

Tecnologie semantiche per l'analisi delle competenze e portafoglio di ricerca e innovazione: l'attività di R&S sul paradigma di industria 4.0 delle aziende toscane

Firenze, 17 dicembre 2019

Indice

1. Contesto e Obiettivi
2. Metodologia
3. Risultati
4. Conclusioni

Contesto

- Attività realizzata per la **Dir. Attività Produttive**, nel contesto dell'**Osservatorio Regionale per la Ricerca e Innovazione**, coordinato da Regione Toscana con il supporto di IRPET e Fondazione Sistema Toscana,
- Precedentemente era stata realizzata **un'analisi simile per l'identificazione dei ricercatori ed esperti** in Industria 4.0 presso università ed enti di ricerca ([cfr. F. Massucci, A. Caporale, et al. EDP in an Emerging Field – Text Mining for the Identification of Academic Experts for Industry 4.0 in Toscana \(Italy\) - Smarter Conference 2018](#))
- I dati (pubblicazioni e progetti) utilizzati per l'analisi sono presenti nella piattaforma **#ToscanaOpenResearch** (<http://www.toscanaopenresearch.it>). Gli anni analizzati sono **2007-2017**. Oltre al Rapporto è stata prodotta una **banca dati disponibile per ulteriori analisi**.



Regione Toscana

fondazione
sistema toscana

Tecnologie semantiche per l'analisi delle competenze e portafoglio di ricerca e innovazione: l'attività di R&S sul paradigma di industria 4.0 delle aziende toscane

Osservatorio Ricerca e Innovazione

Erogazione di servizi volti a supportare la Regione Toscana nella progettazione, sviluppo e realizzazione di un cruscotto informativo dell'Osservatorio Ricerca e Innovazione
CIG: 7336322C6C

Ottobre 2019

Obiettivi

- **Identificare** le aziende con sede legale o operativa in Toscana che portano avanti attività di Ricerca & Sviluppo vertenti tematiche Industria 4.0 rintracciabili mediante:
 - articoli scientifici
 - progetti di R&S a gestione diretta della Commissione Europea (FP7, H2020)

INDICE

Riassunto esecutivo	2
Contenuti del rapporto	4
Contesto	4
Metodologia	5
Download delle pubblicazioni e progetti	6
Individuazione e classificazione delle affiliazioni	7
Individuazione pubblicazioni e progetti inerenti a Industria 4.0:	8
Allineamento con il CRM Regionale	8
Estrazione delle KETs	9
Identificazione dei "Trending topics"	9
Domanda 1	10
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	10
Valorizzazione degli indicatori	12
Aziende attive in pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.1-1.6)	12
Evoluzione del numero di pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.7)	15
Analisi per KET (IND1.8-1.10)	17
Domanda 2	26
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	26
Valorizzazione degli indicatori	28
Domanda 3	30
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	30
Valorizzazione degli indicatori	30
Risultati	32

Obiettivi

- **Identificare** le aziende con sede legale o operativa in Toscana che portano avanti attività di Ricerca & Sviluppo vertenti tematiche Industria 4.0 rintracciabili mediante:
 - articoli scientifici
 - progetti di R&S a gestione diretta della Commissione Europea (FP7, H2020)
- **Classificazione** delle pubblicazioni e progetti secondo le KETs definite dalla Direzione Attività Produttive della Regione Toscana.

INDICE

Riassunto esecutivo	2
Contenuti del rapporto	4
Contesto	4
Metodologia	5
Download delle pubblicazioni e progetti	6
Individuazione e classificazione delle affiliazioni	7
Individuazione pubblicazioni e progetti inerenti a Industria 4.0:	8
Allineamento con il CRM Regionale	8
Estrazione delle KETs	9
Identificazione dei "Trending topics"	9
Domanda 1	10
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	10
Valorizzazione degli indicatori	12
Aziende attive in pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.1-1.6)	12
Evoluzione del numero di pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.7)	15
Analisi per KET (IND1.8-1.10)	17
Domanda 2	26
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	26
Valorizzazione degli indicatori	28
Domanda 3	30
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	30
Valorizzazione degli indicatori	30
Risultati	32

Obiettivi

- **Identificare** le aziende con sede legale o operativa in Toscana che portano avanti attività di Ricerca & Sviluppo vertenti tematiche Industria 4.0 rintracciabili mediante:
 - articoli scientifici
 - progetti di R&S a gestione diretta della Commissione Europea (FP7, H2020)
- **Classificazione** delle pubblicazioni e progetti secondo le KETs definite dalla Direzione Attività Produttive della Regione Toscana.
- Identificare **Trending Topics** che caratterizzano le attività di ricerca di aziende ed enti di ricerca in Toscana in Industria 4.0

INDICE

Riassunto esecutivo	2
Contenuti del rapporto	4
Contesto	4
Metodologia	5
Download delle pubblicazioni e progetti	6
Individuazione e classificazione delle affiliazioni	7
Individuazione pubblicazioni e progetti inerenti a Industria 4.0:	8
Allineamento con il CRM Regionale	8
Estrazione delle KETs	9
Identificazione dei "Trending topics"	9
Domanda 1	10
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	10
Valorizzazione degli indicatori	12
Aziende attive in pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.1-1.6)	12
Evoluzione del numero di pubblicazioni scientifiche, in generale e in ambito Industria 4.0 (IND1.7)	15
Analisi per KET (IND1.8-1.10)	17
Domanda 2	26
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	26
Valorizzazione degli indicatori	28
Domanda 3	30
Sintesi degli indicatori utilizzati e delle analisi effettuate	30
Valorizzazione degli indicatori	30
Risultati	32

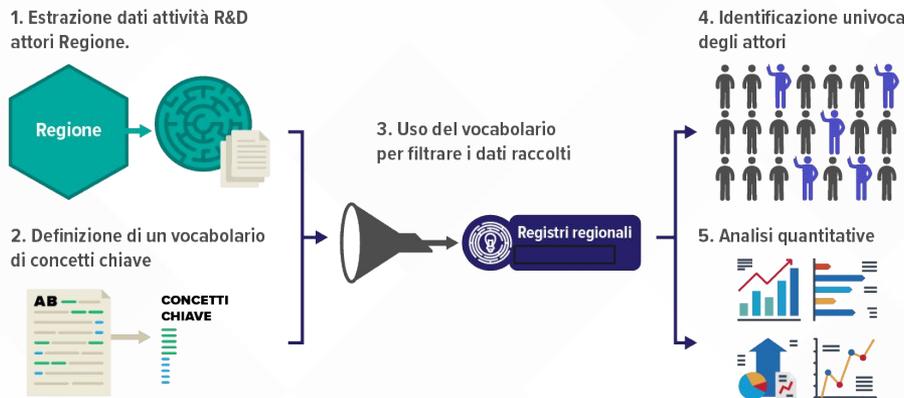
Sfide

- I prodotti della ricerca (pubblicazioni scientifiche, progetti di ricerca, brevetti, etc) sono catalogati secondo **tassonomie differenti** che rispondono ad esigenze di classificazione strettamente pertinenti alla fonte e alla tipologia del dato.
- l'Industry 4.0 è un **argomento nuovo**, costruito su diverse discipline e domini tecnologici preesistenti: come dominio, è difficile da definire e certamente non compare nelle tassonomie esistenti
- **Differente linguaggio** tra documenti di policy e documenti scientifici
 - per esempio, la KET Advanced Manufacturing Technologies, che nei documenti di policy può essere descritta attraverso termini quali “competitività industriale” o “automazione”, può tradursi nei documenti scientifici in concetti quali “Sistema di controllo distribuito”

Approccio

I riassunti delle **pubblicazioni** e gli **obiettivi dei progetti** contengono una ricchezza di informazioni testuali che descrivono in dettaglio le sfide, i progressi proposti o dimostrati e l'impatto previsto del processo innovativo.

Nuovi metodi di utilizzo del tecniche di **processamento del linguaggio naturale** (NLP) possono oggi essere utilizzati per sfruttare tale ricchezza semantica e caratterizzare i **portafogli di ricerca**.



Approccio

Questi tipi di analisi possono essere "**orizzontali**", cioè senza un focus tematico predefinito, "**verticali**", cioè mirate ad uno specifico tema di interesse.

Più precisamente, da un lato la modellazione tematica (**topic modelling**) come tecnica per estrarre temi di ricerca e caratterizzare i portafogli di ricerca, e dall'altro lo sviluppo e l'applicazione di **vocabolari controllati** per analizzare la ricerca su una specifica area di interesse.

Nel caso di questo studio, si è optato per la modellazione tematica o topic modeling.

Il Topic Modelling (TM) è un campo del machine learning che mira ad identificare i temi trattati da una raccolta di testi. I temi identificati dal TM sono insiemi di parole ricorrenti, cioè parole che appaiono regolarmente insieme nei testi studiati. Il TM è automatizzato, ma richiede comunque una parziale supervisione umana.

Metodologia

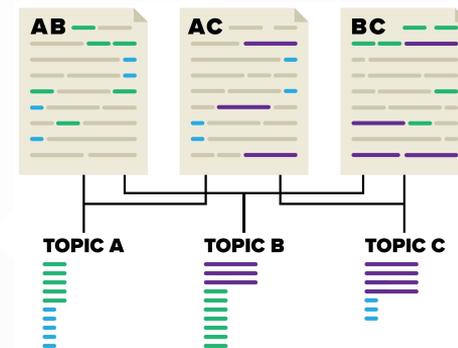
Metodologia

1. **Identificazione**, nell'alveo delle pubblicazioni scientifiche e dei progetti di R&S finanziati dai programmi a gestione diretta della Commissione Europea, **di tutti i registri pertinenti aziende che avessero sede legale o operativa in Toscana;**



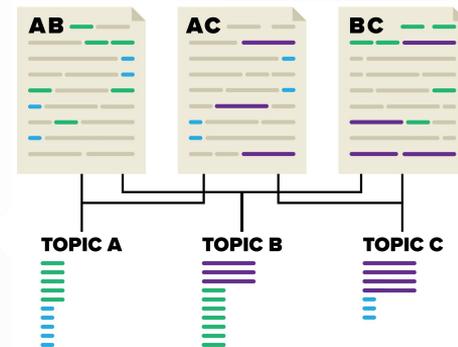
Metodologia

1. **Identificazione**, nell'alveo delle pubblicazioni scientifiche e dei progetti di R&S finanziati dai programmi a gestione diretta della Commissione Europea, **di tutti i registri pertinenti aziende che avessero sede legale o operativa in Toscana;**
2. **Identificazione**, fra tutte le pubblicazioni e progetti individuati al passo 1, **dei documenti vertenti tematiche legate all'Industria 4.0;**



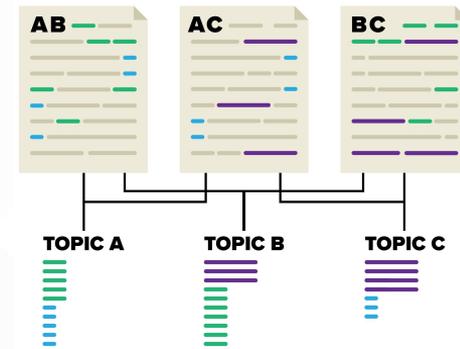
Metodologia

1. **Identificazione**, nell'alveo delle pubblicazioni scientifiche e dei progetti di R&S finanziati dai programmi a gestione diretta della Commissione Europea, **di tutti i registri pertinenti aziende che avessero sede legale o operativa in Toscana;**
2. **Identificazione**, fra tutte le pubblicazioni e progetti individuati al passo 1, **dei documenti vertenti tematiche legate all'Industria 4.0;**
3. **Classificazione** dei suddetti documenti **secondo le KETs** definite dalla Direzione attività Produttive della Regione Toscana.



Metodologia

1. **Identificazione**, nell'alveo delle pubblicazioni scientifiche e dei progetti di R&S finanziati dai programmi a gestione diretta della Commissione Europea, **di tutti i registri pertinenti aziende che avessero sede legale o operativa in Toscana**;
2. **Identificazione**, fra tutte le pubblicazioni e progetti individuati al passo 1, **dei documenti vertenti tematiche legate all'Industria 4.0**;
3. **Classificazione** dei suddetti documenti **secondo le KETs** definite dalla Direzione attività Produttive della Regione Toscana.
4. Analisi dei **trending topics relativi all'applicazione** della ricerca in Industria 4.0



Risultati



726
IMPRESE IN TOSCANA
ATTIVE IN R&S



4.070
ARTICOLI SCIENTIFICI CON LA
PARTECIPAZIONE DI IMPRESE TOSCANE



547
PROGETTI EUROPEI CON LA
PARTECIPAZIONE DI IMPRESE TOSCANE

Risultati



RELATIVO A IMPRESE IN TOSCANA ATTIVE IN R&S



571

HANNO PARTECIPATO
IN PUBBLICAZIONI

286 (50%)

IN PUBBLICAZIONI
SU INDUSTRIA 4.0



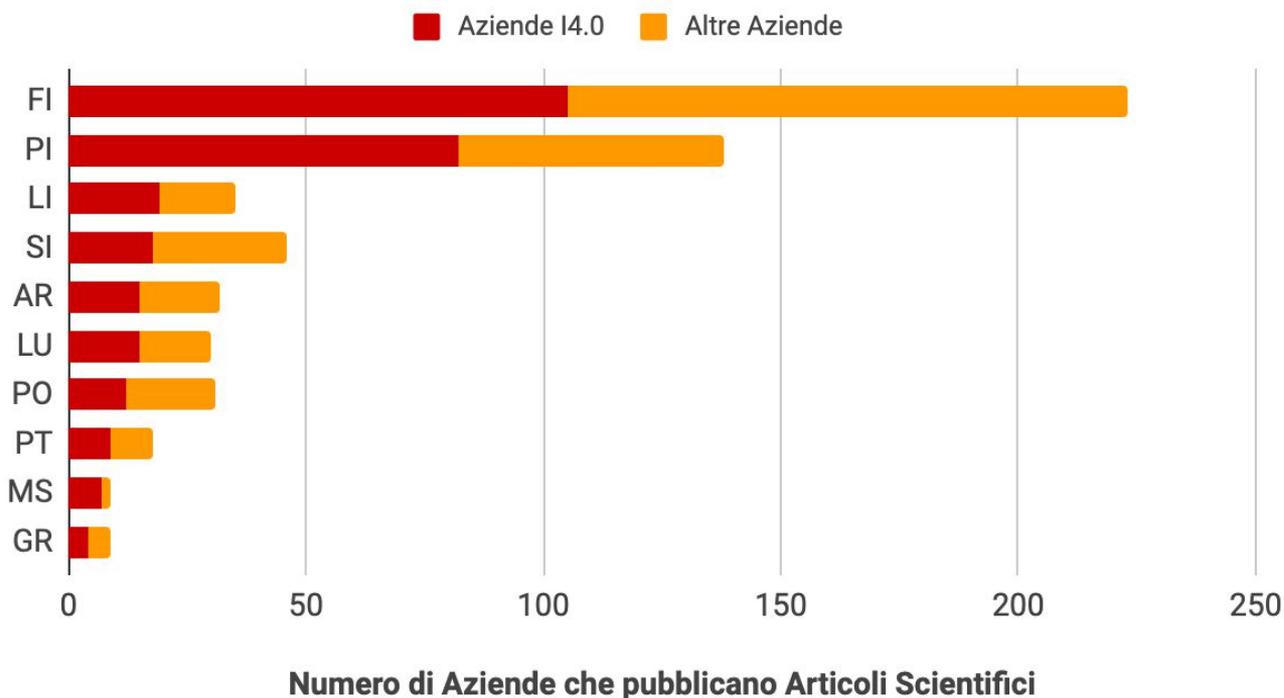
241

HANNO PARTECIPATO
IN PROGETTI EUROPEI

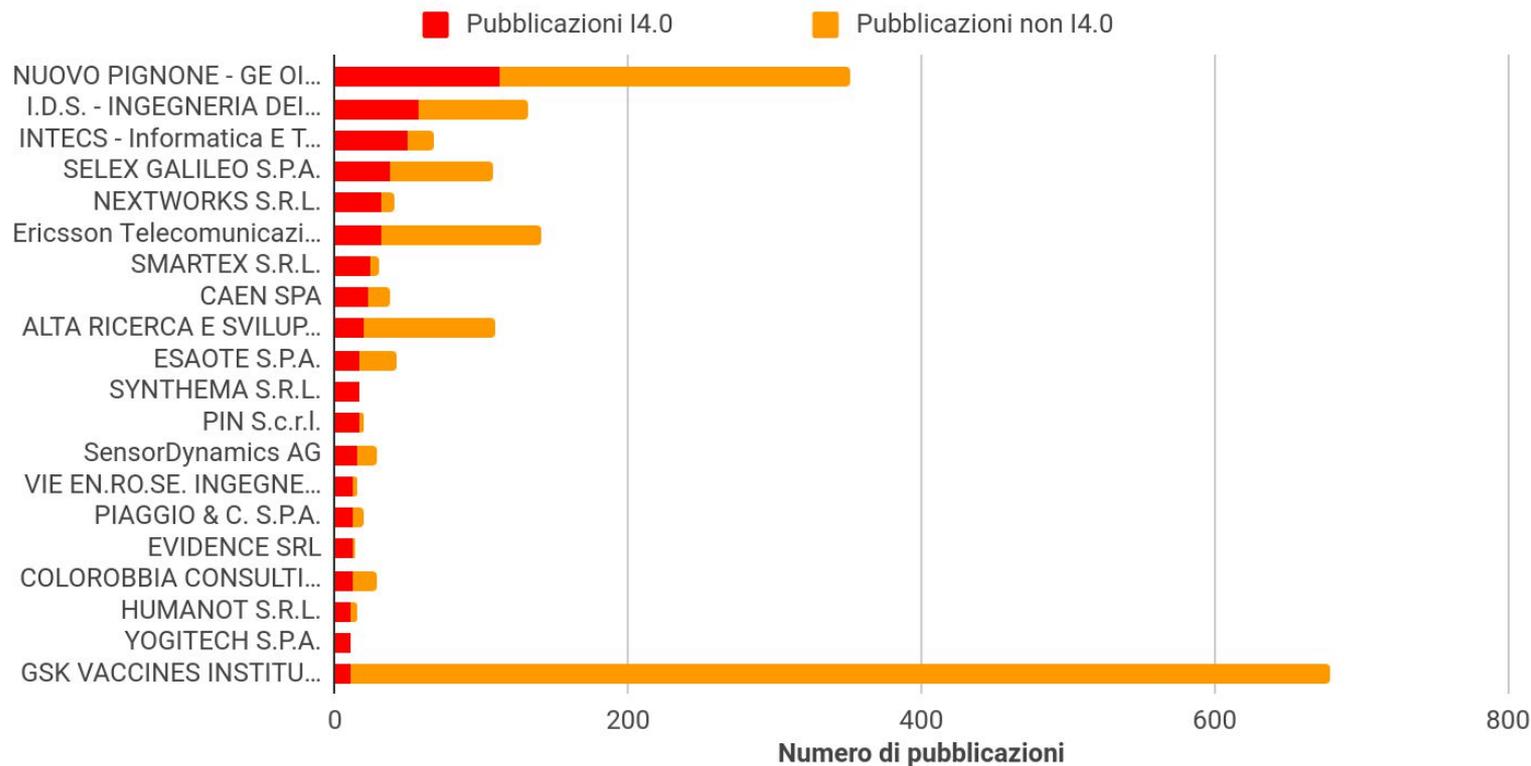
127 (53%)

IN PROGETTI EUROPEI
SU INDUSTRIA 4.0

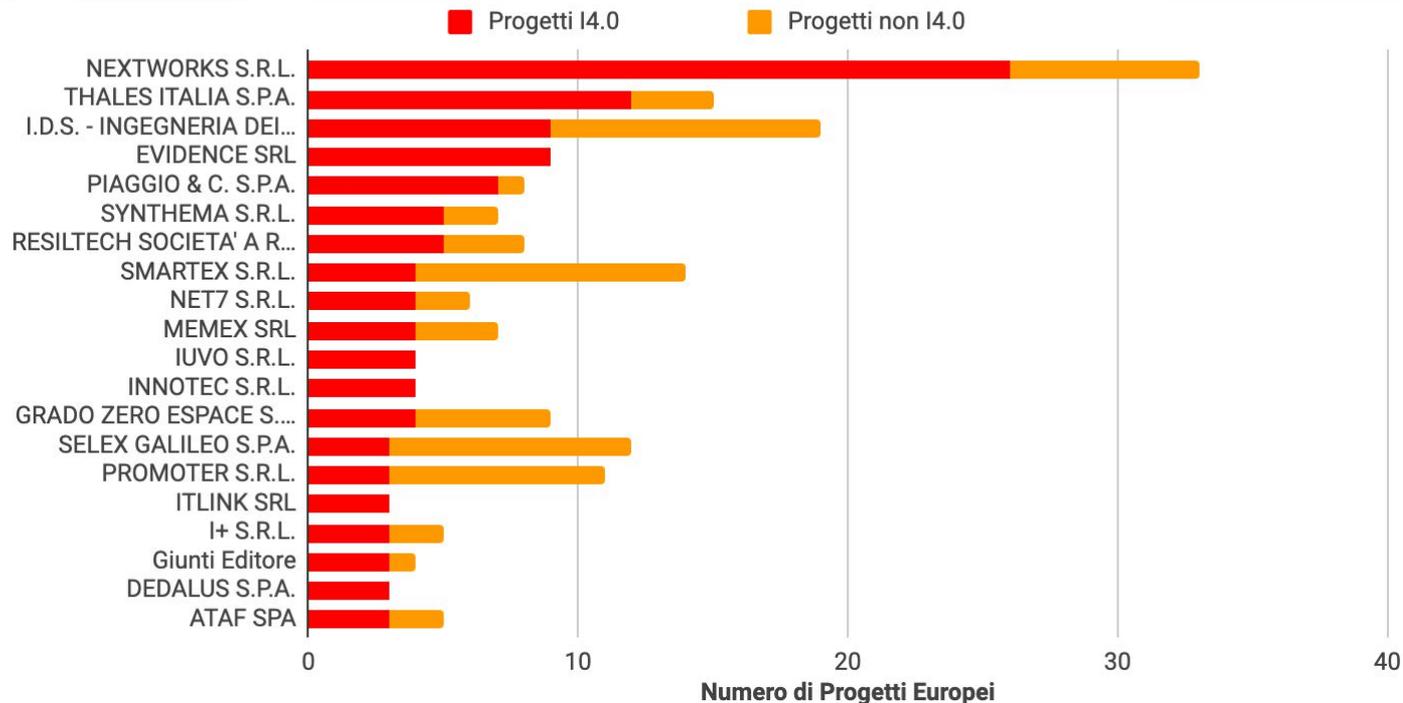
Distribuzione per provincia di aziende che pubblicano articoli scientifici in ambito Industria 4.0



Le top 20 aziende Toscane che pubblicano articoli scientifici nel perimetro dell'Industria 4.0

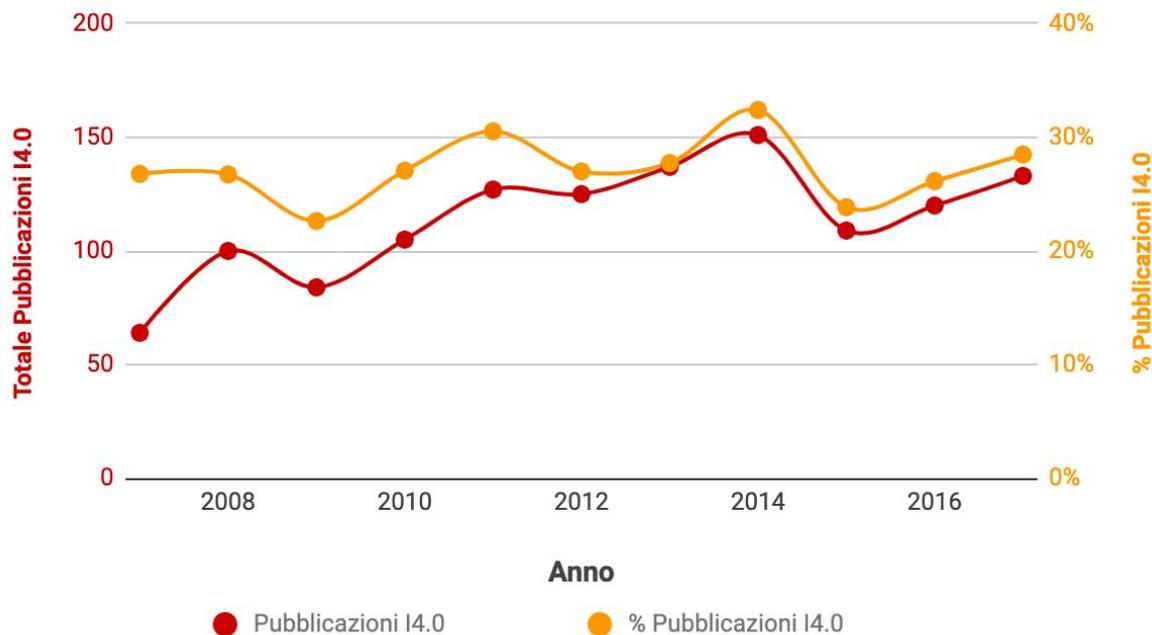


Le top 20 aziende Toscane che partecipano a Progetti Europei nel perimetro dell'Industria 4.0

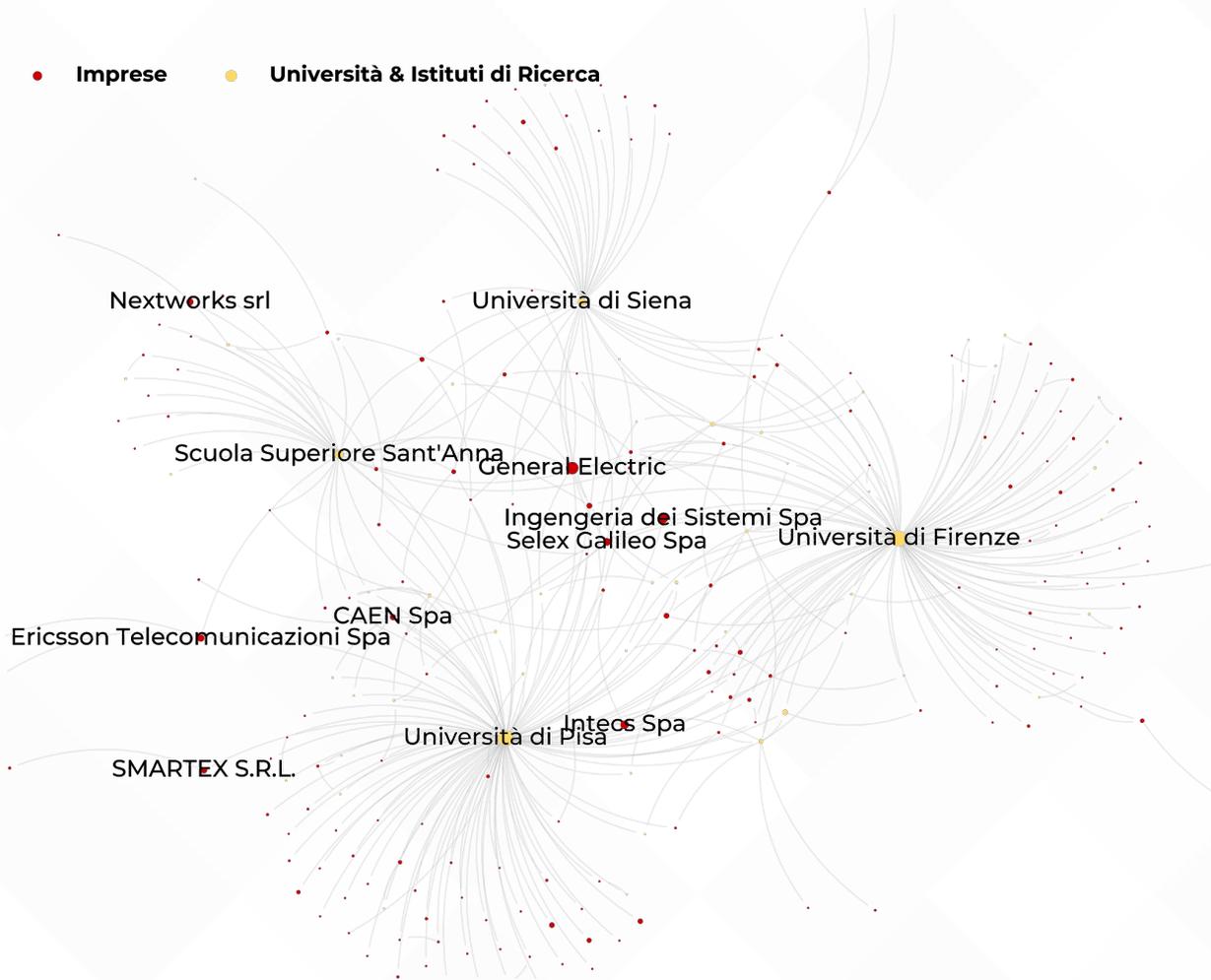


Serie storica del numero di pubblicazioni prodotte da aziende con sede in Toscana in ambito Industria 4.0

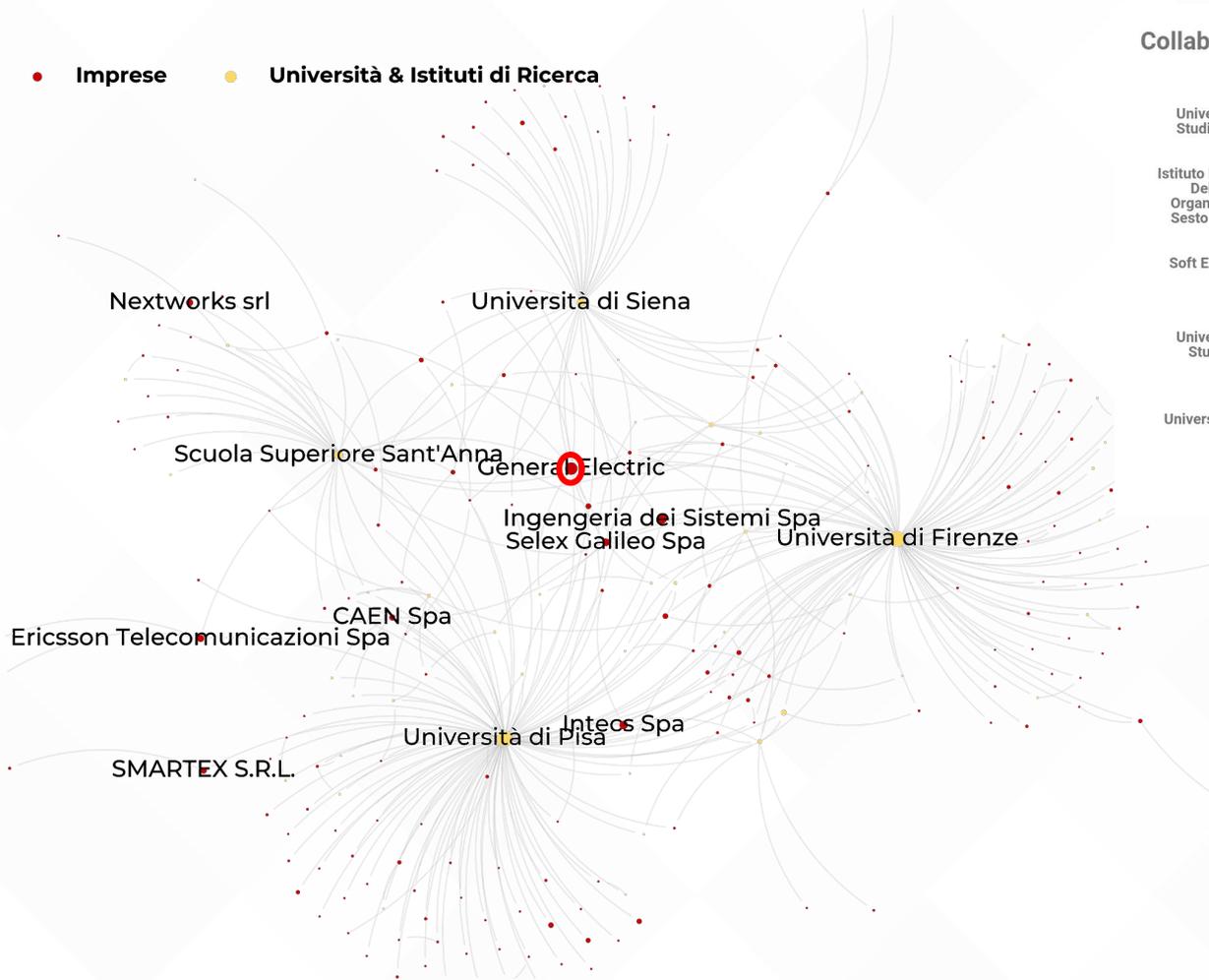
Serie storica pubblicazioni I4.0



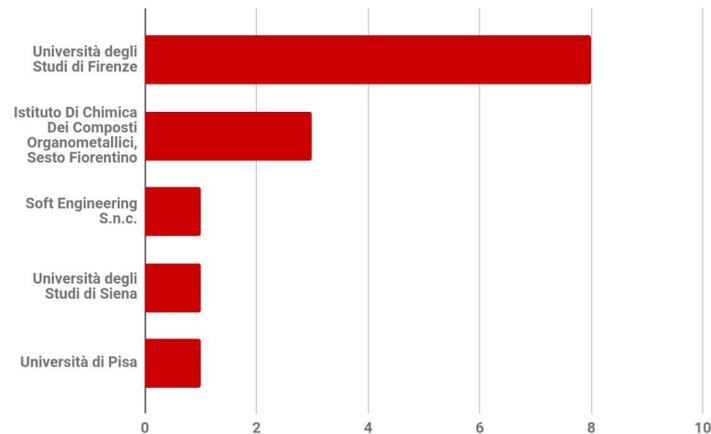
● **Imprese** ● **Università & Istituti di Ricerca**



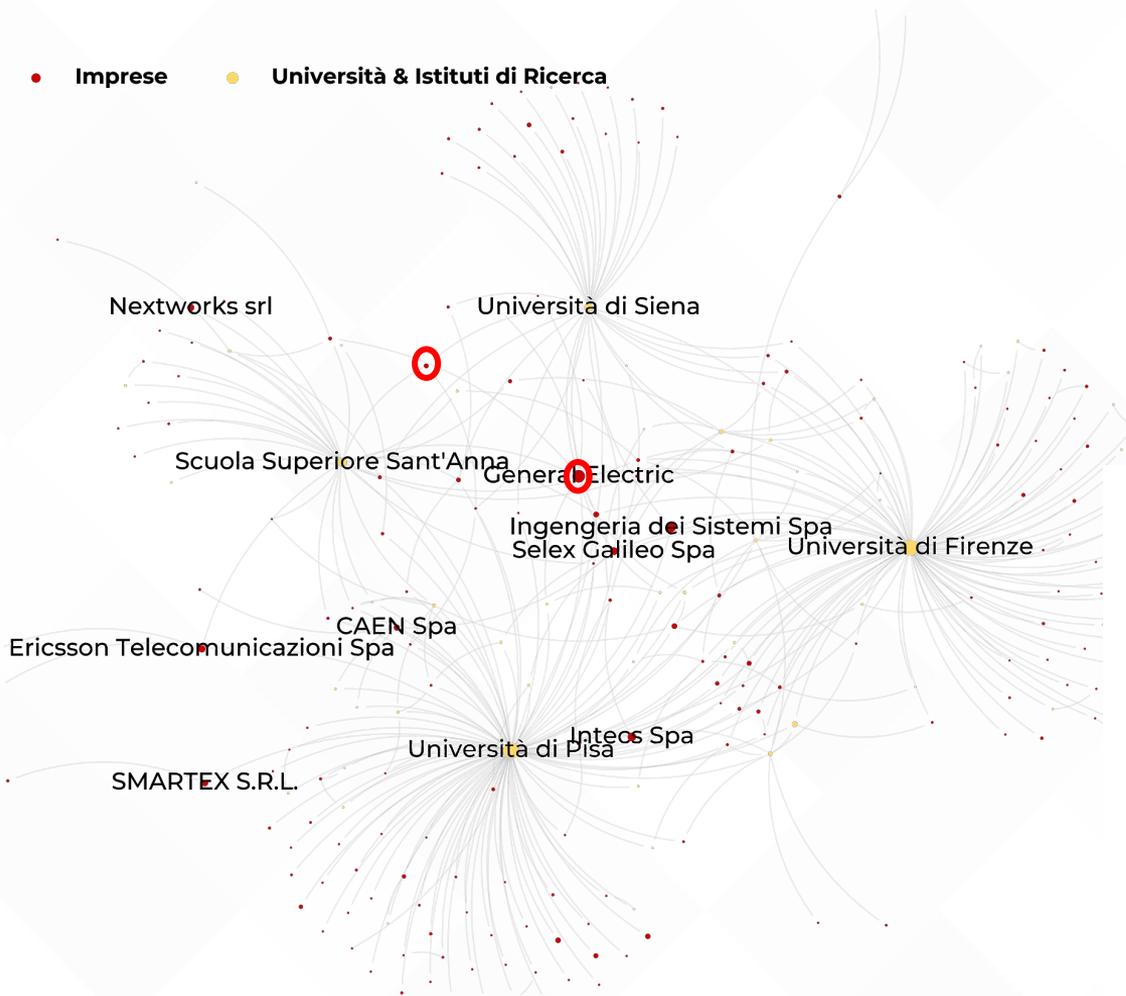
● **Imprese** ● **Università & Istituti di Ricerca**



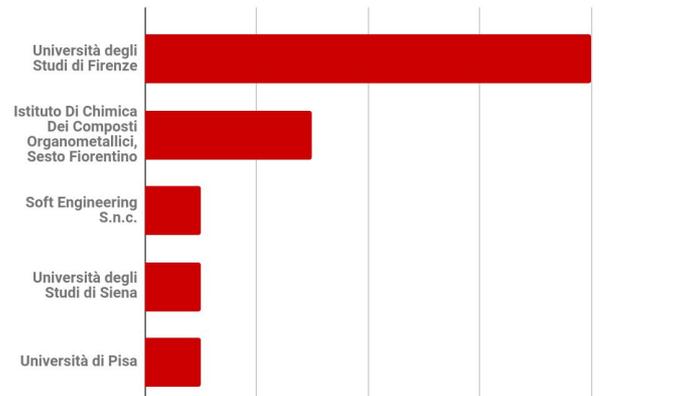
Collaborazioni I4.0 di General Electric - Nuovo Pignone



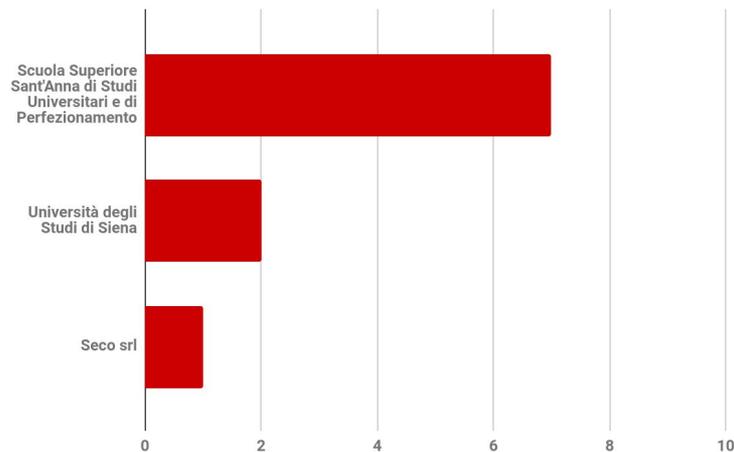
● **Imprese** ● **Università & Istituti di Ricerca**



Collaborazioni I4.0 di General Electric - Nuovo Pignone



Collaborazioni I4.0 di EVIDENCE SRL

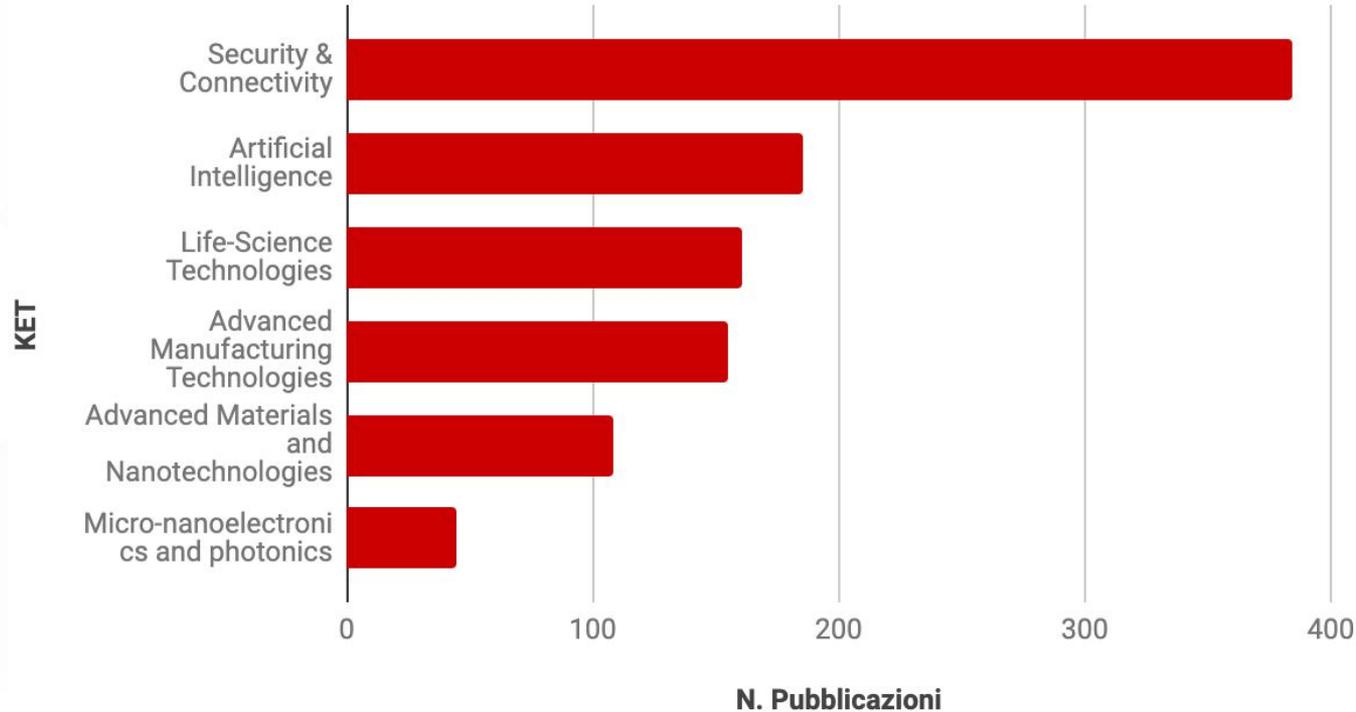


Classificazione

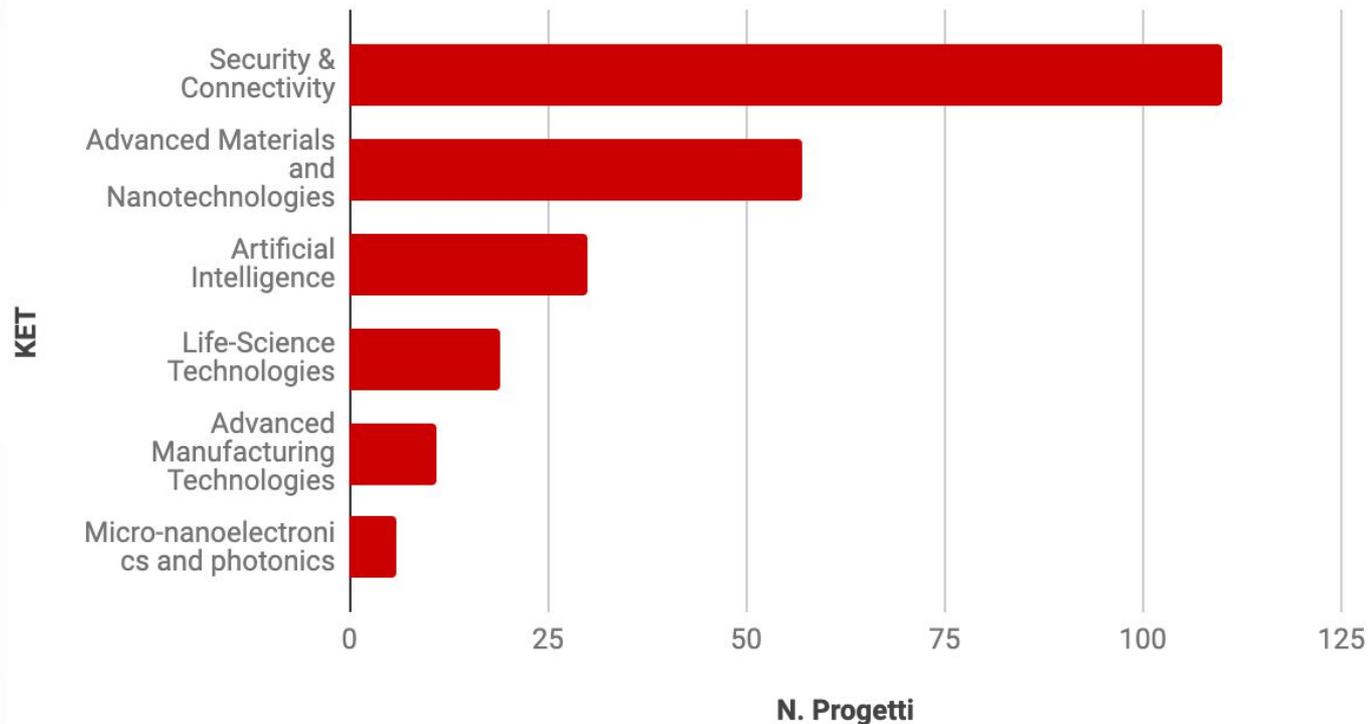
MACRO-AREE	KETS
PRODUCTION TECHNOLOGIES	ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGIES
	ADVANCED MATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES
	LIFE-SCIENCE TECHNOLOGIES
DIGITAL TECHNOLOGIES	MICRO-NANOELECTRONICS AND PHOTONICS
	ARTIFICIAL INTELLIGENCE
CYBER TECHNOLOGIES	SECURITY & CONNECTIVITY

Si è proceduto applicando tecniche di Topic Modelling, basate sull'algoritmo di *Latent Dirichlet Allocation (LDA)*. Data la natura non supervisionata dell'algoritmo, la bontà del modello restituito è stata valutata massimizzando il Criterio di informazione Bayesiano: in tal modo, è stato possibile identificare il numero di topics ottimale con un criterio statisticamente robusto.

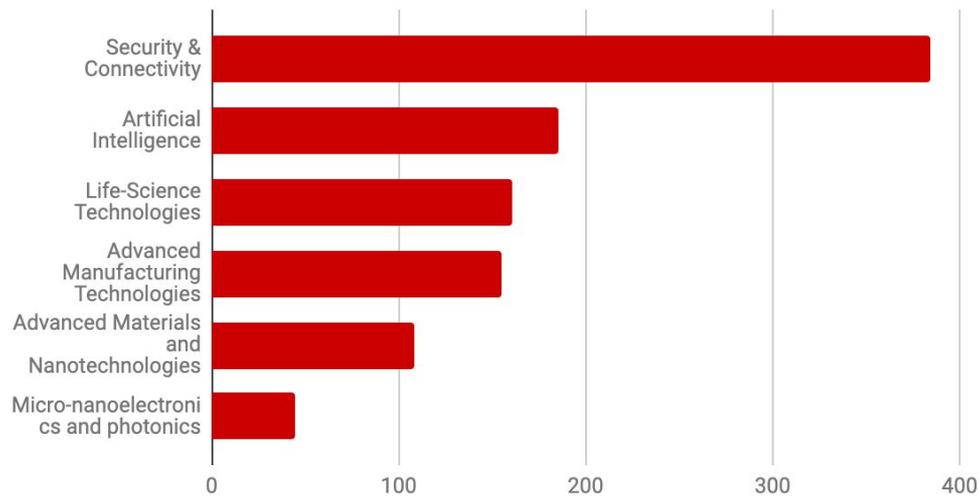
Numero di pubblicazioni prodotte da aziende con sede in Toscana su temi Industria 4.0, distribuite per KET.



Numero di Progetti Europei a cui hanno partecipato aziende Toscane su temi Industria 4.0, distribuite per KET.

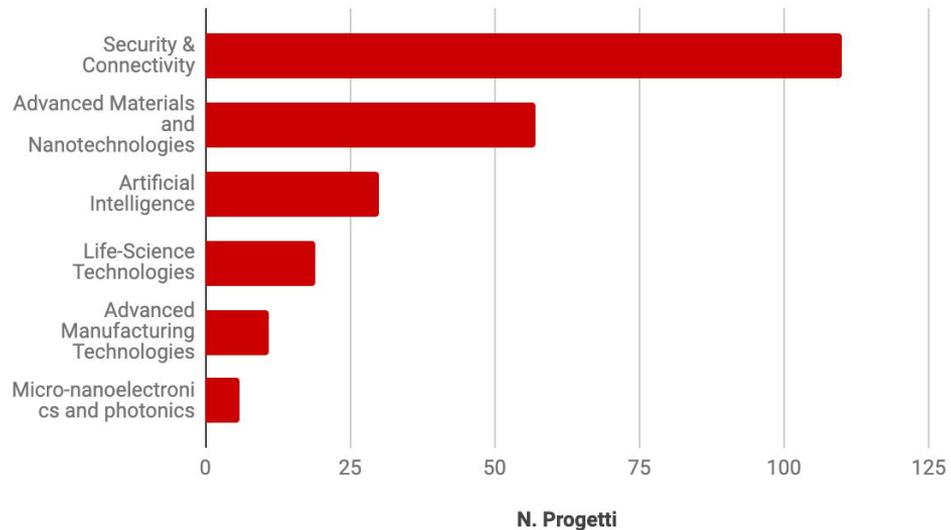


KET



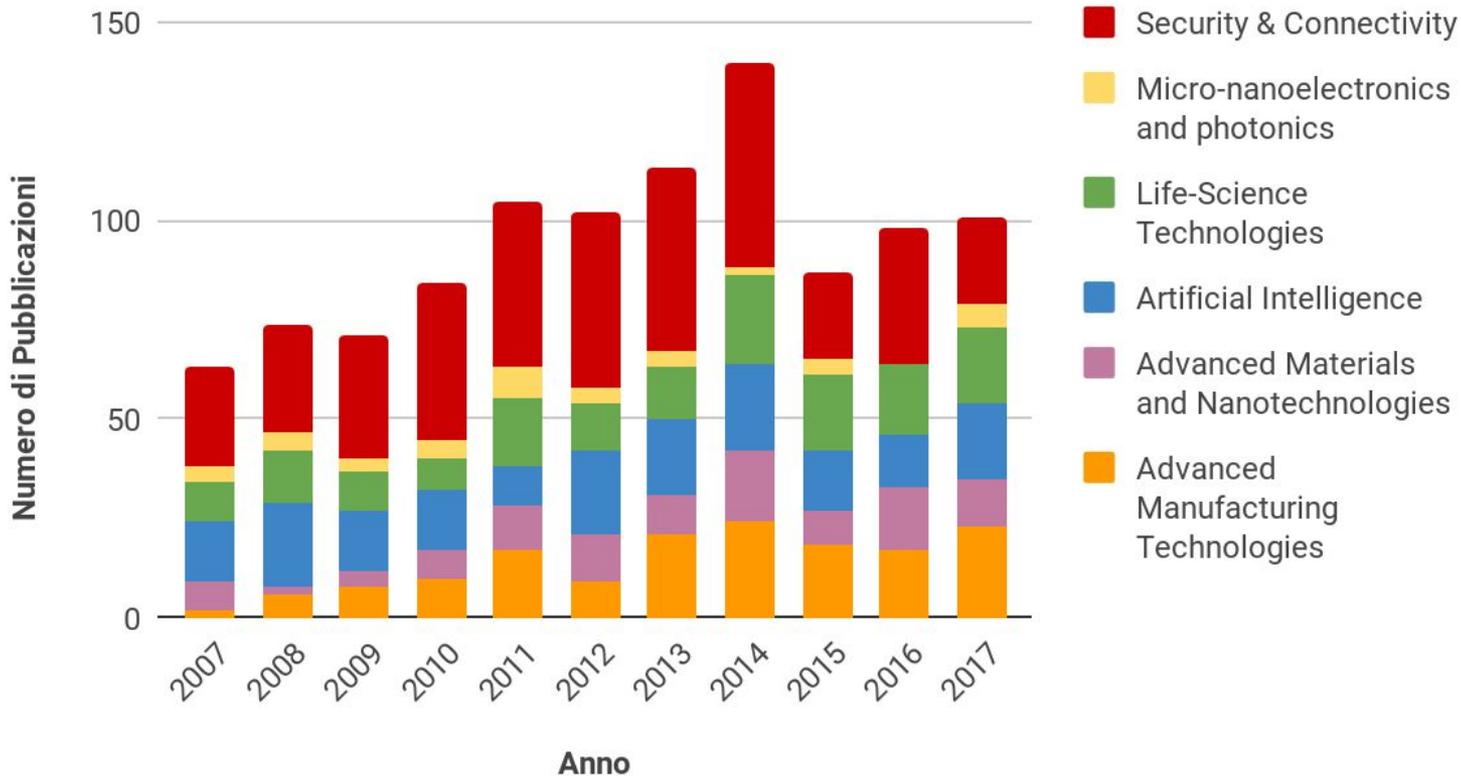
Publicazioni

KET

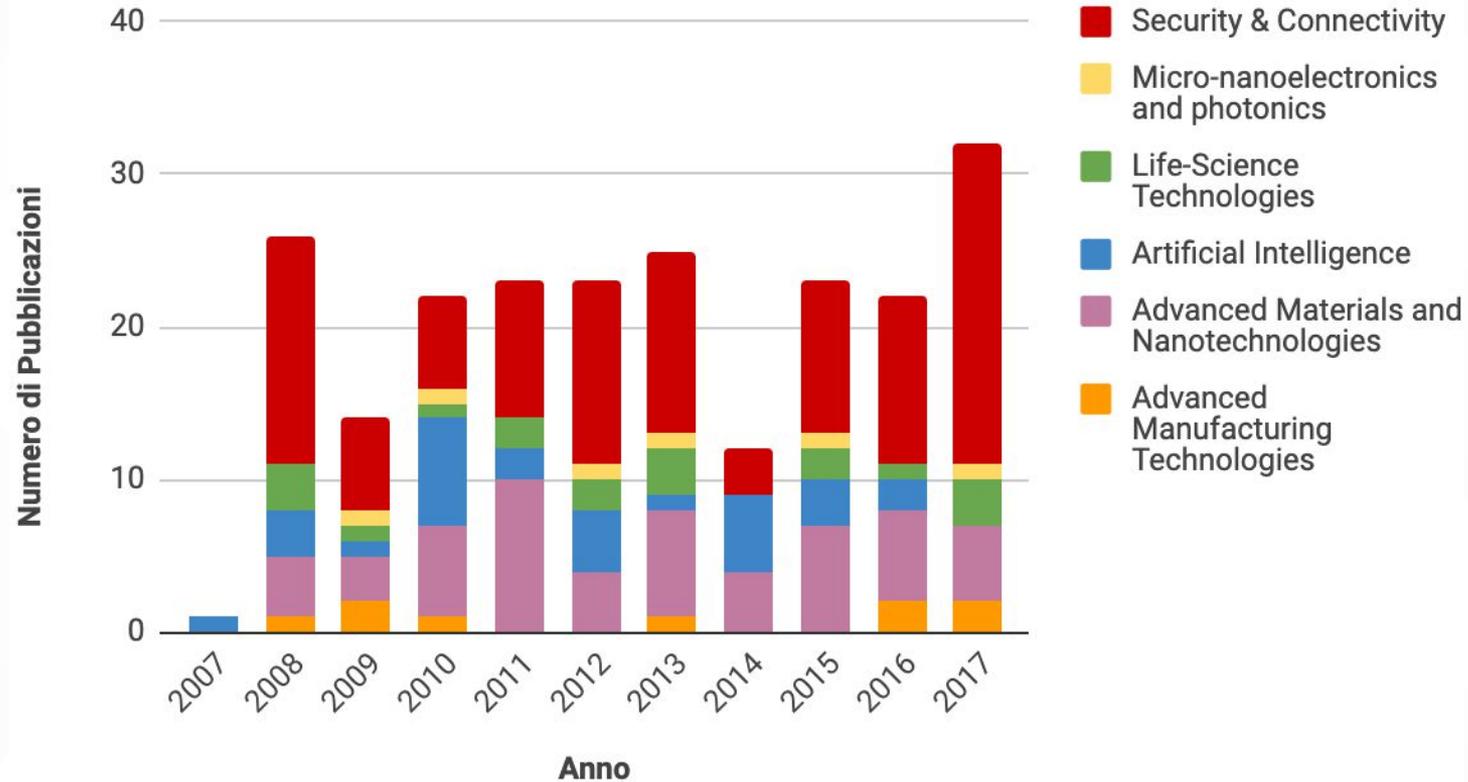


Progetti

Evoluzione del numero di pubblicazioni prodotte da aziende Toscane su temi Industria 4.0, distribuite per KET.

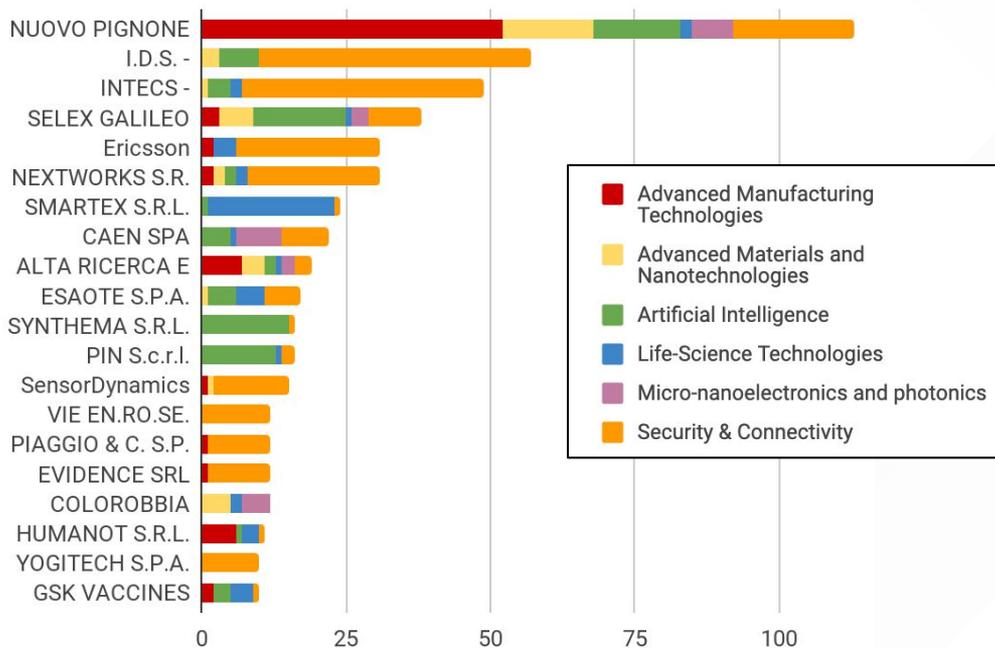


Evoluzione del numero di Progetti Europei a cui hanno partecipato aziende Toscane su temi Industria 4.0, distribuite per KET.

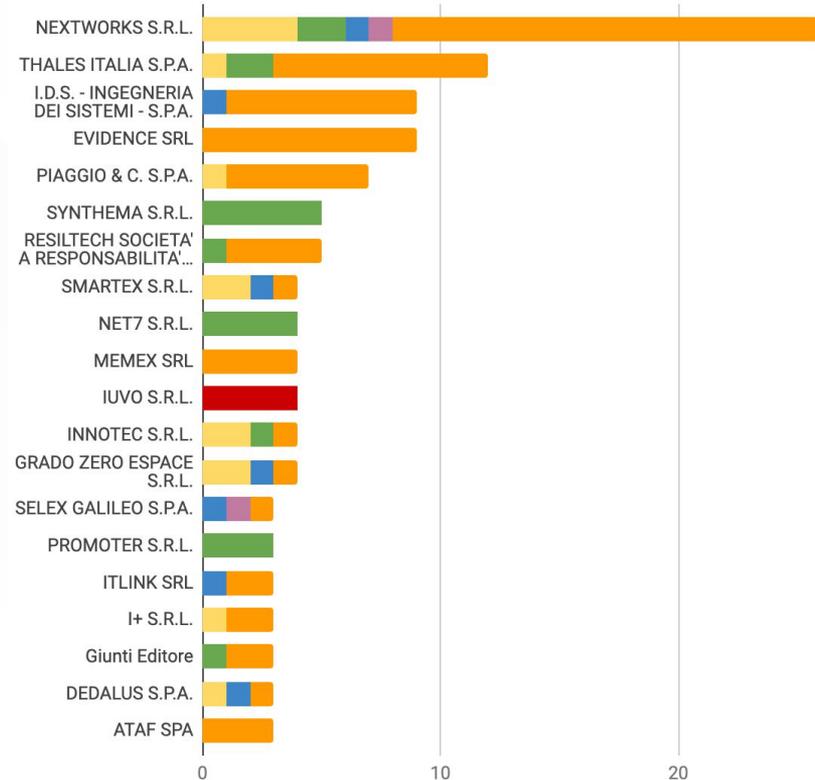


Imprese per KET, per pubblicazioni e per Progetti Europei

N. Pubblicazioni per azienda



N. Progetti per azienda



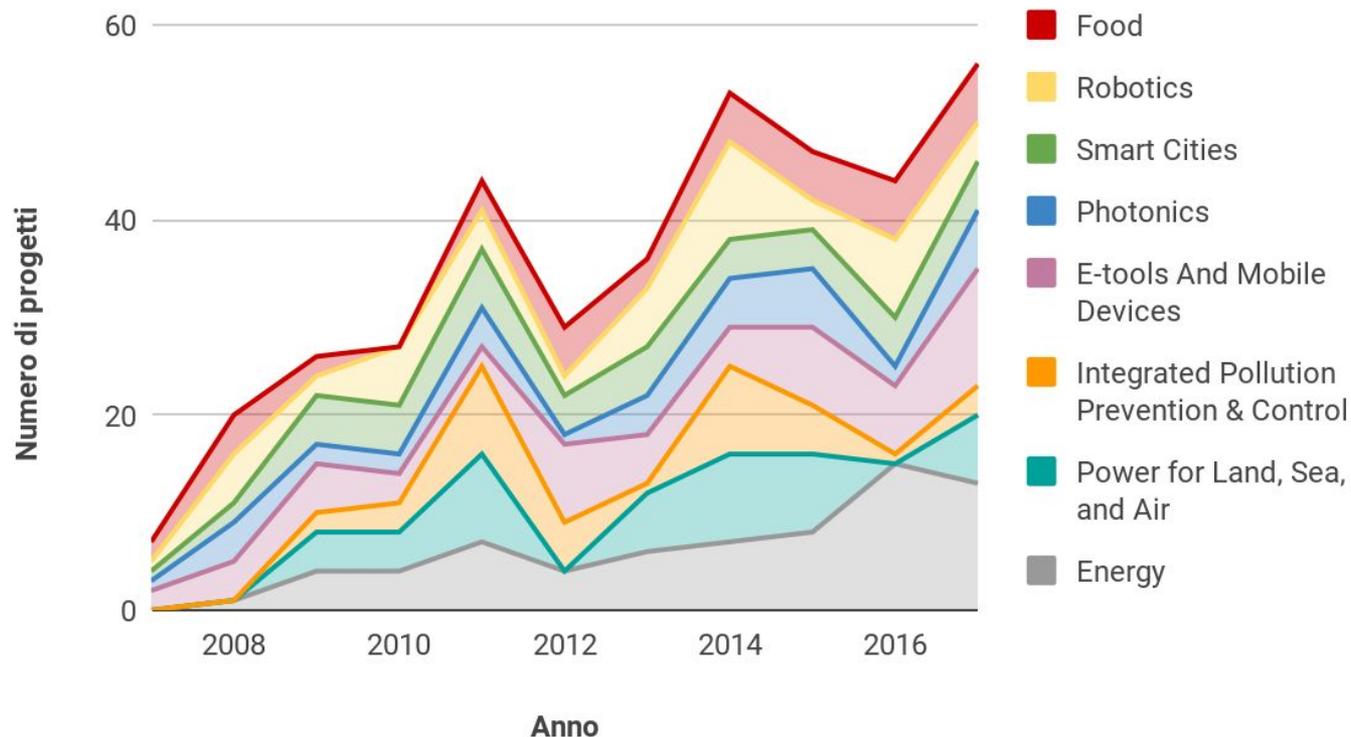
Trending Topics

Topic ID	Denominazione	CAGR	Termini (Inglese)	Termini (Italiano)
0	Electronics	6.50%	antenna; measurement; electromagnetic; layer; surface; frequency; numerical; technique; impedance; structure	antenna; misura; strato; elettromagnetico/elettromagnetica; superficie; frequenza; numerica; tecnica; impedenza; struttura
1	Photonics	17.69%	laser; surgery; treatment; surface; thermal; tissue; welding; light; skin; beam	laser; chirurgia; trattamento; superficie; termico; termica; tessuto; saldatura; luce; pelle
2	Smart Materials	3.75%	sensor; monitoring; textile; wearable; fabric; body; piezoresistive; electrode; subject; emergency	sensore; monitoraggio; tessile; indossabile; tessuto; corpo; piezoresistivo; piezoresistiva; elettrodo; soggetto
3	Knowledge Representation & Reasoning	5.22%	data; digital; semantic; language; source; medium; tool; social; cultural; ontology	dati; digitale; semantica; semantico; linguaggio; sorgente; mezzo; strumento; sociale; culturale
6	Cyber Security	4.75%	security; real-time; domain; embedded; safety; architecture; critical; attack; certification; protection	sicurezza; tempo-reale; dominio; incorporata; incorporato; architettura; critico; attacco; certificazione; protezione
7	Health & Wellbeing: Diagnostics	8.01%	healthcare; medical; clinical; chronic; disease; diagnosis; diagnostic; graphene; ultrasound; care	sanità; assistenza; sanitaria; medica; clinica; clinico; cronico; cronica; malattia; diagnosi
8	E-tools And Mobile Devices	17.69%	smart; device; service; mobile; interface; internet; mobile-device; environment; elderly; personal	intelligente; dispositivo; device; servizio; mobile; interfaccia; internet; dispositivo-mobile; ambiente; anziani

I **30 Topic estratti** dai progetti progetti di ricerca e innovazione. Per ogni topic si è calcolato il **Compound annual growth rate (CAGR)**. I topic con CAGR maggiore sono stati definiti, in questo studio, come “trending topic”.

(p. 26-27 del rapporto)

Serie storica dei "trending topics"



Serie storica del numero di progetti per topic in cui partecipano le aziende con sede legale o operativa in Toscana. Sono riportati gli 8 topic con tasso di crescita (CAGR) maggiore del 10% e qui definiti come "trending topics".

	Food	Robotics	Photonics	Energy	Smart Cities	Power for Land, Sea, and Air	Integrated Pollution Prevention & Control	E-tools And Mobile Devices
UNIVERSITÀ DI PISA	15	10	8	2	2	1	3	2
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE	12		1	12	4	7		2
SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA	8	18	6	1				2
CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO NAZIONALE PER LA SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI	6		1	1			1	1
LABORATORIO EUROPEO DI SPETTROSCOPIE NON LINEARI			5					
EUROPEAN UNIVERSITY INSTITUTE					3			
CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO RISONANZE MAGNETICHE DI METALLO PROTEINE	1						2	
CENTRO EUROPEO PER I POLIMERI NANOSTRUTTURATI SCARL	1			1			1	
SCUOLA IMT (ISTITUZIONI, MERCATI, TECNOLOGIE) ALTI STUDI DI LUCCA	1	1						
RETE SEMI RURALI	2							

Tabella 12: IND3.1 - Università ed enti di ricerca toscani che hanno ricevuto finanziamenti dalla Commissione Europea, per topic.

	E-tools And Mobile Devices	Energy	Smart Cities	Robotics	Integrated Pollution Prevention & Control	Photonics	Food
NEXTWORKS S.R.L.	7	2	1		1		
MEMEX SRL			5				
PIAGGIO & C. S.P.A.	1	1	2				
IUVO S.R.L.				4			
ATAF SPA	1		3				
THALES ITALIA S.P.A.	1	1		1			
SMARTEX S.R.L.	1	1				1	
I+ S.R.L.	2					1	
GRADO ZERO ESPACE S.R.L.					2	1	
Technodeal srl	1			1			

Tabella 11: IND2.2 - Imprese che hanno ricevuto finanziamenti dalla Commissione Europea, per topic. Sono riportate le top 10 imprese, per gli 8 trending topics presentati in precedenza.

Numero di progetti europei per topic per università/enti di ricerca e imprese

	Food	Robotics	Photonics	Energy	Smart Cities	Power for Land, Sea, and Air	Integrated Pollution Prevention & Control	E-tools And Mobile Devices
UNIVERSITÀ DI PISA	15	10	8	2	2	1	3	2
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE	12		1	12	4	7		2
SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA	8	18	6	1				2
CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO NAZIONALE PER LA SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI	6		1	1			1	1
LABORATORIO EUROPEO DI SPETTROSCOPIE NON LINEARI			5					
EUROPEAN UNIVERSITY INSTITUTE					3			
CONSORZIO INTERUNIVERSITARIO RISONANZE MAGNETICHE DI METALLO PROTEINE	1						2	
CENTRO EUROPEO PER I POLIMERI NANOSTRUTTURATI SCARL	1			1			1	
SCUOLA IMT (ISTITUZIONI, MERCATI, TECNOLOGIE) ALTI STUDI DI LUCCA	1	1						
RETE SEMI RURALI	2							

Tabella 12: IND3.1 - Università ed enti di ricerca toscani che hanno ricevuto finanziamenti dalla Commissione Europea, per topic.

	E-tools And Mobile Devices	Energy	Smart Cities	Robotics	Integrated Pollution Prevention & Control	Photonics	Food
NEXTWORKS S.R.L.	7	2	1		1		
MEMEX SRL			5				
PIAGGIO & C. S.P.A.	1	1	2				
IUVO S.R.L.				4			
ATAF SPA	1		3				
THALES ITALIA S.P.A.	1	1		1			
SMARTEX S.R.L.	1	1				1	
I+ S.R.L.	2					1	
GRADO ZERO ESPACE S.R.L.					2	1	
Technodeal srl	1			1			

Tabella 11: IND2.2 - Imprese che hanno ricevuto finanziamenti dalla Commissione Europea, per topic. Sono riportate le top 10 imprese, per gli 8 trending topics presentati in precedenza.

Numero di progetti europei per topic per università/enti di ricerca e imprese

Conclusioni (1/3)

- La **Provincia di Firenze** risulta essere la provincia che accoglie il **maggior numero di imprese** che pubblicano e partecipano a progetti di ricerca
- La **Provincia di Pisa** presenta la **più alta concentrazione regionale di imprese I4.0**. In particolare, l'ICT gioca un ruolo fondamentale, con tematiche di R&S focalizzate su **connettività, componentistica e intelligenza artificiale**
- Esistano realtà che portano avanti **attività di R&S quasi esclusivamente focalizzate su Industria 4.0**. Fra queste possiamo annoverare Synthema SRL, Evidence SRL e Yogitech SpA, tutte imprese attive in ambito Artificial Intelligence o Connectivity e tutte aventi una rete internazionale di collaborazioni.
- **La maggior parte delle attività di R&S risultano associate alla KET *Security and connectivity***, risultato che sembra suggerire che vi sia una **massa critica di imprese toscane che lavorano su hardware, wireless e sensoristica**.

Conclusioni (2/3)

- È interessante notare come **le imprese toscane diversifichino il proprio portfolio di R&S**: alcune aziende (come, ad esempio, Piaggio ed Evidence SpA) si specializzano verticalmente su alcune KETs mentre altre (quali, ad esempio Nuovo Pignone, Selex Galileo ed Alta SpA) mantengono piuttosto aperto il ventaglio delle attività e delle KETs esplorate.
- Le **Università di Firenze e Pisa**, assieme **alla Scuola Superiore Sant'Anna risultano essere le istituzioni che più collaborano con le aziende toscane** in attività di R&S su Industria 4.0
- Al di fuori del perimetro regionale, le imprese identificate collaborano soprattutto **con il Politecnico di Milano e l'Università di Padova**,

Conclusioni (3/3)

- I **trending topic** con maggior tasso di crescita in Toscana risultano essere, nell'ordine: **Energy; Power for Land, Sea, and Air; Integrated Pollution Prevention & Control; E-tools and Mobile Devices; Photonics; Smart Cities; Robotics; Food**.
- Interessante notare come emerga in maniera chiara il topic "**Food**", che, non essendo legato a nessuna tecnologia, non rientra nell'alveo delle KETs, ma che rappresenta un ambito di rilevanza per la regione Toscana.
- Rilevante notare come, fra attori privati ed accademici, cambi il focus tematico. Mentre il topic più ricorrente per le imprese è **e-Tools and Mobile Devices**, nel caso delle università e centri di ricerca emerge il topic "**Food**" come più frequente.

Identificazione - Seed corpus

- è stato identificato un **corpo di testi che trattasse con certezza tematiche dell'Industria 4.0** (ci si riferisce a tale insieme di testi come corpo "seed" nel seguito);
- l'insieme dei testi delle pubblicazioni, progetti e del corpo **seed è stato processato** e trattato mediante tecniche informatiche;
- tecniche di **clustering** sono state utilizzate **per circoscrivere**, fra i progetti e le pubblicazioni toscane, tutti quei **testi che fossero assimilabili al corpo seed** (e dunque che ne condividessero il lessico, legato ai temi dell'Industria 4.0).



Classificazione - KET

- Sono stati individuati **23 topics in maniera emergente** (23 sub-tematiche di ricerca su Industria 4.0) menzionate nelle pubblicazioni e progetti analizzati nella presente analisi.
- Tali tematiche sono state in seguito **allineate manualmente con le 6 KETs**.
- Poiché il numero di KETs è di molto inferiore al numero di topics individuato, **la mappatura topic-KET non è univoca**, giacché più di un topic può insistere sulla medesima KET.
- La **distribuzione del numero di topics per KET non è omogenea**: ad esempio, 7 topic risultano associati alla KET “Advanced Materials and Nanotechnologies”, ma solo uno alla KET “Micro-nanoelectronics and photonics”. Questa eterogeneità è dovuta alle specificità dell’ecosistema toscano di R&S e a come esso si specializza all’interno di ogni ambito di ricerca.

Trending Topics

- Una richiesta di approfondimento della Direzione si è focalizzata su **quali fossero i “trending topic”** che caratterizzano le **attività di ricerca di aziende ed enti di ricerca in Toscana in Industria 4.0**
- Si è scelto di utilizzare ancora una volta la strategia del topic modelling. I topic sono stati **manualmente etichettati con una denominazione intellegibile**, per poterne facilitare la comprensione e l’esposizione.
- Per poter identificare quali tra i topic estratti fossero “trending” si è **proceduto a calcolare l’evoluzione del numero annuale di progetti associati ad ogni topic**. Il calcolo del tasso di crescita annuale composto (CAGR, dall’inglese Compound Annual Growth Rate) della serie temporale di ogni singolo topic ha permesso di identificare i “trending topics”: si è infatti stabilito che tali topic fossero tutti quelli il cui CAGR fosse al di sopra del 10%.
- Il modello è stato infine utilizzato per inferire quali progetti finanziati dalla Commissione Europea avessero un **a) beneficiario con sede in Toscana, b) rientrassero nel perimetro Industria 4.0 e c) fossero inerenti ai trending topic individuati** in precedenza.

Risultati

- **726 imprese** con sede legale o operativa in Toscana attive in **R&S**
 - Delle quali **366** su Industria 4.0 (**50.4%**)
- **571 imprese** hanno partecipato in **pubblicazioni**
 - Delle quali **286** su Industria 4.0 (**50%**)
- **241 imprese** sono state beneficiarie di **progetti europei**
 - Delle quali **127** su Industria 4.0 (**53%**)
- **4.070 articoli scientifici** con la partecipazione di imprese Toscane
 - Dei quali **1.038** su Industria 4.0 (**25.5%**)
- **547 progetti europei** con la partecipazione di imprese Toscane
 - Dei quali **233** su Industria 4.0 (**42.6%**)