culturali; sistemi per illuminazione; solare e fotovoltaico
FORTIS	1) Fotonica/Optoelettronica per applicazioni biomedicali (Biofotonica)	--	Strumenti basati su laser, LED, HP lamps per terapia e chirurgia minimamente invasive; Dispositivi per l'automedicazione e la diagnosi point-of-care; Apparecchi diagnostici e per imaging / nuove microscopie per diagnostica precoce.
	2) Fotonica per ICT	--	Tecnologie fotoniche per la evoluzione delle reti ICT e la networked society Soluzioni di trasporto per le future reti ICT

## 5.5 Descrizione di ciascuna roadmap

### Roadmap numero 1

**Titolo**

**Biofotonica**

**Descrizione**

**Tecnologie e ambiti applicativi:**

- *Strumenti basati su laser, LED, HP lamps per terapia e chirurgia minimamente invasive.*  
I medical devices di tipo optoelettronico/fotonico sono strumenti basati su laser, LED, high power lamps per terapia e chirurgia, sviluppati anche con il supporto di tecnologie robotiche, caratterizzati dalla minima invasività sul paziente e quindi potenzialmente capaci di ridurre i costi di ospedalizzazione.  
L'entità del mercato potenziale è stata valutata dagli esperti coinvolti attorno ai 2 miliardi di dollari. Inoltre è stato segnalato che per mantenere un alto livello di competitività le imprese dovrebbero investire il 7-8% del loro fatturato in ricerca.
- *Dispositivi per l'automedicazione e la diagnosi point-of-care (POC)*  
Gli apparecchi per l'automedicazione e la diagnosi *point-of-care* (cioè ambulatoriale o a domicilio) anche miniaturizzata e integrata del tipo "lab-on-chip" sono in grado di offrire misure in tempi brevi senza ricorrere a strumentazione da laboratorio. Il mercato di riferimento è in continua evoluzione: l'apparizione di nuovi prodotti e la tempistica è legata alle diverse patologie cui sono applicati, ma prospettano potenzialità di crescita notevoli, rivolgendosi ad un'utenza molto più ampia di quella ospedaliera. In particolare l'identificazione di nuovi biomarker (proteici, miRNA etc.) associati a specifici quadri patologici rafforza la prospettiva che tecniche di rilevazione ultrasensibili (ad es. rivelazione di risonanza plasmonica) saranno di grandissimo impatto e potranno rivoluzionare la diagnostica.  
L'entità del mercato potenziale è stata valutata dagli esperti coinvolti in poche centinaia di milioni nei tempi brevi, ma incrementabile di almeno un ordine di grandezza non appena saranno disponibili dispositivi a basso costo per impiego di massa. Qui fattori abilitanti saranno la microfluidica e le tecniche di rivelazione in ambito lab-on-chip che possono offrire un'alternativa label-free alle tecniche di analisi dei fluidi biologici.
- *Apparecchi diagnostici e per imaging / nuove microscopie per diagnostica precoce*  
Si tratta di apparecchi diagnostici e di imaging a varie frequenze (sia nel visibile, sia nell'infrarosso lontano fino ai THz) e ad ultrasuoni (ad es. equipaggiati con sonde innovative a matrice) e sistemi pre-commerciali basati su nuove microscopie (ad es. multifotonica e fotoacustica), tutti strumenti in grado di fornire una diagnostica precoce di malattie molto diffuse, come quelle oncologiche e quelle legate all'invecchiamento (patologie oculistiche, cardiovascolari, ecc.).  
L'entità del mercato potenziale è stata valutata dagli esperti coinvolti in poche centinaia di milioni di dollari, per quanto riguarda le diagnostiche di tipo più prettamente fotonico. Per il settore degli ultrasuoni invece il valore del mercato è molto più ampio, stimato in 6 miliardi di dollari.

**Target temporali di sviluppo:**

I dispositivi fotonici per applicazioni biomedicali, come in generale tutti i prodotti biomedicali di applicazione su pazienti, devono necessariamente seguire fasi di validazione e certificazione, che dilatano di molto i tempi della loro immissione sul mercato rispetto a quelli di prodotti di simile contenuto HI-TECH non biomedicali. E' quindi pensabile di raggiungere la commercializzazione delle attuali tecnologie secondo uno schema del tipo:

- 2018-2020: progetto e sviluppo dei prototipi
- 2020-2022: sperimentazione preclinica e clinica
- 2022-2024: certificazione e commercializzazione

Venendo al dettaglio delle tecnologie sopra descritte, è prevedibile il seguente sviluppo temporale:  
*Strumenti basati su laser, LED, HP lamps per terapia e chirurgia minimamente invasive*

#### Asset strategici

In Toscana ha sede il gruppo EL.EN., uno dei maggiori player internazionali nel settore laser medicale, che include Cynosure (USA), Asclepion (GE), Deka, Quanta ed Elesta (IT) e compete con aziende multinazionali come Lumenis, Spectra Physics, Abbott, ecc. Nel campo high power lamps sono predominati Osram, Philips e Siemens. Altre aziende nel campo della fotonica biomedicale sono in USA: BS Medical, Novian Health, Visualaser, Dornier Medtech, mentre in Cina RF medical e Kangyou Medical. Le principali reti di centri di ricerca nel settore Biofotonica sono in EU Photonics4Life e in USA Biophotonics4Life.

Per quanto riguarda l'automedicazione e la diagnostica point-of-care, i player sono rappresentati soprattutto da start-up e piccole aziende HI-TECH. In Toscana è da menzionare Biochemical Systems International. Vi è comunque interesse e attenzione a livello globale da parte di grandi imprese come ad es. ST Microelectronics (IT) e Horiba (JAP).

Riguardo alle tecniche di imaging biomedicale, la toscana ESAOTE è fra i principali player mondiali nel settore diagnostica ad ultrasuoni, con Visualsonics (gruppo Fujifilm, CA) competitor nelle applicazioni ad alta risoluzione. Nel campo delle microscopie ottiche per finalità principalmente di indagine scientifica, sono da menzionare le tedesche Zeiss, Leica, Storz (endoscopia), Siemens, oltre a Philips (NL), mentre in Giappone: Olympus, Nikon, Sony, Toshiba, Hitachi. Infine hanno attività nel settore diagnostico anche Philips, Samsung e General Electric.

I principali Enti di ricerca attivi nel settore biofotonica in Toscana sono rappresentati dal LENS dell'Università di Firenze, dalla Scuola Normale di Pisa, dagli istituti del CNR INO e IFAC di Firenze.

#### Principali partnership esistenti

1) principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Progetto EU FP7 "NANODEM – NANOphtonic DEvice for Multiple therapeutic drug monitoring". Sviluppo di un dispositivo POCT (point-of-care-test) di monitoraggio dei farmaci terapeutici dedicato alla misurazione degli immunosoppressori e dei relativi metaboliti nei pazienti trapiantati. Il nuovo strumento consente la misurazione automatica di farmaci e metaboliti terapeutici caratterizzati da un ristretto intervallo terapeutico e da gravi effetti collaterali potenziali.

Prog. H2020 "HEMOSPEC - Advanced Spectroscopic Hemogram for Personalized Care against Live Threatening Infections using an Integrated Chip-Assisted Bio-Photonic System". Malattie infettive e sepsi rappresentano problemi mondiali con alti tassi di mortalità. Al fine di selezionare trattamenti ottimali per il gruppo altamente eterogeneo di pazienti con sepsi e ridurre i costi, sono necessari nuovi strumenti multiplexati che caratterizzano meglio il paziente e la sua risposta immunitaria specifica.

2) principali partner europei.  
Vedi sezione precedente

## Roadmap numero 2

### Titolo

#### Fotonica per ICT

#### Descrizione

##### Tecnologie e ambiti applicativi:

La Commissione Europea ha individuato nella fotonica una delle sei *key enabling technologies* del nuovo programma Horizon 2020. In particolare, il ruolo della fotonica nel comparto ICT è destinato ad aumentare considerevolmente nei prossimi anni. La fotonica per ICT, infatti, contribuirà in modo chiave a realizzare soluzioni tecnologiche e architetture di rete abilitanti il concetto della *networked society*, ovvero la società completamente connessa. Possono essere individuati due settori principali di sviluppo per la fotonica nell'area della ICT: quello delle tecnologie per la realizzazione dei componenti, dei moduli e dei sottosistemi fotonici chiave nel contesto sopra descritto, e quello delle soluzioni di trasporto nelle future reti di telecomunicazioni.

##### • *Tecnologie fotoniche per la evoluzione delle reti ICT e la networked society*

L'andamento esponenziale della richiesta di traffico già in atto e la sua esplosione prevista per il futuro sta portando ad un cambiamento significativo nella progettazione e sviluppo delle piattaforme e negli apparati di comunicazione. Le nuove interfacce di interconnessione ottica dovranno necessariamente essere basate su fotonica integrata con densità di banda dell'ordine del Tb/s/cm<sup>2</sup>, consumi dell'ordine del pJ/bit e costi di circa 0.1\$/Gbps. Inoltre, dovranno essere producibili sia in volumi dell'ordine dei milioni di pezzi per anno sia in volumi di decine di migliaia di pezzi per anno in modo da soddisfare sia mercati minori sia le richieste di piccole e medie aziende. Questo pone dei requisiti al processo di fabbricazione finora basato, per i componenti ottici discreti, su tecnologia di wafer epitassiali su substrati di InP. La fotonica in silicio (silicon photonics) è la tecnologia che meglio risponde ai requisiti indicati sopra per le nuove applicazioni, grazie all'uso della infrastruttura di fabbricazione CMOS, alle potenziali alte rese produttive in volumi di milioni di pezzi l'anno, al basso costo e alla elevata miniaturizzazione ottenibile dai microcircuiti ottici in silicio dovuta all'alto salto d'indice di rifrazione tra *core* e *cladding* nelle guide d'onda. Recentemente anche l'ibridizzazione di circuiti silicon photonics con materiali III-V ha aperto la possibilità di produrre con costi iniziali (sviluppo) inferiori e quindi di permettere l'accesso a un gran numero di piccole e medie aziende e/o permettere di produrre per mercati a volumi medio piccoli.

---

• **Soluzioni di trasporto per le future reti ICT.**

Negli ultimi anni il traffico dati nelle reti è aumentato in modo molto consistente e tutti gli analisti concordano che tale crescita continuerà con ritmi anche maggiori rispetto a quelli osservati negli ultimi anni. Tale andamento è dovuto a diversi fattori, come l'esplosione del traffico Internet abilitato sia da terminali fissi che mobili (si pensi ad esempio al successo degli smart-phone e degli i-phone/i-pad), l'aumento del traffico multimediale (esempio il successo di youtube), nonché l'aumento di traffico video. Per far fronte a tutto ciò, la rete si rivoluzionerà nei prossimi anni, dando luogo ad uno stravolgimento delle architetture e ad una vera e propria modifica dei tradizionali segmenti di rete; se non addirittura all'avvento di nuovi segmenti di rete. Le future reti di trasporto dovranno coprire le necessità di trasportare i dati dalle sezioni di antenna, passando per i nodi di processamento in banda base, per passare poi ai nodi di aggregazione e trasporto metro fino al vero e proprio centro della rete che, nel futuro, sarà caratterizzato da data center in grado di svolgere tutte le funzioni oggi gestite dalle core network radiomobile così come dalle centrali di comunicazione di rete fissa o di rete convergente.

In definitiva, mentre oggi quando si parla di trasporto si pensa alle reti di aggregazione e alle reti metropolitane di trasporto, nel futuro la funzione della rete di trasporto è più universale, ovvero deve soddisfare le necessità e i requisiti di trasporto del traffico dalle antenne delle small cells, passando fra i nodi sopra menzionati fino ai futuri data centers. Tale rete di trasporto universale richiederà nuove architetture e conseguenti nuovi sistemi di trasporto, impieganti un mix di tecnologie: dalle tecnologie radio a quelle ottiche di varie tipologie, al pacchetto.

**Target temporali di sviluppo:**

In relazione alla linea riguardante componenti, moduli, e sottosistemi fotonici per la ICT, occorre favorire la sinergia tra le realtà industriali già presenti sul territorio e quelle che potrebbero consentire di completare l'ecosistema. L'obiettivo finale è quello di creare realtà di ricerca e sviluppo in grado di progettare e sviluppare tali dispositivi. La soluzione finale potrebbe essere calibrata ad un livello "light" che consentirebbe la prototipazione di qualsiasi tipo di dispositivo fotonico in silicio e la relativa produzione su volumi ridotti (foundry tascabile)

- Obiettivi nel medio-lungo periodo: Prototipazione di qualsiasi tipo di dispositivo fotonico in silicio e la relativa produzione su volumi ridotti (foundry tascabile)

In relazione alla realizzazione di sistemi di trasporto per le future reti ICT e, in particolare, i futuri sistemi radiomobile (la 5<sup>a</sup> generazione) sono richieste varie competenze in qualche modo già presenti sul territorio, come ad esempio le competenze sulla trasmissione ottica ad altissima velocità, sulla commutazione ottica integrata sia con sistemi di cross-connessione a circuito e a pacchetto, sulla progettazione di circuiti elettronici integrati (ASIC e FPGA), sul routing IP, sui sistemi di gestione per reti di trasporto, sul piano di controllo di reti pacchetto-ottica integrate e sulle architetture di reti mobili e, non ultima ma di estrema importanza, le competenze sul SW per ICT di cui, da sempre, la Toscana è stata in prima linea.

- Obiettivi nel breve periodo: Trasmissione ottica ad altissima velocità: controllo di reti pacchetto-ottica integrate, generazione e distribuzione di chiavi quantistiche per la sicurezza delle reti.

- Obiettivi nel medio-lungo periodo: Commutazione ottica integrata sia con sistemi di cross-connessione a circuito e a pacchetto; progettazione di circuiti elettronici integrati (ASIC e FPGA). Generazione e distribuzione di chiavi quantistiche per applicazioni su larga scala.

---

**Asset strategici**

Nell'ultimo decennio si è andato a costituire in Toscana, baricentrato su Pisa, un ecosistema di ricerca sulla fotonica rappresentato da rilevanti centri di ricerca e sviluppo industriali, centri di eccellenza accademici, e piccole e medie imprese. In particolare, gli elementi più importanti dell'ecosistema sono: 1) Il centro di ricerca e sviluppo della Ericsson, leader mondiale delle telecomunicazioni. Tale centro a sua volta contiene il centro di ricerca corporate sulle reti ottiche e le tecnologie fotoniche. 2) Il centro di ricerca sulla fotonica della Scuola Sant'Anna, che coinvolge più 50 ricercatori a vari livelli (professori ordinari e associati, ricercatori, postdoc e PhD). 3) Il laboratorio nazionale di reti fotoniche e tecnologie (PNT Lab) del CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario sulle Telecomunicazioni) che coinvolge più di 30 ricercatori. 4) Il centro di tecnologia per fotonica integrata, Fondazione Inphotec, in grado di realizzare circuiti fotonici in tecnologia silicon photonics, con incluso il packaging.

Tale ecosistema costituisce un unicum a livello nazionale e uno dei pochissimi centri di eccellenza europea nel settore, per massa critica e ambiti tecnologici coperti.

---

**Principali partnership esistenti**

1) principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo)

Progetto Europeo H2020 ACTPHAST4.0 - Access Center for Photonics Innovation Solutions and Technology Support. ACTPHAST4.0 supporta e accelera la capacità di innovazione delle aziende europee fornendo loro accesso diretto alle competenze e alle strutture all'avanguardia dei principali centri di ricerca sulla fotonica in Europa (i partner ACTPHAST4.0), consentendo alle aziende di sfruttare l'enorme potenziale commerciale di applicazioni fotonica. I partner del consorzio di ricerca ACTPHAST4.0 offrono una gamma completa di piattaforme tecnologiche di fotonica che vanno dalla fibra ottica e micro ottica alle piattaforme fotoniche altamente integrate, con capacità che vanno dalla progettazione fino alla prototipazione completa del sistema.

2) principali partner europei.

Ericsson

---

## 5.6 Abstract del report

Il mercato globale dei prodotti della Fotonica/Optoelettronica nel 2015 è stato di 447 miliardi di euro ed è cresciuto ad un tasso di crescita del 6,2% durante gli ultimi quattro anni (2011-2015), rispettando piuttosto bene le previsioni di sviluppo. L'Europa copre una quota di mercato complessiva del 15,5% con un volume di produzione valutato in 69,2 miliardi di euro nel 2015. Gli addetti dell'industria europea della Fotonica sono circa 300.000. Passando all'ambito regionale, in Toscana è rilevabile una concentrazione unica di competenze di alto livello tecnologico e di ricerca nei settori dell'Optoelettronica, dell'Ottica Industriale e della Fotonica. La componente industriale è rappresentata da imprese HI-TECH operanti nelle applicazioni di tali tecnologie in campo industriale, aerospaziale, biomedicale e per i beni culturali, nonché direttamente coinvolte nella produzione di componenti e dispositivi ottici ed optoelettronici. A questa realtà industriale si affianca un numero di centri di eccellenza della ricerca pubblica nel settore della Fotonica e delle sue applicazioni, fra cui Scuola Normale Superiore, Scuola Superiore Sant'Anna, Dip. di Fisica ed Ingegneria delle Università di Firenze e Pisa, il LENS, e fra gli enti di ricerca, il CNR, con IFAC, INO, ISTI, ed il CNIT. La Fotonica è una delle tecnologie abilitanti della Piattaforma Regionale Industria 4.0 ed inoltre la Regione ha avuto recentemente un ruolo attivo a livello Europeo per supportare due bandi ERANET nel settore.

L'attuale analisi di aggiornamento delle roadmap del settore si basa sull'integrazione delle informazioni ricavate dal report RIS3-2013 del Polo di Optoelettronica/Spazio OPTOSCANA con quelle del documento strategico del Distretto FORTIS redatto nel 2015.

Le due principali roadmap individuate sono:

### 1) Biofotonica

- Tecnologie:
  - Strumenti biomedicali basati su laser, LED, lampade.
  - Dispositivi fotonici per l'automedicazione e la diagnosi point-of-care;
  - Apparecchi diagnostici e per imaging / nuove microscopie.
- Applicazioni: Chirurgia laser minimamente invasiva, terapie vascolari e dermatologiche, Terapie personalizzate, Diagnostiche a basso costo, Diagnostica precoce di tumori e malattie legate all'invecchiamento.

### 2) Fotonica per ICT

- Tecnologie:
  - Fotonica in silicio ed integrazione fotonica ibrida per la realizzazione di componenti, moduli e sottosistemi
  - Sistemi di trasporto per telecomunicazioni di nuova generazione
- Applicazioni: Realizzazione di sistemi di trasmissione e commutazione ottica per reti mobili 4a e 5a generazione, sistemi di interconnessione ottica per router di grandi dimensioni e data centers, per reti di trasporto metropolitane e le grandi dorsali informatiche. Generazione quantistica di numeri casuali e distribuzione di chiavi quantistiche.

Main roadmaps of the Photonics Sector of Regione Toscana are:

**1) Biophotonics**

- Technologies:
  - Biomedical instruments based on lasers, LEDs, lamps.
  - Photonic devices for self-medication and point-of-care diagnosis;
  - Diagnostic and imaging devices / new microscopes.
- Applications: Minimally invasive laser surgery, vascular and dermatological therapies, personalized therapies, low-cost diagnostics, early diagnosis of tumors and diseases related to aging.

**2) Photonics for ICT**

- Technologies:
  - Silicon photonics and hybrid integrated photonics for the construction of components, modules and subsystems
  - New generation telecommunications transport systems
- Applications: Implementation of optical transmission and switching systems for 4th and 5th generation mobile networks, optical interconnection systems for large routers and data centers, for metropolitan transport networks and large computer backbones. Quantum random number generation and quantum key distribution.

**5.7 Rappresentazione grafica di ciascuna roadmap**

*Roadmap numero 1: Biofotonica*

	Competenze su sorgenti coerenti e incoerenti	Competenze su sperim. pre-clinica	Competenze su sperim. clinica	Competenze su microscopia e imaging	Competenze su sensoristica ottica e bio chimica
Fase TRL 2...					
Fase TRL 3...	- Nanomedicina con particelle laser-attivabili -Nuove terapie fotodinamiche			Imaging ad alta selettività	Sensori integrati multi- analisi
Fase TRL 4...					
Fase TRL 5...	- Terapie per wound healing - Sistemi laser-robotici - Sistemi simulazione interventi			- Imaging molecolare label free - Nuovi mezzi di contrasto nanotecnologici	-Sensori micro-fluidici -Lab on chip -Sensori plasmonici
Fase TRL 6...					
Fase TRL 7...		- Sistemi Hi-power LED per fototerapia - Terapia laser ecoguidata			
Fase TRL 8...					

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Augmented Reality	Additive Manufacturing
Fase MRL 2							
Fase MRL 3	Terapie laser ed imaging per via endoscopica						
Fase MRL 4							
Fase MRL 5	Dispositivi POC per home care, ambulatorio, ospedali						
Fase MRL 6							
Fase MRL 7					Imaging fotoacustico		
Fase MRL 8	Dispositivi POC per glucosio					Sistemi integrati laser-ultrasuoni	
Fase MRL 9	Ecografia con sonde a matrice						

*Roadmap numero 2: Fotonica per ICT*

	Big Data & Analytics	Industrial Internet	Cloud	Cyber Security	Advanced Manufacturing Solutions	Additive Manufacturing	Augmented Reality
Fase TRL 2	-Commutazione ottica integrata sia con sistemi di cross-connessione a circuito e a pacchetto. -Progettazione di circuiti elettronici integrati (ASIC e FPGA).				Foundry tascabile per fotonica al silicio ed ibrida		
Fase TRL 3							
Fase TRL 4							
Fase TRL 5							
Fase TRL 6							
Fase TRL 7	- Trasmissione ottica ad altissima velocità - Controllo di reti pacchetto-ottica integrate						
Fase TRL 8							
Fase TRL 9							

## 6. LEGENDA

Di seguito è riportata la legenda per i livelli TRL (Technology Readiness Level) e MRL (Manufacturing Readiness Level) adottati negli schemi tipo sopra richiamati.

TRL1	Principi di base osservati	MRL1	Implicazioni manifatturiere di base individuate
TRL2	Concetto della tecnologia formulato	MRL2	Concetto di produzione identificato
TRL3	Prova sperimentale del concetto	MRL3	Sviluppo del proof of concept manifatturiero
TRL4	Validazione in laboratorio del concetto	MRL4	Capacità di produrre la tecnologia in ambiente di laboratorio
TRL5	Validazione della tecnologia nell'ambiente rilevante (ambiente rilevante industriale nel caso delle tecnologie chiave e abilitanti)	MRL5	Capacità di produrre componenti prototipali in ambiente idoneo alla produzione
TRL6	Dimostrazione nell'ambiente rilevante (ambiente rilevante industriale nel caso delle tecnologie chiave e abilitanti)	MRL6	Capacità di produrre un prototipo di sistema, o sottosistema, in ambiente idoneo alla produzione
TRL7	Dimostrazione nell'ambiente operativo	MRL7	Capacità di produrre sistemi, sottosistemi e componenti in un ambiente di simulazione della produzione
TRL8	Sistema completo e qualificato	MRL8	Linea pilota dimostrata. Possibilità di avviare la produzione a bassi regimi
TRL9	Sistema ormai finito e perfettamente funzionante in ambiente operativo (di produzione competitiva nel caso delle tecnologie chiave ed abilitanti, o nello spazio)	MRL9	Produzione in piccola scala; possibilità di avviare la produzione a regime
		MRL10	Produzione a regime e lean production in atto

Le attività oggetto del presente affidamento ed i relativi prodotti devono rispettare gli obblighi di informazione e comunicazione previsti dal POR FESR 2014-2020 e rappresentati sul sito del Programma <http://www.regione.toscana.it/porcreo-fesr-2014-2020/obblighi-beneficiari> e quanto previsto dal kit di comunicazione e manuale d'uso della RIS3 reso disponibile dall'ufficio affidante.

## Appendice

### INDUSTRIA 4.0 E STRATEGIE DI SPECIALIZZAZIONE INTELLIGENTE

#### Nota sull'aggiornamento delle Roadmap S3 dei Distretti tecnologici della Toscana

---

#### 1. Introduzione

Scopo della presente Nota è esaminare i documenti recentemente prodotti dai Distretti tecnologici della Toscana, nell'ambito della revisione di medio termine della Strategia di Specializzazione Intelligente, nell'ottica di Industria 4.0.

La Nota costituisce una Appendice al documento, prodotto dall'Advisory Board nel dicembre 2017, che esamina e aggiorna le Roadmap dei Distretti maggiormente coinvolti nello sviluppo e produzione delle tecnologie 4.0, ovvero Advanced Manufacturing, ICT e Fotonica, e Aerospazio. Nel documento di fine 2017 non si disponeva degli aggiornamenti realizzati (o non realizzati, come nel caso di Advanced Manufacturing) dai singoli Distretti.

Oggetto quindi della Nota sono gli aggiornamenti prodotti dai seguenti Distretti, indicati qui per convenienza in modo sintetico e in riferimento al macrosettore industriale di pertinenza:

- Energia
- Ferroviario
- Interni/Arredo
- Marmo
- Life sciences
- Moda
- Nautica
- Materiali

Ai Distretti è stato chiesto dalla Autorità di Gestione di produrre un documento e una sintesi che fossero in grado di:

- aggiornare il quadro alla situazione attuale (dinamica della domanda, evoluzione del mercato nazionale e internazionale)
- individuare nuove traiettorie tecnologiche che non fossero state considerate nella strategia iniziale
- confermare o aggiornare le Roadmap inizialmente formulate
- svolgere l'aggiornamento tenendo esplicitamente in considerazione l'emergere del paradigma 4.0, sia a livello tecnologico che di misure di policy.

La presente Nota esamina quindi i materiali prodotti dai Distretti, lavorando quindi con una documentazione di secondo livello. Non è stato richiesto, né sarebbe stato possibile nei limiti di tempo e risorse disponibili, di verificare puntualmente con i soggetti dei Distretti e/o con accesso alle fonti primarie i contenuti dei documenti, in particolare nelle sezioni che si occupano di Industria 4.0.

Per facilitare la lettura trasversale e incrociata delle Roadmap dei distretti è utile elencare le sezioni nelle quali si fa esplicito riferimento a Industria 4.0, anche talora senza adottare l'etichetta relativa. La Appendice 1 estrae senza modifiche i brani pertinenti dei documenti dei Distretti, per una lettura comparata.

Nel seguito quindi ci si limita a formulare i seguenti commenti:

- pervasività delle tecnologie 4.0
- grado di maturità
- criticità da affrontare
- opportunità di collaborazione con i Centri di competenza costituiti o da costituire (Cybersecurity, Big data, Impresa 4.0) e strumenti di policy.

## 2. Pervasività delle tecnologie 4.0

Una preliminare analisi, basata esclusivamente sui testi presenti nei documenti dei Distretti, mostra una pervasiva presenza delle tecnologie 4.0 in almeno una delle Roadmap di tutti i Distretti. La tabella 1 indica in modo sinottico le Roadmap maggiormente coinvolte.

Le tecnologie si collocano in linea di massima secondo due assi:

- (a) Big data, Cloud, Cybersecurity
- (b) Automazione, Advanced manufacturing, Sensoristica, IoT

Essi corrispondono nell'insieme alle aree identificate per i Centri di competenza (rispettivamente, Big data e Cybersecurity per la linea (a), Impresa 4.0 per la linea (b).

Ciò indica preliminarmente un elevato potenziale di integrazione tra lo sviluppo tecnologico oggetto dei Centri di competenza 4.0 e i fabbisogni tecnologici e applicativi espressi dai settori utilizzatori.

PERVASIVITÀ DELLE TECNOLOGIE 4.0 NELLA REVISIONE DELLE ROADMAP DEI DISTRETTI TECNOLOGICI TOSCANI

Distretto	Roadmap e principali applicazioni di tecnologie 4.0	Principali tecnologie citate
Energia	Sistemi di efficientamento energetico	Sensoristica Cloudcomputing Big data
Ferroviario	Ferrovie digitali e veicolo autonomo	Internet of Things Sensoristica Big data Realtà aumentata Robotica
Arredi e interni	Progettazione prodotto	Realtà aumentata/ Realtà virtuale Internet of Things
Marmo	Robotica e soluzioni high tech per il design e l'artigianato artistico	Realtà virtuale Robotica Internet of Things
	Tracciabilità, sicurezza e sviluppo della catena del valore	Sensoristica Automazione
	Tecnologie di monitoraggio dell'escavazione	Sensoristica in fibra ottica
Life sciences	Tecnologie ICT per la salute	Tecnologie per la tracciabilità
	Tecnologie per i processi produttivi	Robotica Meccatronica Tecnologie tracciabilità
Moda	Processi, prodotti e tecnologie intelligenti: (a) produzione	Sensoristica Automazione
	Processi, prodotti e tecnologie intelligenti: (b) logistica	Visione artificiale Internet of Things Tecnologie per la tracciabilità
Nautica	Porto 4.0	Internet of Things
	Gestione integrata e intelligente degli impianti e delle strumentazioni a bordo	Automazione Big data Cybersecurity Cloudcomputing
Materiali	Materiali per la stampa 3D	Processi avanzati di produzione

## 3. Maturità delle tecnologie 4.0

La revisione delle Roadmap effettuata dai distretti toscani consente di verificare che le tecnologie proposte sono, in linea di massima, a medio-alta maturità tecnologica. In pochi casi si tratta di tecnologie con maturità tale da richiedere ricerca fondamentale e proof-of-concept.

I documenti dei Distretti presentano opportunamente una analisi della RTL e della MRL, secondo i principi e i metodi di misurazione comunemente accettati presso la Commissione Europea.

In una fase più avanzata di elaborazione sarebbe utile collocare in una unica rappresentazione sinottica le varie Roadmap collocandole visivamente all'interno della scala temporale della relativa Readiness.

L'esperienza tuttavia insegna che la Readiness identificata in fase di progetto non sempre corrisponde alla effettiva maturità "sul campo", nel senso che problemi inattesi, colli di bottiglia, fallimenti nello sviluppo di tecnologie complementari possono in effetti rallentare il processo di maturazione tecnologica.

#### 4. Criticità da affrontare

La lettura comparata dei documenti consente di identificare alcune criticità che è opportuno sottoporre alla governance della S3 regionale e più in generale ai policy makers e alla comunità tecnologica e di business regionale.

##### 4.1 Scala temporale

La analisi della TRL e della MRL è un utilissimo esercizio per costringere a considerare realisticamente lo sviluppo delle diverse tecnologie.

Sarebbe importante sviluppare, tuttavia, una quantificazione specifica, con analisi puntuali e comparate con casi tecnologici simili, nello stesso settore o in altri settori, allo scopo di definire con maggiore chiarezza la scala temporale che può condurre alla piena maturazione tecnologica e di mercato.

##### 4.2 Investimento e tasso di ritorno dell'investimento

Le Roadmap sono formulate in modo volontaristico, nel senso che descrivono come sarebbe utile una applicazione di nuove tecnologie allo scopo di affrontare e rimuovere problemi percepiti come pressanti, o di raggiungere nuovi obiettivi ritenuti promettenti.

Si tratta dello stile di tutti i documenti di Roadmap, i quali combinano un certo grado di determinismo (= la tecnologia andrà in questa direzione, qualunque cosa noi facciamo) con una buona dose di invito alla azione (=possiamo inserirci in questa traiettoria e/o modificarla/accelerarla se compiamo gli opportuni investimenti).

Nel caso di Industria 4.0, tuttavia, la direzione fondamentale delle Roadmap deve prendere in considerazione il fatto che le principali tecnologie sono innovazioni di processo, che modificano, con profondità più o meno elevata, i processi manifatturieri, il layout di stabilimento, i flussi interni ed esterni alla fabbrica, la supplychain.

Connessa alla innovazione di processo, ma temporalmente successiva o in ogni caso più complessa, è la innovazione di prodotto e di modello di business, che la trasformazione digitale indubbiamente consente.

Di fronte a innovazioni di processo **la logica economica impone un calcolo, anche approssimativo del tasso di ritorno dell'investimento:**

- tempo di rientro dell'investimento
- tasso di rendimento.

Non a caso le misure di policy nazionale intervengono massicciamente sull'abbattimento, per via fiscale, del costo dell'investimento, allo scopo di mettere in movimento e far ripartire, dopo il decennio di "sciopero degli investimenti", la accumulazione del capitale.

Appartiene alla logica del calcolo economico che gli investimenti più prossimi alla base tecnologica esistente siano più convenienti (sono minori i costi di switching del fornitore, di formazione del personale, di documentazione tecnica) e abbiano un tasso di rendimento più facile da calcolare.

Non è così per gli investimenti che:

- richiedono significativi **aggiornamenti** delle macchine
- integrano la tecnologia manifatturiera di partenza con **tecnologie digitali provenienti da altre basi tecnologiche**
- richiedono un **upgrading** delle competenze tecnico-produttive del personale
- richiedono una **visione sistemica** che si allunga a monte e a valle nella supplychain.

In questi casi il calcolo del ritorno dell'investimento è più difficile.

L'ottimismo tecnologico delle Roadmap si deve confrontare, diremmo "duramente", con il calcolo delle convenienze che le imprese possono avere di fronte alle prospettive future di 4.0.

Naturalmente un elemento essenziale è costituito dal costo dell'investimento (in Ricerca e sviluppo, in capitale fisso, in capitale umano) necessario a raggiungere il livello iniziale di applicabilità delle tecnologie.

Si propone quindi di tenere aperto il confronto tra Distretti tecnologici, Rete delle competenze 4.0 e governance regionale della innovazione, allo scopo di produrre Use cases, Casi di studio, Stime preliminari, che consentano una progressiva applicazione di metodi di calcolo del rendimento.

#### *4.3 Colli di bottiglia e fallimenti*

Appartiene alla pratica delle Roadmap una formulazione proiettata nel futuro e caricata di "ottimismo tecnologico". Non fanno eccezione i documenti prodotti dai Distretti, in gran parte dei casi di ottima fattura.

L'esperienza internazionale ha recentemente offerto, tuttavia, molti casi nei quali le Roadmap tecnologiche non si sono realizzate non perché le tecnologie non abbiamo vissuto uno sviluppo, né perché non si sono fatti gli investimenti adeguati, ma per la insorgenza di problemi e ostacoli inizialmente imprevisi, trascurati, o sottovalutati.

Esempi ampiamente studiati sono:

- Fuelcell
- Idrogeno
- Medicina personalizzata
- Telemedicina
- Drugdiscovery
- Materiali tessili con fibra ottica

Una parte della spiegazione dei fallimenti tecnologici sta in una sistematica, e molto difficile da modificare, propensione cognitiva degli esperti a trascurare le ragioni di possibile fallimento.

Sarebbe utile aprire una analisi, con metodi opportunamente selezionati, per affiancare le Roadmap nelle fasi attuative con mappature puntuali di tutti i possibili fallimenti delle tecnologie principali o di quelle esterne e complementari.

Ciò aiuterebbe le imprese a focalizzare meglio gli investimenti.

### **5. Opportunità di collaborazione e strumenti di policy**

La mappatura delle principali applicazioni 4.0 negli otto Distretti costituisce un buon punto di partenza per avviare la Agenda dei costituendi Centri di competenza, promossi dalle università e dagli enti di ricerca son il coordinamento della Regione Toscana.

Si tratta di iniziare fin da subito incontri multilaterali e di condivisione e poi incontri bilaterali tra i singoli Centri di competenza e i Distretti.

Occorre evitare una impostazione puramente "technology-push" dei Centri di competenza, o peggio ancora, una "prosecuzione della ricerca accademica con altri mezzi".

I criteri da raccomandare sono i seguenti:

- i) Occorre identificare poche priorità: una agenda eccessivamente estesa disperde le risorse e allunga i tempi di raggiungimento di effetti visibili
- ii) È utile finalizzare la attività ad applicazioni prototipali o già scalabili industrialmente che abbiamo il valore di "dimostratore" per tutta la industria e/o la filiera. Ciò richiede la adozione di standard aperti, la estrema cura nella diffusione delle informazioni a fornitori e clienti nella supplychain, la documentazione tecnica rigorosa e standardizzata, la formazione del personale
- iii) Occorre prioritizzare i progetti in funzione del grado di co-finanziamento dei privati.

In riferimento al criterio iii) è evidente che in alcuni settori (ad esempio Ferroviario, Nautica, in parte Life sciences) vi sono in Toscana grandi e medio-grandi imprese con elevati volumi di investimento.

In questi casi si raccomanda di esplorare, da parte della Regione, la attivazione di contratti di programma e accordi tali da massimizzare la contribuzione privata all'investimento.

In altri casi (ad esempio Moda, Marmo, Arredi e interni) la struttura produttiva dei rispettivi settori rende più difficile la identificazione di imprese leader in grado di investire risorse significative su progetti 4.0. in questi casi si tratta allora di prioritizzare quei progetti con maggiore capacità di leva, ovvero di rimozione di ostacoli e/o creazione di opportunità più ampi su tutta l'industria e sulle filiere collegate.

Ad esempio, se la adozione di 4.0 si scontra con il problema degli standard di digitalizzazione delle informazioni (ad esempio perché le varianti di prodotto sono numerose e volatili), allora potrebbe essere consigliabile rimuovere questo vincolo con delle azioni mirate prima di affrontare altre applicazioni.

Una ulteriore linea di policy, finora piuttosto trascurata, ha a che fare con la attivazione della domanda pubblica, in particolare in Sanità e nel settore dell'Energia (Procurement innovativo, PCP).

## **6. Conclusioni**

La analisi dei documenti dei Distretti offre una incoraggiante finestra sulle opportunità dell'industria toscana nei prossimi anni in riferimento alla adozione del paradigma 4.0.

Emergono intelligenze locali molto evolute, supportate da grande conoscenza dei mercati, dei prodotti e delle tecnologie.

Si tratta ora di fare un salto in avanti nella capacità di combinare risorse eterogenee e attori diversi, massimizzando l'impatto sul sistema produttivo.

## COLLEZIONE DI ESTRATTI DALLE ROADMAP DEI DISTRETTI TECNOLOGICI TOSCANI

### 1. Distretto Energia

Roadmap N. 1- Fabbrica 4.0 – verso nuove forme di efficientamento energetico dei processi e dei sistemi

#### Descrizione

Sulla base della Direttiva sulla efficienza energetica (2012/27/CE) il Consiglio Europeo ha appoggiato un obiettivo indicativo di riduzione dei consumi primari di energia del 27%, entro il 2030, rispetto al consumo tendenziale risultante dallo Scenario di Riferimento costruito nel 2007 con il modello PRIMES e utilizzato per la politica Clima-Energia 2020. L'obiettivo sarà riesaminato nel 2020 prevedendo di renderlo più stringente (30%).

Una parte del trend di efficientamento del sistema mostrato dagli indicatori proposti in letteratura è dovuta ad una maggiore elettrificazione degli usi finali connessa con una penetrazione di elettrotecnologie ad elevata efficienza energetica (si pensi ad esempio alle pompe di calore ed ai veicoli elettrici).

- **tecnologie da sviluppare**
  - Piattaforme per la gestione del flusso di dati generati a partire dalla gestione dei requirement di un nuovo prodotto fino alle richieste di un cliente, flusso che alimenta l'intero sistema ingegneria, sourcing, manufacturing e service senza l'utilizzo di documentazione cartacea con la riduzione dei tempi ciclo di progettazione e lavorazione, con il risultato ultimo di migliorare l'efficienza della produzione;
  - Si propone la creazione di una rete integrata di monitoraggio dei consumi energetici (energia elettrica, gas ma anche acqua potabile) aziendali in modo da costruire un database regionale degli indicatori di prestazione energetica suddiviso per settori e/o per poli industriali. Tale database avrebbe lo scopo di permettere di individuare le potenzialità di risparmio energetico e di recupero dei cascami termici nei vari settori industriali mettendo a fattore comune le specifiche soluzioni di riqualificazione energetica
  - Big Data/Cloud per reti geotermiche (vapordotti, reti di teleriscaldamento; collegamento con sensoristica ambientale distribuita)
  - Ottimizzazione e miglioramento del COP (coefficiente di prestazione) delle pompe di calore, con particolare riferimento a quelle acqua/acqua ed impianti pilota, che lavorano con temperature sul lato primario superiori a quelle convenzionali

#### Appendice - Rappresentazione grafica delle roadmap

Roadmap N. 1- Fabbrica 4.0 – verso nuove forme di efficientamento energetico dei processi e dei sistemi

	Sistemi gestione dei dati	Organizzazione processi settore	Ingegneria
Fase TRL 8	- database regionale indicatori di prestazione energetica		
Fase TRL 9	- Piattaforme gestione flusso dati, dalla richiesta di un nuovo prodotto, alle commesse - rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali - big data / cloud per reti di trasporto e distribuzione calore	- Piattaforme gestione flusso dati, dalla richiesta di un nuovo prodotto, alle commesse - rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali	- rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali - Ottimizzazione COP pompe di calore

tempo	Sistemi gestione dei dati	Organizzazione processi settore	Ingegneria
Fase MRL 8	- database regionale indicatori di prestazione energetica		
Fase MRL 9			- Ottimizzazione COP pompe di calore
Fase MRL 10	- Piattaforme gestione flusso dati, dalla richiesta di un nuovo prodotto, alle commesse - rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali - big data / cloud per reti di trasporto e distribuzione calore	- Piattaforme gestione flusso dati, dalla richiesta di un nuovo prodotto, alle commesse - rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali	- rete integrata monitoraggio consumi energetici aziendali

## 2. Ferroviario

### **n. 5 FERROVIE DIGITALI E VEICOLO AUTONOMO**

#### **TARGET COMMISSIONE EUROPEA:**

Un Mercato Unico Digitale è una delle 10 priorità della Commissione Europea. In campo ferroviario, molte sono già le applicazioni digitali esistenti (ETCS, GSM-R, TAP, TAF, RINF, RSRD2, "full service model", altri registri e database, ...), ma molto altro ancora si può ottenere dall'applicazione a 360° delle tecnologie digitali (Internet of Things, Big Data, Satelliti, Smartphones, Apps...), che possono aiutare le ferrovie ad essere sempre più attrattive e competitive.

## Tecnologie rilevanti per il Distretto Ferroviario

---

Nuovi criteri di progettazione

SW di simulazione, progettazione tridimensionale, prototipazione 3D

Addictive Manufacturing

Refrigeranti naturali per sistemi HVAC

Revisione dei criteri manutentivi

---

Manutenzione predittiva (sviluppo di modelli, Big Data)

Integrazione olistica di soluzioni innovative sostenibili

Sensoristica evoluta, IoT, Big Data Analytics

ICT

Elettronica

Comunicazioni digitali sicure

GSM, GPRS, WiFi

Energy harvesting

Smart grids

GNSS / IMU / Radar / Lidar / Telemetria

Droni

Big data analytics (deep learning)

Data Management, Data Mining, Data Analytics

Artificial Intelligence

Power Line Communications

Sistemi robotici, CV, ML

Realtà virtuale immersiva e aumentata

Piattaforme IoT

Radio / Harvesting

Radio / SW

Odometria / Inerziale

Virtual engineering

Algoritmi e tecniche ad hoc

---

### 3. Interni/Arredo

Fatta eccezione per il settore del camper in cui la produzione artigianale può e dovrebbe in futuro lasciare il passo ad una produzione sempre più automatizzata, strutturata comunque in risposta alle esigenze di flessibilità produttiva (la varietà di modelli è data dalla necessità di rispondere in modo mirato alla domanda di prodotti customizzati al massimo) – ambito in cui le tecnologie proprie di industria 4.0 ivi compresa la automazione/robotica troveranno applicazione sul processo produttivo, per il resto dei settori di riferimento del distretto si accoglie la visione espressa da UNIFI (DII, DICI) e IRPET nello studio: "Impresa 4.0: siamo pronti alla rivoluzione industriale? – la rivoluzione a portata di impresa". in cui il termine Industria 4.0 lascia il passo alla definizione di Impresa 4.0 ovvero quel contesto in cui i processi che sono oggetto di applicazione tecnologica sono piuttosto processi come progettazione/prototipazione e quello commerciale/marketing. Le direzioni di lavoro descritte nelle 5 roadmap a seguire esprimono in modo chiaro la necessità delle imprese aderenti al Distretto di intraprendere un percorso in ottica Industria 4.0 con l'applicazione e l'integrazione di tecnologie e strumenti chiave per determinare una vera e propria trasformazione dei loro processi. Il capofila

	5. Tecnologie digitali (Mixed Reality/Augmented Reality/Virtual Reality, IoT, ...) per il miglioramento del processo progettuale, produttivo, comunicazione, vendita e post-vendita.
--	--

#### 4. Marmo

3) Robotica e soluzioni HiTech per il design e l'artigianato artistico	2	Sistemi di sicurezza per l'artigianato artistico e robot di piccola dimensione  Realtà virtuale per la formazione nell'artigianato artistico  Impianti multi-robot e multi-materiale  Internet delle cose (IoT) con la pietra naturale  Cybersecurity con il marmo	Lapideo Settore manifatturiero Sicurezza e forze armate Nautica Bancario Aeroportuale
4) Nanotecnologie per il miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche e la conservazione dei prodotti finiti e beni culturali	3	Materiali per superfici ad alte prestazioni (es: Idrofobicità, resistenza al fuoco,)  Trattamenti superficiali environment -friendly	Chimica Nanotecnologie Nuovi materiali Beni culturali Architettura edilizia
5) Tracciabilità, sicurezza e sviluppo della catena del valore: automazione dei processi di produzione e comunicazione lungo la filiera	1	Tecnologie per la tracciabilità lungo la filiera  Tecnologie per il controllo a distanza dei macchinari  Automazione delle procedure di controllo sulla sicurezza	Lapideo Settore manifatturiero Cantieristica nautica
6) tecnologie di monitoraggio dell'escavazione	3	Sensori in fibra ottica (Brillouin	Lapideo Settore minerario

		Scattering Technology) Test resine epossidiche Tecnologie per l'automazione dei sistemi di monitoraggio	Ingegneria civile geotecnica
--	--	---	---------------------------------

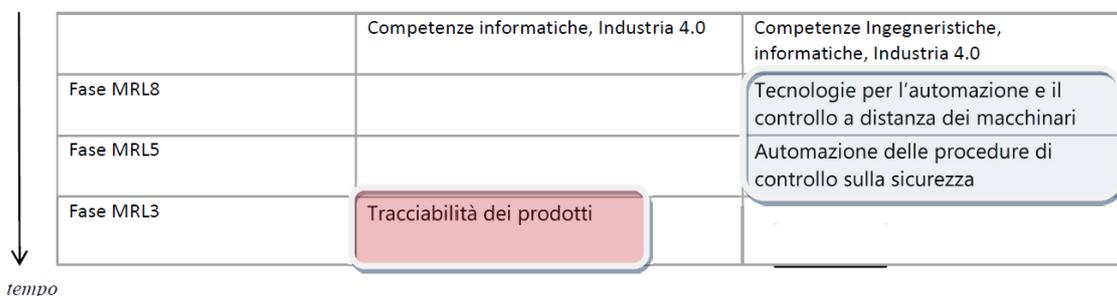
#### Rappresentazione Grafica ROADMAP 3

	Competenze informatiche, Industria 4.0	Competenze geologiche e Industria 4.0	Competenze ICT, Istituti d'arte, aziende artigiane, Industria 4.0
Fase TRL2	Impianti multi-robot e multi-materiale	Cybersecurity con il marmo	
Fase MRL5	Internet delle cose (IoT) con la pietra naturale		
Fase MRL2			Realtà virtuale per la formazione nell'artigianato artistico

↓  
tempo

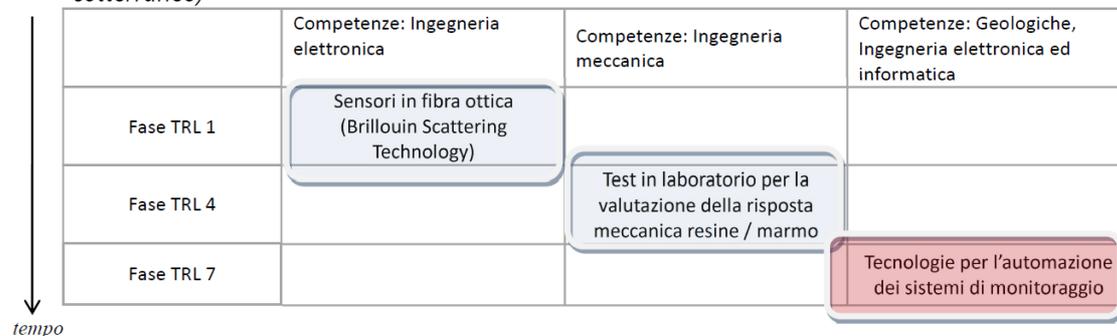
### Rappresentazione grafica ROADMAP 5

Tracciabilità, sicurezza e sviluppo della catena del valore: automazione dei processi di produzione e comunicazione lungo la filiera



### Rappresentazione Grafica ROADMAP 6

Nuove tecnologie di monitoraggio di pareti di cava potenzialmente instabili (a cielo aperto e in sotterraneo)

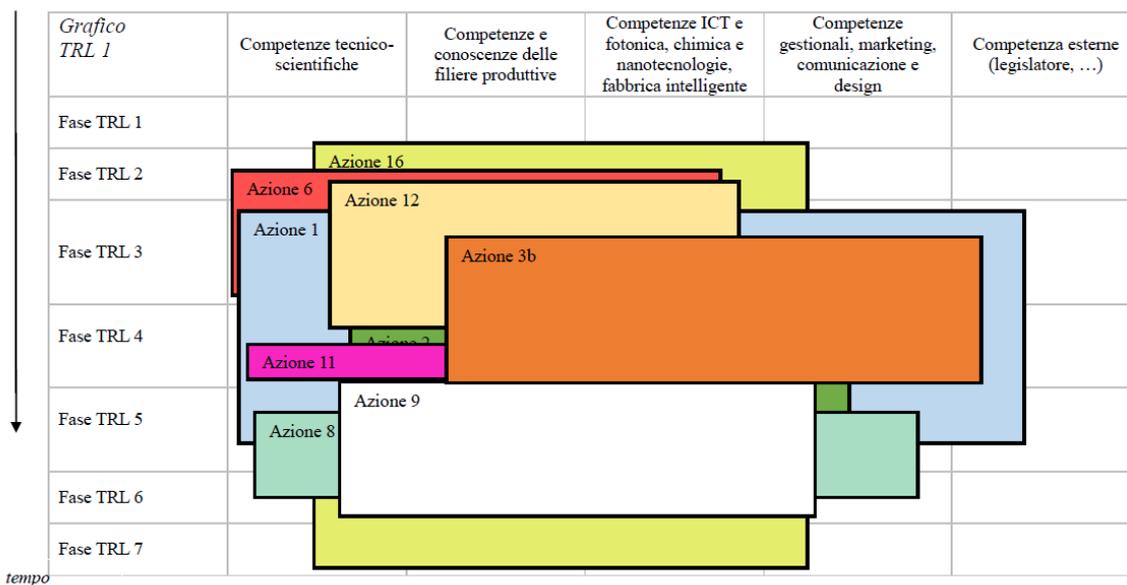


## 5. Life Sciences

3) Tecnologie ICT per la salute (teleassistenza, deospedalizzazione, patient empowerment, sistemi integrati di gestione processi clinici, riduzione rischio clinico, bioinformatica, supporto allo screening, diagnostica, terapia, active and healthy aging)	5	Soluzioni e applicazioni ICT/eHealth per il sistema sanitario, l'assistenza e la gestione delle risorse  Soluzioni ed applicazioni per lo sviluppo di dispositivi medici e terapeutici	ICT per la salute (anche Dispositivi medici)
5) Tecnologie per i processi produttivi e organizzativi industriali	3	Tecnologie per la tracciabilità e il monitoraggio delle risorse, prodotti, intermedi  Sistemi gestionali interoperabili ed integrati  Sistemi per la logistica integrata  Robotica e mecatronica	Tutti

## 6. Moda

### Roadmap 2. Processi, prodotti e tecnologie intelligenti



Azione 1- Sviluppo e implementazione soluzioni di Advanced Manufacturing per automatizzare alcune fasi di lavorazione

Azione 2-Interventi a livello di singola macchina migliorando gli impianti attuali sia dal lato rendimento che dal lato dell'utilizzo delle risorse energetiche (efficienza energetica)

Azione 3b- Identificazione dei difetti in corso di lavorazione

Azione 6- Sviluppo, customizzazione secondo le specifiche esigenze aziendali e implementazione sul campo aziendale, tecnologie e robotica per il controllo intelligente della singola macchina e la gestione totale del processo produttivo: si rende necessaria la miniaturizzazione e integrazione di intelligenza a bordo macchina, per consentire produzione su piccole dimensioni e raggiungere nuovi obiettivi di qualità dei prodotti

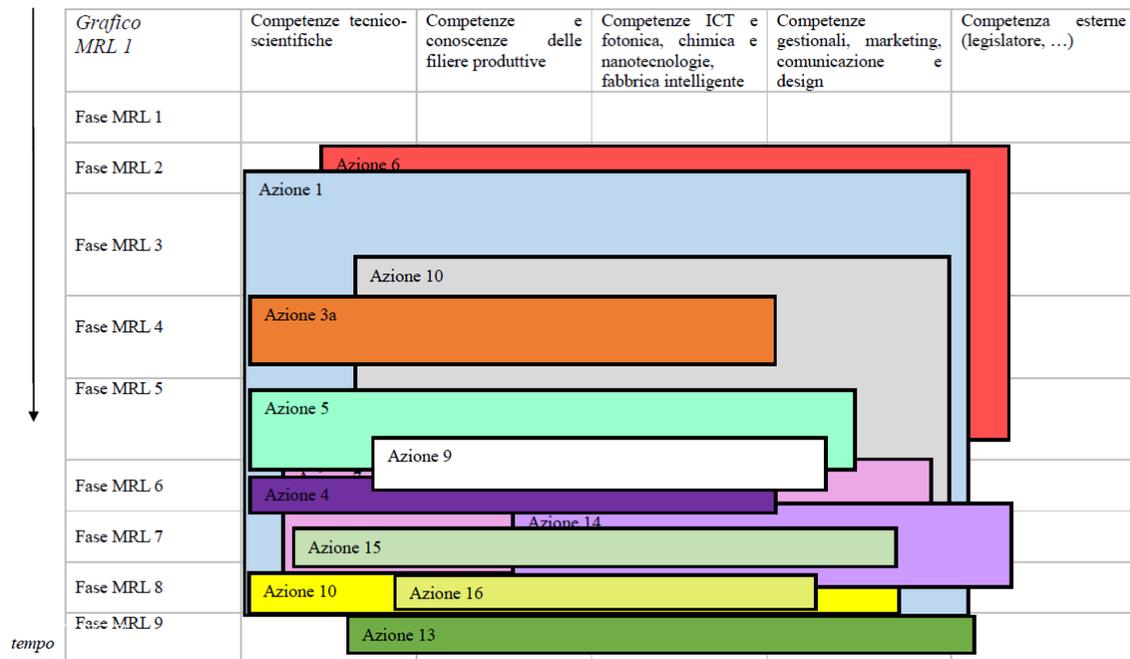
Azione 8- Conversione degli attuali impianti con tecnologie che permettono di passare da produzioni di grossi volumi con rigidità produttiva a piccoli lotti con elevata flessibilità. Molte delle aziende manifatturiere che operano oggi nel settore della moda sono caratterizzate da impianti tarati sulla produttività e sulla realizzazione di grossi volumi produttivi (basti pensare alle aziende di rifinitura tessile o alle aziende di concia della pelle, che hanno impianti di enormi dimensioni calibrati su produzioni di elevati volumi di metri o tonnellate). Oggi la domanda proveniente dal mercato è completamente diversa da quella di dieci anni or sono; non esistono più commesse di decine di migliaia di metri, ma solo ordini molto specifici e di volume molto contenuto che cambiano con ritmi molto frequenti

Azione 9- Sistemi di controllo in ambito industriale secondo la logica dell'Internet of Things con dispositivi di campo, controllori remoti e piattaforme informatiche per creare una rete che consentano di accedere facilmente da remoto per effettuare verifiche real-time sull'impianto produttivo e l'avanzamento commessa; per notificare in tempo reale allarmi o stati di avanzamento dei processi di produzione non corretti, per ottimizzare gli interventi di manutenzione e per effettuare analisi ed elaborazioni di grandi moli di dati provenienti dalle macchine di stabilimento

Azione 11- Sistemi di visione che fungono da occhi artificiali possono andare ad automatizzare e sistematizzare delle azioni che solitamente vengono svolte dagli operatori in condizioni critiche e con il rischio di molteplici errori

Azione 12- Sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche da implementare nella fase di tintura del prodotto trovando tecniche in grado di ridurre o eliminare i tempi di set-up della macchina e di ridurre e gestire i costi di produzione

Azione 16- Sistemi di tracciabilità dei semilavorati e dei prodotti (con Rfid, QRCode, ...) a partire da sistemi per singola azienda collegati a sistemi di tracciabilità che legano tutta la filiera e sistemi di tracciabilità che permettono di portare dati del prodotto fino al consumatore



**Azione 1- Sviluppo e implementazione soluzioni di Advanced Manufacturing per automatizzare alcune fasi di lavorazione**

**Azione 3a- Ottimizzazione dell'utilizzo dei materiali in lavorazione con sistemi CAD, taglio computerizzato dei tessuti o dei pellami**

Azione 4- Revisione degli impianti e delle modalità di gestione della logistica interna. I sistemi di tracciabilità, la gestione dell'handling dei materiali, la riprogettazione dei magazzini delle materie prime e dei prodotti finiti sono il primo passo dovuto da ogni singola azienda per l'efficienza a livello dell'intera supply chain

Azione 5- Implementazione di sistemi di pianificazione gestionale e controllo delle fasi produttive tailor-made che rispondono alle caratteristiche esigenze di ogni singola azienda del settore

Azione 6- Sviluppo, customizzazione secondo le specifiche esigenze aziendali e implementazione sul campo aziendale, tecnologie e robotica per il controllo intelligente della singola macchina e la gestione totale del processo produttivo: si rende necessaria la miniaturizzazione e integrazione di intelligenza a bordo macchina, per consentire operazioni su piccole dimensioni e raggiungere nuovi obiettivi di qualità dei prodotti

Azione 7- Implementazione sistemi di Lean Manufacturing come risposta alle nuove esigenze di personalizzazione del mercato e di riduzione degli sprechi; grazie all'utilizzo di dette tecniche, è possibile effettuare una classificazione dei processi produttivi sulla base del valore delle singole attività svolte: ciò consente di attuare un processo valutativo che porta ad una individuazione degli sprechi sia in termini di risorse non utilizzate in modo ottimale, sia in termini di attività non adeguatamente supportate e quindi inefficienti

Azione 9- Sistemi di controllo in ambito industriale secondo la logica dell'Internet of Things con dispositivi di campo, controllori remoti e piattaforme informatiche per creare una rete che consentono di accedere facilmente da remoto per effettuare verifiche real-time sull'impianto produttivo e l'avanzamento commessa; per notificare in tempo reale allarmi o stati di avanzamento dei processi di produzione non corretti, per ottimizzare gli interventi di manutenzione e per effettuare analisi ed elaborazioni di grandi moli di dati provenienti dalle macchine di stabilimento

Azione 10- Tecnologie per la realtà aumentata da sfruttare nell'ambito della prototipazione, nella fase di retail per l'utilizzo da parte del consumatore finale (camerini virtuali) fino ad arrivare a strutturare versioni oleografiche di tessuti, gioielli, scarpe e abiti indossati durante una sfilata anch'essa oleografica;

Azione 13- Implementazione di sistemi disponibili per la protezione della proprietà intellettuale e rivedendo se necessario tali sistemi: i brevetti e i marchi permettono di dare un diritto esclusivo di sfruttamento di una invenzione;

Azione 14- Processo di ridefinizione delle filiere produttive per superare la frammentazione che attualmente è sul territorio sia che si parli di tessile-abbigliamento, sia che si parli di orafico, sia che si parli di conciario, pelletteria e calzaturiero; le nuove forme di aggregazione devono permettere di rispondere al cliente globale con prodotti ready-to-market, ovvero prodotti che siano immediatamente commercializzabili

Azione 15- Tecnologie ICT a livello di filiera: sistemi integrati che permettono di pianificare le produzioni, controllare e gestire i macchinari di modo da consegnare la merce in tempo con quanto stabilito col cliente all'interno della stessa azienda, sia inquadrare le tecnologie informatiche che abilitano la comunicazione da un'azienda all'altra, sia le tecnologie per lo scambio dati;

Azione 16- Sistemi di tracciabilità dei semilavorati e dei prodotti (con Rfid, QRCode, ...) a partire da sistemi per singola azienda collegati a sistemi di tracciabilità che legano tutta la filiera e sistemi di tracciabilità che permettono di portare dati del prodotto fino al consumatore

## 7. Nautica

5) Sviluppo Porto 4.0 (energie, monitoraggio e controllo, sicurezza)	5	Gestione IoT dei processi portuali e introduzione di sistemi iot sugli oggetti sensibili in porto. Introduzione sistemi comunicazione lora e di relazione fra piattaforme informatiche	Marine, portualità nautica
6) Gestione integrata ed "Intelligente" degli Impianti e delle Strumentazioni a bordo: automazione e dronistica)	5	Automazione, big data, cyber security, sistemi di monitoraggio evoluto in cloud	Costruzione e riparazione

### Sviluppo Porto 4.0 (energie, monitoraggio e controllo, sicurezza)

Interventi di riqualificazione delle strutture, dei servizi, degli impianti e delle attrezzature di dotazione, di digitalizzazione e messa in rete (Internet delle Cose, IoT) del sistema portuale turistico per una sua maggiore potenzialità e adeguamento della offerta, con la finalità di intercettare la domanda: del aftersale, del turismo nautico e del turismo sociale.

*the short-term goals*

|

- 1. monitoraggio ampio ed approfondito dei sovra sistemi relativi alle infrastrutture portuali esistenti;**
- 2. indagine sulle utenze mare e terra, e sui fattori di promozione e sviluppo del turismo nautico;**
- 3. definizione di standard di servizi e di strutture utili secondo i tre modelli: porta del mare, piazza sul mare e villaggio della nautica;**
- 4. realizzazione di una guida aggiornata elettronica e di un vademecum elettronico per l'utilizzo operativo dei servizi.**

- 5. progetti relativi ad interventi di adeguamento delle infrastrutture;**
- 6. individuazioni e promozione di strumenti finanziari necessari per gli adeguamenti;**
- 7. piano a breve e medio termine di interventi per la promozione del turismo nautico.**
- 8. Digitalizzazione dei servizi portuali nella direzione dell'IoT**
- 9. Sviluppo ed offerta di servizi di safety e security in porto**

**Gestione integrata ed “Intelligente” degli Impianti e delle Strumentazioni a bordo: automazione e dronistica**

Realizzazione di sistema in rete di impianti e di strumenti che adotta tecniche di installazione – materiali, sistemi, hardware e software – interconnessi basati sul sistema ad intelligenza distribuita, per permettere l'automazione di manovre come quelle di attracco tramite l'ausilio di droni aerei e subacquei che in comunicazione con il sistema nave possano fornire informazioni ausiliarie per la gestione dell'operatività della nave dal punto di vista della sicurezza di navigazione e della sicurezza degli occupanti (sistemi antiintrusione).

*the short-term goals*

|

- 1. Scouting sui servizi BB, BT:  
comunicazione, informazione ,  
intrattenimento, sicurezza, monitoraggio,  
assistenza settore nautico allargato.**
- 2. Indagine scouting danneggiamenti, guasti,  
dei servizi e impatti operativi tra gli  
operativi**

*the long-term goals*

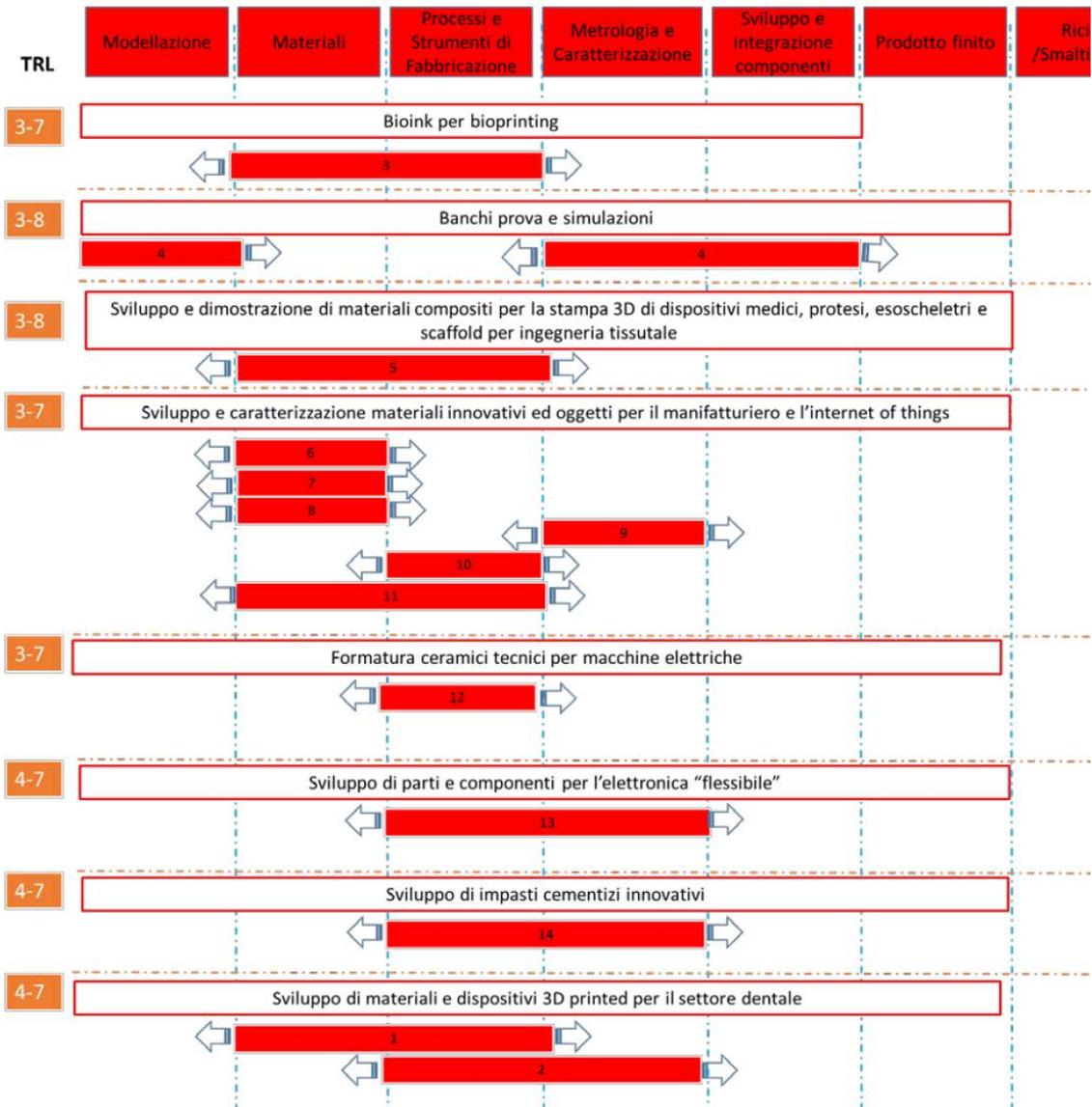
|

- 3. Sviluppo di standard di gestione integrata ed  
intelligente dei servizi BB, BT**
- 4. Comunicazione e diffusione delle  
performance della gestione integrata ed  
  
intelligente dei servizi (BB, BT)**
- 5. Automazione e integrazione impianti di  
bordo per manovre autonome**
- 6. Utilizzo droni (aerei e subacquei) per safety  
e security**

## 8. Materiali innovativi

6) Materiali per la Stampa 3D	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Processi avanzati di fabbricazione	a) Medica b) Meccanica fine c) Elettronica d) Edilizia e) Manifatturiero
-------------------------------	---	---	--

### Roadmap 6 (sviluppo): Materiali per la Stampa 3D



### Roadmap 6 (applicazione): Materiali per la Stampa 3D

