

REPORT

ROADMAP TECNOLOGICHE PRIORITARIE PER LA REGIONE TOSCANA IN AMBITO NUOVI MATERIALI

*Aggiornamento e sintesi del documento presentato in occasione della
RIS3 Toscana Mid-term review 2018*

Giugno 2021

Indice

Premessa	3
1. Posizionamento internazionale	4
1.1 - Il comparto “Nuovi Materiali”	4
1.2 – Le sfide della economia circolare.....	8
1.3 - Il ruolo dei Materiali nell’epoca post COVID.....	9
2. SWOT analysis di comparto.....	12
3. Elenco delle Roadmap aggiornate proposte in ambito “Nuovi Materiali”.....	13
4. Descrizione di ciascuna roadmap	14
4.1 Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni	14
4.2 Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti	26
4.3 Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi.....	39
4.4 Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale.....	48
4.5 Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un’ottica di economia circolare	56
4.6 Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D	69
4.7 Roadmap n. 7 - Governance del Trasferimento Tecnologico e Open Innovation	75

Premessa

Nel quadro generale della programmazione Europea, la Smart Specialisation rappresenta il pilastro attorno al quale Stati Membri e Regioni sono chiamati a costruire la propria strategia di impiego dei Fondi Strutturali, individuando i domini tecnologici prioritari in materia di ricerca ed innovazione. A partire dal periodo di programmazione 2014-2020, la definizione di una Smart Specialisation Strategy Regionale (RIS3) rappresenta pertanto condizione fondamentale per il conseguimento dei fondi EU su cui si basano i Programmi Operativi Regionali (POR) e ne determina l'utilizzo.

In altre parole, la RIS3 determina gli ambiti tecnologici di applicazione e la destinazione d'uso di fondi quali il POR FESR, FSE, FEASR.

Nel 2013 il DT Materiali - allora Polo di Innovazione per le Nanotecnologie - identificò una prima serie di 6 roadmap tecnologiche sulle quali nacque uno dei 3 assi tecnologici prioritari, quello della *Chimica e Nanotecnologie*, che hanno caratterizzato la RIS3 Toscana 2014-2020 e, conseguentemente, influito sulla attuazione dei bandi 2014-2020. Ad esse nel 2017 fece seguito una revisione (*RIS3 mid-term review*) che ad inizio 2018, a conclusione di un lungo percorso di partecipazione che coinvolse oltre 300 fra ricercatori ed imprese, arrivò a definire **7 roadmap tecnologiche principali per il settore Materiali**, a loro volta strutturate in set di soluzioni tecnologiche sulle quali investire.

Facendo perno sulla ultima revisione 2018, per il nuovo periodo di programmazione 2021-2027 la Giunta Regionale Toscana attraverso la *DGR n°218 del 15 marzo 2021* ha strutturato la **nuova RIS3 2021-2027** su:

- **4 priorità tecnologiche verticali**
 1. Tecnologie Digitali,
 2. Tecnologie per la Manifattura Avanzata,
 - 3. Materiali Avanzati e Nanotecnologie,**
 4. Tecnologie per la vita e l'ambiente
- **5 Ambiti Applicativi orizzontali:**
 1. Transizione digitale ed Economia circolare,
 2. Energia e Green Economy,
 3. Cultura e Beni Culturali,
 4. Salute,
 5. Smart Agrifood.

E' stato inoltre previsto che la Strategia si attui mediante *Work Programmes periodici* (ordinariamente biennali) che consentano la specificazione delle roadmap tecnologiche ed applicative, per una maggiore efficacia delle policy, una maggiore integrazione orizzontale e verticale, anche per interventi promossi ad altri livelli di governo.

In questo contesto, tenendo anche conto del potenziale impatto della recente emergenza sanitaria da COVID-19 sulle priorità tecnologiche del sistema produttivo e della ricerca, ha avviato nell'arco di poche settimane un rapido percorso di confronto con gli attori regionali del sistema del trasferimento tecnologico e dell'economia finalizzato alla **definizione della RIS3 2021-2027** muovendo dalla ultima versione approvata nel 2018.

Il presente documento costituisce il risultato finale del nuovo, e più rapido, percorso partecipativo attuato fra maggio e giugno 2021, e restituisce alla Regione Toscana le **7 roadmap tecnologiche** già identificate dal DT Materiali **modificate ed aggiornate alle mutate esigenze del contesto regionale**.

1. Posizionamento internazionale

1.1 - Il comparto “Nuovi Materiali”

Il Comparto “Nuovi Materiali” si inserisce in un contesto europeo e globale altamente competitivo, relativo ai settori dei **materiali avanzati, nanomateriali e nanotecnologie**¹, ed ai cosiddetti materiali “bio-based”, cioè derivati dalle biomasse e in particolare i **biopolimeri**.²

Il mercato globale dei materiali avanzati si è attestato nel 2015 intorno a 43 miliardi di dollari e si stima che raggiunga **i 102 miliardi di dollari nel 2024, con una crescita media annua del 10%**³. In tale mercato il Nord America e l'Europa sono stati i principali consumatori di materiali avanzati nel mercato globale e l'ulteriore crescita sarà attribuibile alle maggiori capacità produttive e all'aumento di complessità raggiungibile con le nuove tecnologie. Si stima che anche la regione Asia Pacifica nel periodo 2017-2024 aumenterà il proprio consumo di materiali per lo sviluppo delle aziende manifatturiere della Cina e dell'India.

Il mercato dei materiali avanzati può essere segmentato in **materiali ceramici, polimeri, compositi, metalli, leghe e vetri**. Tra questi i materiali ceramici ed i compositi dominano il mercato. La richiesta di materiali ceramici è cresciuta recentemente e continuerà a crescere soprattutto per l'applicazione in dispositivi medici (componenti e trattamenti superficiali) ed altre applicazioni ad alto valore aggiunto. Si stima invece che il segmento dei compositi crescerà notevolmente nei prossimi anni soprattutto nei settori delle costruzioni, automotive e petrolifero.

Anche il **mercato globale dei nanomateriali** vede la leadership di Nord America ed Europa, che avranno la possibilità di sfruttare il trend di crescita dovuto all'aumento della produzione di massa e alla contestuale diminuzione dei prezzi. La regione Asia Pacifica sarà sempre più competitiva nei prossimi anni vista la crescita di India e Cina che assoceranno alla aumentata domanda interna di nanomateriali, sostanziali investimenti in ricerca e sviluppo⁴. **Considerando anche l'indotto** (prodotti e servizi resi possibili dai nanomateriali), alcune stime valutano l'attuale mercato globale delle nanotecnologie fino a **3000 miliardi di Euro per il 2017**⁵. Focalizzandosi invece principalmente sui **nanomateriali** (e non sull'indotto), il **mercato europeo è stato valutato circa 2,5 miliardi nel 2015 e si stima che arrivi a 9 miliardi entro il 2022 con una possibile crescita media annua del 20%**⁶.

¹ I nanomateriali possono essere definiti come materiali in cui almeno una dimensione esterna misura approssimativamente da 1 a 100 nanometri.

² Definizione secondo lo standard EN 16575:2014 'Bio-based products – Vocabulary'. Le biomasse possono essere state sottoposte a trattamenti fisici, chimici e biologici. Per biomasse si intende “materiale di origine biologica con l'esclusione di materiale incluso in formazioni geologiche e/o fossilizzato”.

³ <https://www.transparencymarketresearch.com/advanced-materials-market.html>

⁴ <https://www.futuremarketinsights.com/reports/nanomaterials-market>

⁵ http://www.corriere.it/scienze/14_giugno_16/nanotecnologia-mercato-3-mila-miliardi-dollari-3f98b342-f539-11e3-ac9a-521682d84f63.shtml

⁶ <https://www.alliedmarketresearch.com/europe-nanomaterials-market>

I nanomateriali possono essere classificati in **nanomateriali a base di carbonio** (nanotubi di carbonio, grafene, fullereni e POSS, i.e. polisilsesquiossani), **ossidi metallici e non metallici** (diossido di titanio, ossido di zinco, diossido di silicio, ossido di alluminio, ossido di cerio, ossido di stagno-antimonio, ossido di rame, ossido di bismuto, ossido di cobalto, ossidi di ferro, ossido di magnesio, ossido di manganese, ossido di zirconio), **metalli, dendrimeri, nano argille e nanocellulosa**.

I principali prodotti/settori di applicazione dei materiali sono numerosi, tra questi quelli dei rivestimenti/trattamenti superficiali, adesivi e sigillanti, il settore della medicina, salute e cura della persona, energia, elettronica e beni di consumo, edilizia e trasporti.

Secondo alcuni studi⁷, i principali driver per la crescita dei nanomateriali sono i crescenti investimenti in ricerca e sviluppo, la progressiva penetrazione dei nanomateriali in vari settori applicativi e le loro eccellenti ed innovative proprietà fisico-chimiche. Tuttavia fattori come la legislazione ambientale sempre più stringente e il prezzo elevato dei nanomateriali potrebbero ostacolare la forte crescita prevista per il mercato, così come la non ancora completa conoscenza dell'influenza della dimensione nano e della forma sulla salute dell'uomo, potrebbe costituire un fattore rallentane lo sviluppo e la diffusione.

Il **mercato delle bioplastiche** è stato di circa 18,9 milioni di tonnellate **nel 2016**⁸, rappresentando circa il 6% dell'attuale mercato delle plastiche, per un valore di circa **3 miliardi di dollari** e con un consumo di suolo agricolo dello 0.3%. Si stima che le bioplastiche **nel 2021** rappresenteranno circa il 10% del mercato delle plastiche, per un valore di **5,1 miliardi di dollari, con una crescita del 12.0%** medio annuo in valore⁹ e con un consumo dell'1% del suolo agricolo.

Il mercato può essere segmentato per materiali in **bio-polietilene (Bio-PE)** (che domina il mercato), **bio-polietilenterefalati (bio-PET)**, **acido polilattico (PLA)**, **derivati da amido, poliesteri biodegradabili, cellulosa rigenerata e bio- poliidrossialcanoati (PHA)**. I maggiori settori applicativi sono gli imballaggi, le bottiglie, l'agricoltura, il settore automobilistico e i prodotti di consumo.

Uno dei fattori che influenzerà la crescita è la crescente attenzione all'ambiente e allo sviluppo sostenibile, al miglioramento dello stile di vita, che spinge i consumatori a comprare prodotti ad alta qualità. Inoltre si stimano ingenti investimenti industriali in ricerca per ampliare l'area di applicazione delle bioplastiche. Infine, in **Europa una legislazione e una politica sempre più consapevole dei problemi ambientali e sempre più favorevole alla promozione dell'Economia Circolare**¹⁰ ha spinto le aziende ad usare materie prime "bio-based", generalmente meno tossiche per l'ambiente e che permettono un minore consumo di energia ed emissione di anidride carbonica. Non a caso, l'Europa è attualmente leader del mercato (37%) seguita da Nord America (25%) e Asia Pacifica (13%). La Germania, **l'Italia** e la Francia sono tra le **regioni europee a contribuire maggiormente alla crescita**.

Nel 2017 uno workshop dal titolo "**From Advanced Materials Research to Innovation and Growth**"¹¹ ha riunito assieme specialisti in investimenti di venture capital (VC) e private equity (PE) con responsabili delle

⁷ <https://www.alliedmarketresearch.com/europe-nanomaterials-market>

⁸ Biopolymers Facts Statistics 2016 – IFFB Hannover

⁹ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopolymers-bioplastics-market-88795240.html>

¹⁰ Economia circolare è un termine per definire un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>

¹¹ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/85720a2d-2a46-11e7-ab65-01aa75ed71a1>

politiche di ricerca Europee allo scopo di condividere una visione strategica per i futuri investimenti ed opportunità di mercato per il settore dei materiali avanzati ed esporre gli scenari tecnico-economici legati al loro potenziale di sviluppo e utilizzo. Lo workshop era stato pianificato anche per aggiornare la prospettiva emersa dallo studio “[Technology and market perspective for future Value-Added Materials](#)”¹² pubblicato nel 2012 dalla Commissione europea e valutare i cambiamenti che influenzano la situazione dei mercati.

I risultati hanno evidenziato che **il mercato dei materiali a valore aggiunto (VAM)**, comunemente chiamati "materiali avanzati", **ha un potenziale di crescita di oltre dieci volte nei prossimi decenni** confermando di fatto le stime della precedente prospettiva che si avvaleva anche degli studi di Sanford Moskowitz¹³ e l'High level Expert Group on Key Enabling Technologies¹⁴ dove, tenendo conto della pervasità trasversale delle scienze dei materiali in relazione ai diversi settori produttivi, il peso VAMs viene comparato con le dimensioni totali dei mercati.

La tabella sottostante riporta le **dimensioni** (in miliardi di euro) e le **prospettive dei mercati identificati di maggiore applicazione per i VAMs** assieme alla quota percentuale di applicazioni VAM sul totale:

	2008	2015	2020	2030	2050
Energia	83	230	335	640	2336
Trasporti	112	210	280	420	700
Ambiente ¹⁵	286	615	850	1501	4683
Salute	314	517	662	952	1532
ICT	344	624	824	1224	2024
Altri/trasversale ¹⁶	42	217	342	731	3335
Valore totale dei mercati	1181	2413	3293	5468	14610
Quota di VAM nelle applicazioni del settore (%)	8,6	6,2	5,7	5,8	7,5

Fonte: Oxford Research AS. Unità: miliardi di euro

La tabella sottostante riporta, invece, la **quota di mercato dei VAM per settore** (in miliardi di euro):

	2008	2015	2020	2030	2050
Energia	7,1	14,3	18,9	37,0	175,7
Trasporti	9,6	13,1	15,8	24,3	52,6
Ambiente	24,6	38,2	48,0	86,8	352,2
Salute	27,0	32,1	37,4	55,0	115,2
ICT	29,6	38,8	46,6	70,7	152,2
Altri/trasversale	3,6	13,5	19,3	42,2	250,8
Totale	101,7	150,0	186,1	316,0	1098,6

Fonte: Oxford Research AS. Unità: miliardi di euro

¹² <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3ab4c7c9-5c8f-4bae-baa5-83bf65a8c675>

¹³ Moskowitz, Sanford L. *Advanced Materials Revolution Technology and Economic Growth in the Age of Globalization*. Wiley & Sons, Inc. 2009.

¹⁴ High Level Group on Key Enabling Technologies. 'Report by the working group on advanced materials technologies'. European Commission, June 2011.

¹⁵ La dimensione del settore ambientale è largamente influenzata dalle "tecnologie efficienti dal punto di vista energetico per la protezione dell'ambiente" che sono attualmente circa il 40% del valore totale del settore, e quindi la sua dimensione deve essere molto considerata insieme al settore energetico

¹⁶ La categoria "Altri / trasversale" è usata per raggruppare tutti quei materiali che o:

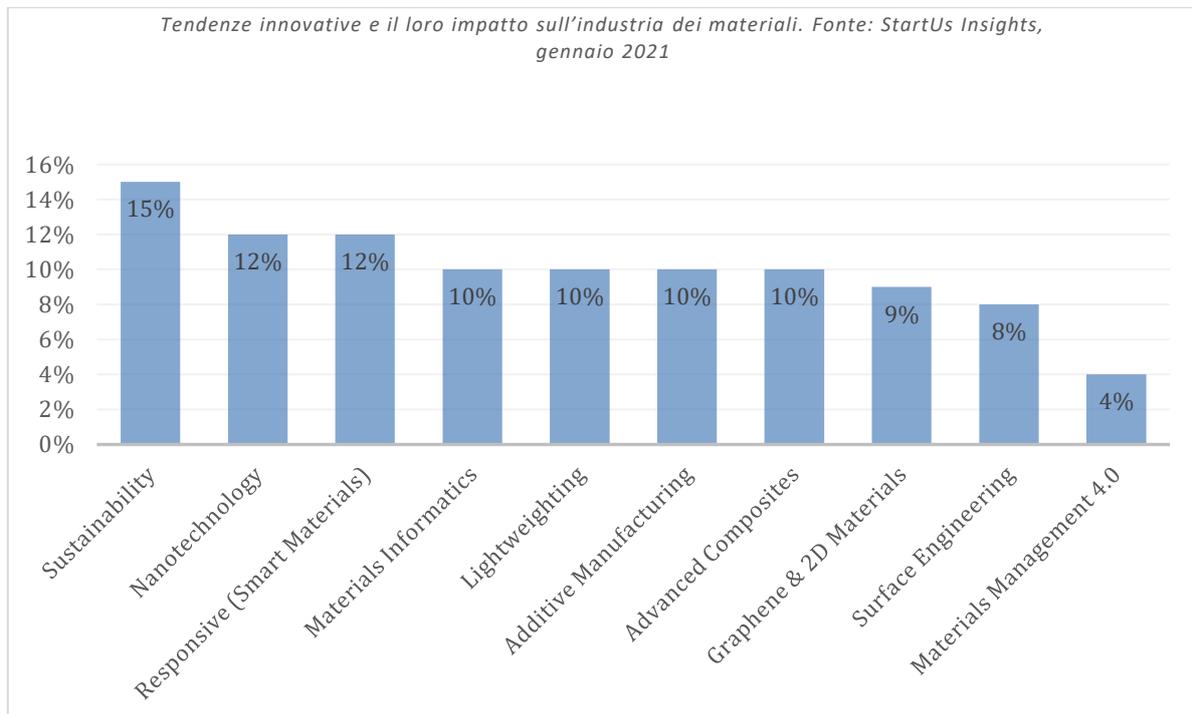
- non possono essere facilmente assegnati ad una delle industrie analizzate in questo studio;
- hanno proprietà che permettono loro di essere usati in più industrie;
- non possono essere assegnati a nessuno dei settori nella fase attuale perché la loro implementazione sul mercato è un argomento di ricerca attuale;
- sono usati in industrie diverse da quelle considerate in questo studio (ad esempio, alimentare, edile, chimica, ecc.).

La dimensione dei mercati per i VAMS dopo il 2030 è stata disegnata sulla base di due diverse tendenze evidenziate nelle interviste con esperti del settore materiali ed investitori:

- Crescita lineare delle applicazioni VAM nei settori industriali con esperienza di ricerca sui materiali (automotive, ICT e salute), nei quali già nell'ultimo decennio si è assistita ad una elevata intensità degli investimenti.
- Crescita non lineare delle applicazioni VAM nei settori dell'energia e dell'ambiente, ed **emersione di applicazioni multisettoriali**.

La dimensione di mercato dei materiali avanzati è destinata quindi a crescere velocemente con una media di quasi il 17% annuo nei settori valutati e collocandosi su una quota compresa fra il 6-8% del mercato globale.

Altri risultati che confermano la tendenza alla ricerca di soluzioni multisettoriali che favoriscano l'utilizzo di nuovi materiali, ad esempio, nel contesto delle sfide dell'economia circolare e sostenibilità emergono da una ricerca della piattaforma [StartUs Insights](#)¹⁷. Coprendo più di 1.116.000 startup e aziende emergenti, la piattaforma ha identificato applicazioni e soluzioni innovative che avranno un impatto nel settore materiali nel 2021. Per questa ricerca, sono state analizzate 2.453 startup e aziende emergenti ed il quadro che ne è uscito mostra chiaramente le **tendenze innovative delle startup ed il peso delle applicazioni VAM nei diversi settori** per ciascuno dei quali sono state selezionate le 20 soluzioni di maggiore rilievo. Il grafico offre una sintesi dei risultati:



¹⁷ <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-materials-industry-trends-innovations-2020-beyond/>

1.2 – Le sfide della economia circolare

Se dunque le soluzioni tecnologiche legate ai materiali a valore aggiunto, continuano a giocare un ruolo chiave nell'industria europea, è altresì necessario che le politiche di ricerca non si limitino a seguire i trend di investimento in una pura logica di business, bensì tengano conto anche delle conseguenze sociali, ambientali, economiche e geopolitiche che ne derivano.

Non è questo il contesto nel quale approfondire le sfide sulla economia circolare (e della bioeconomia) lanciate dalla EC attraverso il new Green Deal, tuttavia è evidente come **le nuove politiche comunitarie** finalizzate ad indirizzare gli investimenti in ricerca ed innovazione sui temi di circolarità nelle catene di valore (riciclo, riuso, riparabilità, *end of waste* dei prodotti) e sostenibilità ambientale, **aprono nuove opportunità di mercato e sviluppo multisetoriale alle applicazioni basate sui VAM.**

Sul tema della **plastica**, ne sono un esempio la comunicazione **Strategia europea per la plastica nell'economia circolare**¹⁸ (COM EC 2018) nella quale si fissano nuovi obiettivi per il riciclo ed il riuso della plastica sostenendo gli investimenti anche in materiali sostitutivi di più semplice riutilizzo, ed il rapporto **“Plastics, the circular economy and Europe’s environment. A priority for action**¹⁹” dell’Agenzia Europea dell’Ambiente (AEA - gennaio 2021) che esamina il ruolo delle materie plastiche – anche a seguito della recente pandemia - e i loro effetti sull’ambiente e sul clima alla luce della strategia medesima e ponendola al centro del new Green Deal europeo.

L’ancora più recente rapporto **on the New Circular Economy Action Plan**²⁰ (febbraio 2021) in risposta al **Piano d’azione sull’economia circolare** adottato dalla Commissione von der Leyen lo scorso marzo 2020²¹, chiede obiettivi vincolanti da conseguire entro il 2030 per valutare la CO2 footprint dei materiali e traccia la strada per una progettazione ecocompatibile dei prodotti (*ecodesign*), che sin dalla loro ideazione devono essere realizzati con materiali, imballaggi, componenti pensati ed assemblati per essere poi riciclati una volta terminato il periodo di vita del prodotto.

Secondo il nuovo **“Circularity Gap Report 2021**²²” di Circle Economy, il livello di circolarità dell’economia globale è stabile all’8,6%, mentre applicando strategie circolari in 3 settori chiave quali **edilizia, mobilità e alimentazione** le emissioni annuali si ridurrebbero del 70% e il riscaldamento globale sarebbe al di sotto dei 2°C già entro il 2032. Fra le 21 misure di circolarità che avrebbero la capacità di tagliare ben il 39% delle emissioni globali, una larga percentuale implica soluzioni direttamente riconducibili ai materiali o a soluzioni (nano)tecnologiche correlate nei settori della **edilizia** (bioedilizia, efficientamento energetico), **rifiuti** (riciclo, tecniche di compostaggio) **packaging, smart agrifood** (sostanze fertilizzanti e rigenerative), **mobilità** (carburanti, sicurezza), progettazione dei prodotti (*full cycle of life sustainability, end of waste*).

In vista dell’adozione della Strategia UE sui **prodotti tessili** sostenibili nel 3° trimestre 2021, l’Agenzia Europea dell’Ambiente (EEA) ha pubblicato un briefing²³ che offre un’ampia panoramica sul **tessile sintetico** in Europa, analizzandone gli impatti ambientali e climatici, e sottolineandone le potenzialità per lo sviluppo di una catena del valore dell’economia circolare. L’EEA utilizzando i risultati di precedenti rapporti del Centro tematico europeo sui rifiuti e sui materiali in un’economia verde (ETC/WMGE), ha evidenziato alcuni percorsi

¹⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=EN>

¹⁹ <https://www.eea.europa.eu/publications/plastics-the-circular-economy-and>

²⁰ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0008_EN.html

²¹ <https://www.regionieambiente.it/economia-circolare-9/>

²² <https://drive.google.com/file/d/1MP7EhRU-N8n1S3zpzqlshNWxqFR2hznd/view>

²³ <https://www.eea.europa.eu/publications/plastic-in-textiles-towards-a>

per rendere la produzione e il consumo di tessuti sintetici più circolari e sostenibili, tra cui scelta di fibre sostenibili, controllo del rilascio delle microplastiche e miglioramento di raccolta differenziata, riutilizzo e riciclaggio.

Ancora, nel settore dello *energy storage*, è evidente il peso sempre crescente che le batterie hanno, e avranno, nel crescente mercato delle auto elettriche, delle energie rinnovabili (solare e fotovoltaico, eolico, marino) e persino quelle delle tecnologie per la transizione digitale dove tanto i server ad elevate prestazioni (es: gestione e erogazione di servizi in *cloud*) quanto i singoli device client (es: smartphone) necessitano complessivamente di stoccare enormi quantità di energia in batterie di dimensione estremamente variabile. Esaminando il fronte delle batterie elettriche per le auto, secondo uno studio di *Erion Energy*²⁴ si stima già che se fra 10 anni volessimo riciclare tutte le batterie del parco autovetture elettriche immesse sul mercato fino al 2020 dovremmo gestire la raccolta e il trattamento di circa 28.000 tonnellate pari al peso di due Torri di Pisa. Pensando all'accelerazione nelle immatricolazioni delle auto elettriche (nel 2020 +155% rispetto al 2019) che a livello mondiale farà crescere di 14 volte la domanda di batterie, e quindi la necessità di un loro corretto smaltimento e recupero, sono evidenti gli spazi di sviluppo che si prevedono nel settore.

Infine,

- nel giugno 2020 il Parlamento europeo ha definitivamente adottato il *Regolamento UE sulla tassonomia*²⁵, con cui nasce il **primo sistema al mondo di classificazione delle attività economiche sostenibili**, che consentirà di valutare la sostenibilità ambientale degli investimenti in progetti e attività economiche e quindi di orientare gli investimenti verso tecnologie e imprese più sostenibili e circolari.
- in tema di *bioeconomia*, nel novembre 2020 è stato pubblicato lo studio dello JRC della Commissione Europea "*Development of a bioeconomy monitoring framework for the European Union: An integrative and collaborative approach*²⁶", per lo sviluppo di un sistema di monitoraggio volto a rafforzare il collegamento tra economia, società e ambiente.
- nel dicembre 2020 il Consiglio europeo ha adottato le conclusioni su "*Making the Recovery Circular and Green*²⁷", che forniscono orientamenti politici sulle misure previste dal nuovo Piano d'azione per l'economia circolare. Nel documento sono tracciate le proposte legislative in materie di prodotti sostenibili ed emissioni.
- A febbraio 2021 è nata *l'Alleanza globale per l'economia circolare e l'efficienza delle risorse (GACERE)*²⁸, iniziativa che mira a imprimere uno slancio globale alla transizione all'economia circolare, coordinando gli sforzi dispiegati a livello internazionale e sostenendoli nelle sedi multilaterali, in particolare all'Assemblea generale delle Nazioni Unite e al G7/G20.

1.3 - Il ruolo dei Materiali nell'epoca post COVID

La recente emergenza sanitaria ha portato a **riconsiderare il ruolo** del settore Materiali e le potenzialità di applicazione delle relative soluzioni tecnologiche.

²⁴ <https://erionenergy.it/it/chi-siamo/>

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=IT>

²⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678420301357>

²⁷ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13852-2020-INIT/it/pdf>

²⁸ <https://www.eunews.it/2021/02/19/lue-verso-lalleanza-globale-leconomia-circolare-lefficienza-delle-risorse/142793>

Questo passaggio risulta evidente anche dai numerosi report in materia pubblicati negli ultimi mesi, ben riassunti dal rapporto di EUMAT²⁹ (European Technology Platform for Advanced Engineering Materials and Technologies) “The role of Materials in the post-COVID society³⁰” realizzato in collaborazione con A4M (Alliance for Materials) dove si discute il posizionamento, gli ambiti di sviluppo del settore e le raccomandazioni verso uno scenario post-COVID.

Il paper raccoglie le *Strategic Research Agendas* (SRAs) di diversi stakeholder del settore materiali e offre una riflessione nel contesto dell'attuale pandemia con proposte per attività strategiche di ricerca e innovazione indirizzate alla Commissione Europea, agli Stati membri e al Parlamento Europeo, tenendo conto degli obiettivi prioritari del new Green Deal e del Recovery Plan. I fronti su cui si indirizzano le soluzioni tecnologiche del settore in Europa sono:

- **Circular economy³¹**: mantenere il valore dei materiali e la funzionalità dei prodotti il più a lungo possibile, progettandone il fine vita ed il riuso-recupero-riciclaggio delle parti, minimizzando l'uso delle risorse e migliorandone la riparazione (inclusa l'auto-riparazione), promuovendo l'uso e lo sviluppo di materiali green (es: EU Aluminium³²) e plastiche sostenibili³³ (bioplastiche),
- **Green and Clean Energy³⁴**: una produzione energeticamente efficiente richiede l'uso di energia verde e pulita nei processi di trasformazione dei materiali necessari. Occorre sviluppare e integrare materiali per lo stoccaggio di energia (batterie, idrogeno, ammoniaca, sali fusi, ecc.) e materiali per la generazione di energia rinnovabile come il fotovoltaico, l'energia solare concentrata (CSP) e l'energia eolica, indirizzandosi sui materiali a bassa emissione di carbonio e tecnologie di wellness³⁵ che non compromettano ambiente e salute.
- **CO2 Emissions Reductions and Climate Impacts**: poichè le principali cause di emissione di CO2 derivano dai trasporti, l'impiego di energie e carburanti green concorre anche al raggiungimento di questo obiettivo. In aggiunta, il settore materiali offre diverse soluzioni che riducono al minimo la CO2 footprint in ambito edile³⁶ (efficient building), industriale (es: riciccolo dei gas di scarico), energetico (energy storage)
- **Digitization and Artificial Intelligence**: la pandemia ha evidenziato le carenze ed i punti di forza di un mondo globalmente connesso. Il settore materiali gioca un ruolo chiave anche nello sviluppo delle ICT (es, materiali per applicazioni ad alta frequenza per le reti 5G, per l'incremento della capacità di archiviazione dati, per la riduzione della energia nel cloud computing).
- **Resilience against future emergencies; less critical dependencies “by design”**: la crisi sanitaria ha evidenziato la necessità di un'economia meno dipendente dalle materie prime³⁷ e resiliente, tale da garantire una maggiore durata dei prodotti, efficienza energetica, capacità di riciclaggio³⁸, riparazione e riuso dei materiali con prodotti ottimizzati "by design".

²⁹ <https://www.eumat.eu/en>

³⁰ https://www.eumat.eu/media/uploads/descargas/materials_post_covid_reflection_document_v40.pdf

³¹ <https://www.eumat.eu/en/materials-for-a-circular-economy>

³² Circular Aluminium Action Plan: [A Strategy for Achieving Aluminium's Full Potential for Circular Economy by 2030](#)

³³ [SUSCHEM](#) elaborated in collaboration with ECP4, EuPC and Plastics Europe, the “[Plastics research and innovation agenda in a circular economy](#)”

³⁴ [Advanced Materials for Clean and Sustainable Energy and Mobility](#)

³⁵ <http://www.suschem.org/technologies/advanced-materials/materials-for-health-and-well-being>

³⁶ The European Construction built environment and energy efficient building Technology Platform ECTP has an active Committee on Materials and Sustainability which prepared a [SRA on materials](#) involving all construction stakeholders

³⁷ <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/04/EIT-RawMaterials-Position-Paper-on-COVID-19.pdf>

³⁸ https://www.eumat.eu/media/uploads/descargas/design_for_and_from_recycling.pdf

In più stretta coerenza con le conseguenze della emergenza sanitaria, EUMAT ha inoltre formulato una serie di proposte specifiche e concrete per lo sviluppo di progetti di investimento:

Advanced surfaces	
	Antiviral surfaces for multi-usage clothing and protective materials for the medical sector
	Reduce virus contamination from frequently used surfaces
	Long-lasting intelligent anti-viral and anti-microbial surfaces
	Surface treatments with germicide effects
	Modelling metallic nanocluster virucidal action on filtration air devices and surfaces
	Sustainable antiviral surfaces for applications in multiple sectors
Advanced and safe materials	
	Polymeric Materials to avoid spread of diseases
	Antimicrobial and antiviral protection for medical devices
	Shared mobility in COVID19 times
Testing methods, modelling and data integration	
	Cheap rapid tests (e.g. nanofabrication of filters, Aerosol flow characterization for the nanoparticle and virus deposition to protect people)
	Materials modelling for the design of antibacterial and antiviral surfaces, coatings and paints
	Materials modelling for development of vaccines and drugs
	Materials modelling predicting the behaviour of the SARS-CoV-2 virus
	Multiscale Modelling applied in research environment and Clinical reality (2-way integration)
	Accelerated materials development (e.g. for medical devices and treatments)
	Materials modelling for society (e.g. new materials to enable renewable and sustainable energy supplies)
Materials for ICT as enable for Digitalization	
	Increase of Data storage capacity
	Reduce power demand in cloud computing
Advanced Manufacturing needs	
	Availability of EU-Manufacturing resources (e.g. design and development of materials solutions and devices to support the request of systems for contamination prevention and for healthcare)
	Assuring EU-Manufacturing autonomy (e.g. new materials to replace rare materials)
	Advanced Manufacturing technologies (e.g. additive manufacturing)
Circular Economy and Resilience	
	Raw Materials: Security of supply and more sustainable practices in EU raw materials supply chains
	Durability: Game change for boundary lubrication at multilevel research
	Sensors: Maintain the value of products and materials for as long as possible, thereby reducing our dependence on the supply of raw materials
	Recycling: Reduce the import of strategic products and materials by recycling and urban mining
	Scale up: Relaunch the circular daredevil companies

2. SWOT analysis di comparto

La seguente tabella SWOT valuta i punti di forza (Strengths), debolezza (Weaknesses), le opportunità (Opportunities) e le minacce (Threats) del comparto Nuovi Materiali, in relazione alle roadmap individuate.

Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> • Presenza di gruppi di didattica e ricerca qualificati e di caratura internazionale negli atenei e nei centri di ricerca toscani; • Collaborazioni avviate con successo fra enti di ricerca e realtà produttive in settori di applicazione differenti; • Realtà produttive all'avanguardia in numerosi campi di applicazione industriale basate sui materiali (tessile, vetro, ceramica, metalli e leghe, conciario, caseario, agroalimentare); • Capacità delle imprese a rispondere alle richieste di mercato con prodotti sempre più performanti e ad alto standard di qualità; • Attenzione verso prodotti e processi eco-sostenibili con risparmio, riutilizzo o valorizzazione di materiali derivanti da fonti rinnovabili o da scarti (economia circolare); • Complementarietà del settore materiali con la Strategia Industria 4.0 (e.g. caratterizzazione e controllo dei processi, sensori) e con il nuovo approccio green e di economia circolare; • Multidisciplinarietà delle soluzioni tecnologiche e multisetorialità dei loro contesti di applicazione anche in sinergia con la transizione digitale prevista dal nuovo PNRR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensione ridotta delle imprese manifatturiere; • Deboli canali di dialogo tra ricerca, PMI e governance; • Bassi investimenti privati in ricerca (PMI) ; • Difficoltà a operare in rete con centri di ricerca extra-regionali in alcuni settori (biotecnologie, bioenergie, idrogeno, pharma, riciclo materiali) e conseguente perdita di opportunità di crescita; • Necessità di formare la forza lavoro per l'utilizzo delle nuove tecnologie; • Deboli canali di ingegneria finanziaria per il supporto all'innovazione high risk/ high gain; • Alti costi per l'infrastrutturazione di laboratori per sperimentazioni avanzate e aggiornamenti; • Debolezza del sistema del trasferimento tecnologico a livello di realizzazioni industriali; • Insufficienti dati sulla tossicità dei sistemi nanometrici e la carenza di normative nazionali ed EU per l'uso di nano-materiali in ambiti collegati a salute, alimentazione, cosmesi, ambiente, genera incertezza e dubbi spesso non motivati; • Alti costi di produzione e di scale-up industriale del materiali innovativi; • Scarsa conoscenza dei materiali biobased nelle PMI.
Opportunità future	Minacce future
<ul style="list-style-type: none"> • Creazione di nuove realtà imprenditoriali (spin-off, start-up) con conseguente crecita di qualità e quantità degli occupati; • Creazione di reti di ricerca anche extra-regionali e nazionali per acquisire nuove competenze e opportunità di realizzazioni tecnologiche; • Creazione di nuove figure professionali in ambito materiali, brevetti, TT, scale-up industriale; • Supporto a iniziative didattiche internazionalizzanti • Capacità di attrazione investimenti puntando su nuovi prodotti-processi basati su materiali avanzati; • Creazione di nuovi ambiti del business e/o diversificazione degli attuali; • Introduzione dei criteri di Open Innovation per lo sviluppo e caratterizzazione dei materiali; • Sfruttamento della capillarità del sistema della ricerca toscana accademica ed industriale in numerosi settori applicativi; • Crescente attenzione su impatto ambientale di processi e prodotti: nuove tecnologie green e remediation ambientale e per un approccio di economia circolare; 	<ul style="list-style-type: none"> • Contesto multidisciplinare delle roadmap richiede azioni concertate tra più soggetti: rischio dispersione risorse e gap con PMI; • Mancata focalizzazione degli investimenti e di assunzione di responsabilità nelle governance pubbliche; • Mancanza di programmi pluriennali di investimenti pubblici mirati; • Concorrenza dei big player a livello mondiale e conseguente necessità di investimenti strutturali per mantenere la competitività; • Riduzione dei fondi pubblici a sistema della ricerca e trasferimento tecnologico; • Mancato sviluppo di politiche significative per l'innovazione o il sostegno a aziende operanti in settori maturi per la diversificazione del business; • Lentezze nella transizione digitale e conseguente integrazione tecnologica • Scarsa conoscenza e sui materiali innovativi genera diffidenza nella opinione pubblica; • Barriere e/o carenze normative e standard in alcuni settori inibisce la propensione agli investimenti;

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Trasferimento di nuove conoscenze e tecnologie per scale up-industriale con conseguente crescita di competitività sui mercati. | <ul style="list-style-type: none"> • Scarso supporto allo scale-up industriale delle soluzioni sviluppate in laboratorio e costi produttivi elevati da poter essere sostenuti dalla singola (piccola) realtà industriale; • Burocrazia; • Contrazione economica e riduzione investimenti ricerca. |
|--|---|

3. Elenco delle Roadmap aggiornate proposte in ambito “Nuovi Materiali”

Il DT Materiali ha individuato 7 Roadmap strategiche in una logica di coerenza ed aggiornamento delle precedenti roadmap 2013.

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
1) Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni	5 ³⁹	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing ⁴⁰ (coatings)	Manifatturiero Edilizia e Beni culturali Meccanica (Automotive, Trasporti) Smart agrifood Salute e Medicale Energia e Green Economy
2) Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing, Biotecnologie, Fotonica, Micro- Nano elettronica	Diagnostica Manifatturiero Edilizia e Beni Culturali Smart agrifood Energia
3) Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing, Biotecnologie, Fotonica, Nano elettronica	Medicina, Farmaceutica e Nutraceutica Alimentare e cosmetica Smart agrifood
4) Tecnologie e materiali per la remediation ambientale	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	Smart agrifood Edilizia e Urbanistica Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero e Siderurgico, Minerario Bonifiche ambientali
5) Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un’ottica di economia circolare	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing, Biotecnologie	Forestale, vivaistico, agricoltura e allevamento Agrindustria e Alimentare Manifatturiero e Chimico Edilizia e Urbanistica Energia e siderurgico Settore trattamento rifiuti organici (Fanghi, FORSU, Digestati e Compost)
6) Materiali per la Stampa 3D	4	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing	Medicale e salute Manifatturiero e Meccanica fine Elettronica ed Edilizia

³⁹ Sono riassunte in tabella e riportate solo le roadmap che nella attività di analisi hanno conseguito le priorità di maggiore livello.

⁴⁰ In allineamento con le politiche della Commissione Europea sono state considerate le cosiddette “Key Enabling Technologies” come tecnologie da applicare: nanotecnologie, materiali avanzati, biotecnologie, fotonica, micro e nanoelettronica e processi avanzati di fabbricazione. Si veda https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies_en

Roadmap (titolo)	Ordine di priorità (scala 1-5)	Tecnologia implementata	Settore/ambito di applicazione
7) Governance del Trasferimento Tecnologico e Open Innovation	5	Nanotecnologie, Materiali avanzati, Advanced manufacturing, Biotecnologie, Fotonica, Micro- e Nano elettronica	Governance Trasferimento tecnologico

4. Descrizione di ciascuna roadmap

4.1 Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni

Roadmap n. 1 - Materiali per superfici e compositi nanostrutturati ad alte prestazioni

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

In ambito industriale è sempre più pressante la necessità di creare valore aggiunto nei prodotti da commercializzare: questo può avvenire mediante lo sviluppo di **superfici e materiali compositi con elevate proprietà protettive e funzionali** (ad esempio strutturali, anti-corrosive, anti-incendio, anti adesive, autopulenti, idrofobe, ottiche, magnetiche, autoriparanti ecc.).

Tali materiali si inseriscono nel contesto più ampio dei materiali compositi e dei coating, i cui mercati sono descritti dalle tabelle sottostanti, che denotano un trend evolutivo positivo ed un buon posizionamento dell'Europa in termini di grandezza del mercato.

Mercato globale dei materiali compositi

Grandezza del mercato	47 miliardi di dollari nel 2016 ⁴¹ .
Trend evolutivo	Stima di 102 miliardi di dollari nel 2025, con una crescita media annua del 8.9% ⁴² . Sfruttamento della crescente domanda di materiali leggeri e con elevate proprietà meccaniche per i settori dell'aerospazio, automobilistico ed energia.
Posizionamento geografico	Nord America leader di mercato (37%). Asia Pacifica: crescita futura stimata del 9%. La crescita futura in Europa dello 8,6%, principalmente nel settore dell'aerospazio e automotive ⁴³ grazie alla posizione di leadership dell'Europa nel settore delle auto di categoria "premium" e alle attività aerospaziali.
Segmentazione per materiale	Compositi a matrice polimerica – leader di mercato (es. plastiche rinforzate con fibre di carbonio- CFRP; compositi con fibre aramidiche), compositi a matrice metallica, compositi a matrice ceramica.
Settori applicativi	Trasporti e Automobilistico; Edilizia e Infrastrutture; Aerospazio e Difesa; Settore elettrico ed Elettronica; Settore marittimo, Oil & Gas; Energia; Beni di consumo.

⁴¹ <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

⁴² <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

⁴³ <https://www.transparencymarketresearch.com/composites-market.html>

Mercato globale dei coating	
Grandezza del mercato	<u>Coating protettivi</u> : 17.42 miliardi di dollari nel 2015 ⁴⁴ . <u>Coating antimicrobici</u> : 1.5 miliardi di dollari nel 2012 ⁴⁵ .
Trend evolutivo	<u>Coating protettivi</u> : 21.47 miliardi di dollari nel 2021, con una crescita media annua del 4% ⁴⁶ . <u>Coating antimicrobici</u> : 2.9 miliardi di dollari nel 2018 ⁴⁷ . Crescita dei coating “verdi”, supportata dalla recente regolamentazione che limita i componenti organici volatili (VOC).
Posizionamento geografico	<u>Coating protettivi</u> : Asia-Pacifica (38%), seguita da Nord America (31%) ed Europa (25%) ⁴⁸ . <u>Coating antimicrobici</u> : Nord America (35%) seguita da Asia-Pacifica e Europa ⁴⁹ .
Segmentazioni e per materiale	<u>Coating protettivi</u> : Coating a base di resine (acriliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, resine alchidiche ed altre come le fenoliche ed i fluropolimeri). <u>Coating antimicrobici</u> : Coating polimerici addizionati con trattamenti superficiali a base di argento (30% del mercato), rame, ossido di zinco, zirconio, ossido di titanio.
Settori applicativi	<u>Coating protettivi</u> : Edilizia e Infrastrutture, Oil & Gas, Aerospazio, Industriale, Marittimo, Automobilistico e Trasporti, Energia, Minerario e altro (Elettronica e industria cartaria). <u>Coating antimicrobici</u> : Condizionamento e qualità dell’aria indoor (25% del mercato), medicale, trattamenti anti-muffa, edilizia, settore alimentare, tessile.

I materiali e le tecnologie di interesse nella Roadmap n. 1 porteranno trasversalmente a ricadute positive in vari ambiti di interesse: ad esempio, dall’ottimizzazione di coating con proprietà anti-fouling per la cantieristica navale, all’uso di molecole che mitigano gli effetti dei raggi UV in svariati settori che vanno dall’edilizia al packaging, dal nautico al tessile/concario, allo sviluppo di materiali a base di cellulosa per dispositivi medicali usa-e-getta, con adeguate proprietà antibatteriche e meccaniche ecc. L’attenzione per la sostenibilità dei processi produttivi porterà ad includere materiali da fonti rinnovabili o di scarto, da ogni settore produttivo, nei materiali innovativi sviluppati.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 1 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell’ambito del network Europeo NMP-REG “Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGIONAL manufacturing” (INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici

⁴⁴ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

⁴⁵ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

⁴⁶ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

⁴⁷ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

⁴⁸ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/protective-coatings-market-125206748.html>

⁴⁹ <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/antimicrobial-coatings.asp>

Manifatturiero	1.1. Sviluppo di superfici e materiali (bio e nano) compositi con elevate proprietà protettive e funzionali (strutturali, anti-corrosive, anti-incendio, antiadesive, autopulenti, idrofobe, ottiche, durata), con applicazioni in diversi settori (salute, home care, industria cartaria, automotive, aerospazio)	2019-2024	Requisiti del mercato
	1.2. Coating e tessuti idrofobici e/o batteriostatici (ad esempio argento nanometrico), anti-UV, anti-macchia nei settori moda, rivestimenti interni del settore automobilistico e navale.	2019-2024	Scale up di sintesi
	1.3. Tecniche di lavorazione per il miglioramento delle proprietà strutturali (e non) dei materiali polimerici (settore packaging, tessile, componentistica auto/apparecchiature elettriche ed elettroniche) anche mediante agenti compatibilizzanti.	2019-2024	Barriere normative
	1.4. Realizzazione e caratterizzazione di materiali (bio e nano) compositi con proprietà superficiali favorevoli per applicazioni industriali e civili (es. nautica, edilizia e mobile).	2020-2025	Barriere tecnologiche
	1.5. Tecniche innovative di produzione di compositi a matrice ceramica.	2019-2024	Requisiti del mercato
	1.6. Materiali e soluzioni tecnologiche per l'isolamento termico da fonti di calore	2019-2024	Requisiti del mercato
	1.7. Materiali e soluzioni per propulsori a reazione elettrici (ad es. motori al plasma) in ambito aerospazio (leggerezza, resistenza corrosione, impatto ambientale)	2019-2025	Competizione internazionale
	1.8. Tecniche alternative di coating superficiali a ridotto impatto ambientale (es: vernici antivegetative additivate per nautica per ridurre la componente biocida), migliorative di processi tradizionali (es. componentistica settore lusso)	2020-2025	Costi ancora relativamente elevati
	1.9. Miglioramento delle proprietà barriera dei film per packaging e di resistenza ai raggi UV e di flessibilità. Sviluppo di inchiostri più resistenti all'UV.	2020-2025	Rapporto costi/benefici. Normative per imballaggio alimentare
	1.10. Tessuti micro e nanostrutturati per impiego nel settore della sanità pubblica (abbigliamento, mascherine e dispositivi di protezione individuale con proprietà filtranti o antibatteriche) e della prevenzione fitopatie in agricoltura. Materiali d'uso condiviso in ambienti pubblici (porte, sedili, maniglie)	2019-2024	Frammentazione industriale del settore e la scarsa propensione all'investimento in innovazione
Edilizia e tutela del patrimonio culturale	1.11. Sviluppo di materiali cartari e/o a base di cellulosa (sia da fonte naturale che da recupero) innovativi (es: antibatterici)	2019-2025	Competizione internazionale
	1.12. Pellami ad alto valore aggiunto con caratteristiche funzionali antibatteriche e antivirali	2019-2025	Costi e requisiti di mercato
	1.13. Elaborazione di rivestimenti per bigiotteria / accessori con caratteristiche migliorate in termini di resistenza e lucentezza anche volta alla eliminazione di metalli preziosi o allergenici	2018-2023	Investimenti importanti in tecnologie e risorse umane
	1.14. Materiali innovativi per la conservazione ed il restauro di edifici ed oggetti di interesse storico ed artistico	2018-2024	Prestazioni e costi
	1.15. Studio della durabilità dei materiali per la conservazione ed il restauro di opere d'arte contemporanee, XIX e XX secolo (materiali di protezione/rinforzo, biocidi, approcci per la conservazione)	2018-2024	Prestazioni e costi
	1.16. Coating e compositi nanostrutturati protettivi e funzionali e ad alta durabilità (anti graffito, anti muffa, anti fouling, anti-corrosione, anti-incendio, anti-UV, superfici IR riflettenti per il	2018-2024	Prestazioni e costi

	comfort ambientale, anti-smog) per strutture architettoniche, opere artistiche e per edilizia		
	1.17. Malte biocomposite ottenute da fibre vegetali di scarto ed altri residui, anche a valle di una precedente fase di estrazione	2020-2025	Prestazioni e costi
	1.18 Procedure innovative di pulizia ottimizzate per il restauro di murali per esterni e per la rimozione di graffiti vandalistici	2020-2025	Prestazioni e costi
	1.19 Nanotech applicato ai beni culturali. Analisi fisico-chimiche per la conservazione di beni nei musei toscani (es: bronzi, marmi, carta)	2018-2024	Prestazioni e costi
Meccanica, inclusi i settori dell' automotive e dei trasporti	1.20. Superfici anticorrosione, ad alta resistenza meccanica allo scratch basate su nuovi coating e materiali compositi (es. materiali nanocompositi a base polimerica, polimeri silano-silossanici nanostrutturati, grafene), sviluppo di coating resilienti (es: imbutitura), resistenza delle superfici metalliche ad ambienti estremi (atmosfera, corrosive, saline...).	2018-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Barriere normative
	1.21. Materiali compositi (polimerici, in fibra di vetro, naturale, carbonio, basalto, nanotubi, grafene, etc..) per applicazioni industriali (coibentazione, materiale antincendio).	2020-2025	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	1.22. Materiali a ridotta densità per il risparmio energetico nei trasporti e nella camperistica.	2020-2025	Prestazioni strutturali
	1.23. Rivestimenti e parti strutturali ceramici per turbine con resistenza meccanica e termica.	2018-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	1.24. Ceramiche Tecniche per il settore automotive: ossidi e non ossidi per migliorare le prestazioni di veicoli elettrici (es. SiC, B4C, AlN, Zr O2, BN, Si3N4, TiB2).	2020-2025	Costi elevati e diffusione ancora limitata sul mercato
	1.20. Miglioramento delle proprietà termo/meccaniche mirato ad applicazioni funzionali di materiali da fonti rinnovabili o di scarto utilizzando additivi eco compatibili.	2018-2023	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	1.25 Sviluppo di materiali e lubrificanti di lunga durata e metodi innovativi per la valutazione del loro invecchiamento per il settore automotive	2020-2025	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	1.26. Incremento delle proprietà strutturali (resistenza meccanica a diverse sollecitazioni) e funzionali (resistenza chimica, barriera, conducibilità, etc.) derivanti dalla nanostrutturazione dei materiali.	2020-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	Agro-alimentare	1.27. Sviluppo di deposizioni superficiali, trattamenti di superficie o compositi per il conferimento di caratteristiche antibatteriche, antiossidanti o di barriera alla permeazione di gas e vapori (ad es. vapore acqueo) per preservare i prodotti alimentari industriali da attacchi microbiologici e per l'agricoltura.	2020-2025
1.28. Sviluppo di materiali, coating e trattamenti superficiali (e.g. antibatterici) per la compatibilizzazione degli impianti e dei sistemi di produzione e confezionamento degli alimenti ai fini di una maggior sicurezza alimentare		2018-2023	Requisiti di mercato
1.29. Trattamenti di superficie per ridurre le perdite di principi nutritivi e attivi nelle fasi di cottura in acqua degli alimenti (es. paste alimentari).		2020-2025	Requisiti di mercato
e di ca	1.30. Sviluppo di superfici e compositi polimerici e ceramici per	2020-	La

	impianti biomedicali nel settore dentale e della rigenerazione ossea.	2025	competizione internazionale nel settore rende urgente l'adozione di tali tecnologie e la messa in rete di banche prova e strumenti di validazione
	1.31. Sviluppo di materiali medicali usa e getta (esempio a base di cellulosa) con proprietà meccaniche appropriate (es. anti-strappo) e superfici antimicrobiche.	2018-2024	
	1.32. Materiali e tecnologie di superficie chimiche ed elettrochimiche per dispositivi medici (es: trattamenti superficiali antibatterici ed antivirali)	2018-2024	
	1.33 Coatings biocidi di oggetti d'uso comune (rivestimenti tramite smaltature, PVD ecc.) per la prevenzione sanitaria	2020-2024	
	1.34 Superfici innovative per la diagnostica in vitro	2020-2024	
	1.35 Sviluppo di sistemi ferritici per ipertermia fluido magnetica nel campo delle radio frequenze per il trattamento dei tumori	2020-2024	
Produzione Energetica	1.36. Aumento delle prestazioni termo-strutturali dei materiali per produzione energetica. Esempi: aumento delle proprietà termo-meccaniche per i materiali coinvolti in processi energetici come geotermia e oil & gas. Incremento delle prestazioni di resistenza all'urto di materiali impiegati nel settore delle energie rinnovabili tipo foto-voltaico.	2018-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	1.37. Sviluppo di metodologie atte a modificare la superficie di matrici polimeriche per conferire proprietà particolari (es. antifouling per fotobioreattori; anti-scaling per settore geotermico e oil and gas).	2022-2025	Barriere tecnologiche
	1.38. Sviluppo di ceramici magnetici nanostrutturati per sistemi elettronici ad altissima frequenza, basse perdite di potenza, dimensioni ridotte (applicazioni nei processori per sistemi di calcolo ultraveloci, alta capacità di immagazzinamento, intelligenze artificiali, elettronica top-gamma).	2020-2025	Barriere tecnologiche legate alla nanostrutturazione dei ceramici

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁵⁰.

	Principali Contesti Territoriali di applicazione
Manifatturiero	Area Pratese (tessile)
	Pisa Livorno Lucca (nautica)
	Lucca, Pistoia (cartario)
	Pontedera, Pisa, Livorno (automotive)
	Firenze, Arezzo (moda, beni culturali)

⁵⁰ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Edilizia e tutela del patrimonio culturale	Firenze, Pisa, Siena (beni culturali), Empolese
Meccanica, inclusi i settori dell'automotive e dei trasporti	Pistoia, Firenze e Siena (trasporti e camperistica)
	Settore meccanica /manifatturiero (Pisa)
	Meccanica per aerospazio (Firenze, Grosseto, Livorno)
	Firenze (ceramica)
	Area Pratese (tessile, tessile tecnico)
Agro-alimentare	Firenze, Pisa, Empolese (food, packaging)
Medicale	Life Science / medicale (Siena, Firenze, Pisa)
Produzione energetica	Geotermico (Pisa) Energie rinnovabili (Grosseto); Oil & gas (Firenze)

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 1 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena e Lucca.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali sia a livello nazionale che Europeo dimostra l'importanza di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nell'area dei materiali avanzati per la salute e per i beni culturali, delle nanotecnologie per diversi settori tra cui il settore automotive, tessile e homecare, energetico e trasporti (incluso l'aerospazio).

Principali stakeholders regionali industriali e della ricerca (sviluppo/applicazione) ⁵¹

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Aerospazio Tecnologie Srl (Rapolano Terme – SI)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
Aurora Cucine Scrl (Poggibonsi – SI)	Industria
Auserpolimeri Srl (Piano Di Coreglia – LU)	Industria
Baraclit Spa (Bibbiena – AR)	Industria
BESTE SpA (Prato)	Industria
Biomerieux Italia Spa (Bagno A Ripoli – FI)	Industria
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria

⁵¹ Gli stakeholder sono riportati in ordine alfabetico.

C.T.S. Europe Srl (Firenze)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Centro Qualità Unità Operativa di Lucense @ Polo Tecnologico Lucchese (Lucca)	Altro
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl.(Colle di Val d'Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
Chemical Controls Srl (Livorno)	Industria
Cicci Research Srl (Grosseto)	Industria
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Baker Hughes Srl, a GE company (ex Nuovo Pignone Tecnologie Srl) (Firenze)	Industria
Continental Spa (Pisa)	Industria
Cooperativa Archeologia (Firenze)	Industria
Cromology Italia Spa (Porcari – LU)	Industria
DITECFER Distretto per le Tecnologie Ferroviarie, l'Alta Velocità e la Sicurezza delle Reti Scarl (Pistoia)	Industria
ECO POL Spa (Capannori –LU)	Industria
Effebi Spa (Viareggio – LI)	Industria
Emmetex Srl (Montespertoli – FI)	Industria
Enecom Srl (Montemurlo – PO)	Industria
Enel Green Power Spa (Pisa)	Industria
Enertec Srl	Industria
Essity (Lucca)	Industria
Fabio Perini Spa (Lucca)	Industria
Faggi Spa (Sesto F.no – FI)	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
Fondazione Toscana Life Science (Siena)	Ricerca
Gas and Heat Spa (Pisa, Livorno)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
GRINT (Empoli – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
IMT Altì Studi (Lucca)	Ricerca

Industria Tessile Srl (Prato)	Industria
Industrie Bitossi spa (vinci – fi)	Industria
Industrie Testi spa (empoli – fi)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
ISVEA Srl (Poggibonsi, SI)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
Italprogetti Spa (Montopoli Val d'Arno – PI)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria
LENS European Laboratory for Non-linear Spectroscopy (Firenze)	Ricerca
Leonardo Spa (Firenze)	Industria
Light4Tech Srl (Scandicci – FI)	Industria
Linatri Engineering Srl (Pisa)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Martelli Srl (Firenze)	Industria
Marziali Recuperi Srl (Montevarchi – AR)	Industria
Microtest Srl (Altopascio – LU)	Industria
Movet – Center for Engines, Vehicles and related Technologies (Pontedera – PI)	Altro
N.T. Laboratory Srl (Calenzano - FI)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
Nuovo Pignone Tecnologie Srl, a Baker Hughes company (Firenze)	Industria
Opera Della Primaziale Pisana (Pisa)	Altro
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
PLANET BIOPLASTICS (Pisa)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
R.i.CO. Srl (Montacchiello – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Romei Srl (Scarperia – FI) e (Montevarchi – AR)	Industria
Salov Spa (Montramito – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sintecnica Srl – Ingegneria civile, strutturale, geotecnica e ambientale (Cecina – LI)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
Sofidel Spa (Lucca)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Superior SpA (S. Croce – LU)	Industria
Team Service Sas (Nanographex) (Livorno)	Altro

Technores Srl (Prato)	Industria
Tecnowall Srl (Poggibonsi – SI)	Industria
TOSTI Srl(Castel del Piano – GR)	Industria
Trigano Spa (San Gimignano – SI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Industriale - DIEF	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria
Vitesco Technologies Italy Srl (ex Continental) (Pisa)	Industria
Yacht Pride Srl (Viareggio – LU)	Industria
Zamak Srl (Levane e Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all’analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- In ambito compositi: Toray Industries, Owens Corning, Teijin Ltd., Hexcel Corporation, TPI Composites, Inc., Faurecia, Performance Composites Inc., Enduro Composites, Inc., Kineco, Applied Poleramic Inc., Hexagon Composites, Creative Composites Ltd. e HITCO Carbon Composites Inc.
- In ambito coating protettivi: Produttori di materie prime: The Dow Chemicals Company, BASF SE, Dow Corning e Kisco Ltd. Integratori dei materiali in coating protettivi: PPG Industries, Sherwin-Williams Company Ltd., e Arkema SA. Aziende utilizzatrici: Boeing, BMW e DLF.
- In ambito coating anti-microbici: AkzoNobelNV, Dow Microbial Control, Sherwin-Williams, Diamond Vogel, BASF, PPG. Tra i fornitori di additivi ci sono BioCote, Halosource, Microban, Sciescent LLC (Agion).

Esempi di principali stakeholders internazionali/extra-regionali nell’ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, CEA- Commisariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia) , Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), University of Cambridge (Regno Unito).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

Progetto / Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
APACHE	HORIZON 2020 NMBP-33-2018	Active & intelligent PACKaging materials and display cases as a tool for preventive conservation of Cultural Heritage	CSGI, Fondazione scienza e tecnica
ASPIRE	H2020-SPACE-2018-2020	Advanced Space Propulsion for Innovative Realization of space Exploration	SITAEI, UNIPI, MICROTTEST
BIOBOARD	FP7	Coating biodegradabile per effetto barriera in imballaggi	Lucense Srl

		multistrato	
BIOCLEAN "Biotechnological solutions for the degradation of synthetic polymeric materials"	H2020- MSCA-ITN-2016	Ruolo dei biofilm in superfici di utilizzo quotidiano	CSGI - Università di Firenze, Università di Siena
BIONTOP	HORIZON 2020 (BBI)	Novel packaging films and textile with tailored end of life and performances based on bio polymers and coatings	ARCHA, INSTM, PLANET BIOPLASTICS
CAP-IT! "Advanced encapsulation technology for sustainable detergency"	FP7-PEOPLE	Tecnologie di incapsulamento per detergenza	CSGI - Università di Firenze
CEM-WAVE	HORIZON 2020 (SPIRE)	High performing materials leading the shift to cleaner manufacturing	UNIPI, CNR-IPCF
COACH	H2020-. ITN	Superfici antibatteriche per medicale	Colorobbia Consulting
Dibbiopack	Progetto europeo FP7 NMP.2011.LARG E.5 –	Sviluppo di nanocompositi multifunzionali a matrice polimerica biodegradabile adatti all'imballaggio mediante metodi di injection e blow extrusion: miglioramento delle proprietà strutturali e barriera, conferimento di proprietà funzionali e intelligenti nel rispetto della sostenibilità	CNR ICCOM, INSTM
DREAMS (Development of a Research Environment for Advanced Modelling of Soft matter)	EU ERC FP7	Smart materials e molecole responsive a stimoli prelezionati in matrice polimerica	Scuola Normale Superiore - SMART
ECCO	H2020-EU.2.1.5.3	Energy Efficient Coil Coating Process	IIT Colorobbia
ECOBINDER "Development of insulating concrete systems based on novel low CO2 binders for a new family of eco-innovative, durable and standardized energy efficient envelope components"	H2020-NMBP-2014 - EeB-01-2014 - Materials for building envelope	Materiali e coating ad elevate prestazioni (alte proprietà meccaniche e di isolamento, anti-corrosione ecc.) per il settore delle costruzioni	Rina Consulting
FREECATs - Doped carbon nanostructures as metal-free catalysts	Progetto Europeo FP7 (FP7, NMP-2011-2.2-4).	Sviluppo di materiali al carbonio dopati con elementi leggeri (N,B) come catalizzatori privi di metalli in applicazioni nelle energie rinnovabili (riduzione di O ₂ per via elettrochimica nelle celle a combustibile)	CNR ICCOM
GLACERCO	FP7 -ITN	Biomateriali per protesica dentale	Colorobbia Consulting
Graphene Flagship	H2020 No. 696656-GrapheneCore1.	Materiali bidimensionali e loro applicazioni tecnologiche	Scuola Normale Superiore - NEST

INNOVAConcrete	HORIZON 2020 NMBP-35-2017	Innovative materials and techniques for the conservation of 20th century concrete-based cultural heritage	CSGI, RINA
LAMPO	MISE	Leonardo Automated Manufacturing Processes for COMposites	CNR-ICCOM, Leonardo
LIFE Paint-it	LIFE	Sviluppo di vernici antivegetative innovative nel settore nautico	Colorobbia, Azimut Benetti
MATCHLAB laboratorio interdipartimentale	Iniziativa UNIFI	Caratterizzazione e preparazione di superfici	UNIFI
NANO-CATHEDRAL "Nanomaterials for conservation of European architectural heritage developed by research on characteristic lithotypes"	H2020-NMBP-21-2014	Sviluppo con approccio alla nanoscale di nuovi materiali, tecnologie e procedure per la conservazione di edifici monumentali e cattedrali	INSTM, Opera Della Primaziale Pisana, Colorobbia
NANOFORART	FP7 - ENV-NMP.2011.2.2-5; ENV-NMP.2011.3.2.1-1	Nanomateriali per la conservazione dei Beni Culturali	CSGI - Università di Firenze
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
NANORESTART "NANOmaterials for the REStoration of works of ART"	H2020-NMBP-21-2014	Nanomaterial per il restauro di beni artistici	CSGI - Università di Firenze
NMP REG - Delivering NMP to Regional manufacturing	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call I°)	Il progetto NMP REG prevede lo scambio di esperienze e la redazione di un "Action Plan" per migliorare le politiche a supporto dell'applicazione di nanotecnologie, nuovi materiali e nuove tecnologie di produzione (NMP) per sostenere una competitività regionale intelligente, sostenibile e inclusiva	ASEV - Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa
NON ACT	Manunet Call 2017	NOvel Natural Antimicrobial CoaTings for food production	BUSTI, INSTM, ISVEA
PERFORMANCE	EU – FP7	Personalised approaches to food production and distribution	CERTEMA
PHOSPUN	EU ERC Horizon 2020	Funzionalizzazione del fosforene	Scuola Normale Superiore – NEST – CNR ICCOM
Progetto PNRM – Min. difesa	Programma Biennale 2018-2019	Sviluppo di sistemi filtranti fotocatalitici contro minacce di interesse militare	Colorobbia
SHALE X Environment	H2020- LCE-16-	Massimizzazione del potenziale	CSGI -

"Maximizing the EU shale gas potential by minimizing its environmental footprint"	2014	dello Shale Gas nel contesto europeo	Università di Firenze
STABLENEXTSOL	COST action europea	Investigare la stabilità del fotovoltaico a base ibrida organico-inorganico	Cicci Research Srl
SUNPAP	FP7-NMP	Nanotecnologie nel settore della carta	Colorobbia Consulting
THIN FASHION	BANDI RS 2017	Tecnologie al plasma per l'industria del lusso: approccio 4.0 alla manifattura additiva	Industrie Testi, Zamak, INSTM, LBS

Esempi di partner europei:

- **Centri di Ricerca/Università:** Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung\ DFTYUO E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), Technische Universitaet Wien (Austria), University College London (Regno Unito), University of Manchester (Regno Unito), University of Bristol (Regno Unito, CEA - Commissariat à l' Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), International Iberian Nanotechnology Laboratory (Portogallo), Università Politecnica di Bucharest (Romania), National Technical University of Athens – NTUA (Grecia), University College Cork (Irlanda), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), The Art Institute of Chicago (USA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasile).
- **Industrie:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Lafarge (Germania), HeidelbergCement/Italcementi (collaborazioni sia con la sede in Germania sia con la controllata in Italia), Acciona (Spagna), Wiedemann GMBH (Germania), Tecnologia Navarra De Nanoproductos SI (Spagna), Akzo Nobel (Svezia), Arkema (Francia).
- **Altro:** Enterprise Flanders (Belgio), North Regional Coordination and Development Commission (Portogallo), NanoMicroMaterialsPhotonics. NRW Cluster (Germania), Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding (Romania).

4.2 Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti

Roadmap n. 2 - Materiali per superfici e compositi attivi e intelligenti

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

Da una parte i recenti sviluppi tecnologici, dall'altra la necessità industriale di rispondere a requisiti sempre più sfidanti in termini di qualità e funzionalità dei prodotti, ha portato alla nascita dei **prodotti «smart»** mediante sviluppo di **superfici e materiali compositi attivi**, e multi-funzionali, capaci cioè di interagire con l'ambiente esterno e/o subire modificazioni anche in risposta a stimoli chimici, fisici e meccanici.

Il mercato dei materiali «smart» è descritto dalla tabella sottostante, che denota un trend evolutivo molto positivo ed un buon posizionamento dell'Europa in termini di grandezza del mercato.

Mercato globale dei materiali «smart»	
Grandezza del mercato	27.7 miliardi di dollari nel 2013 ⁵² . Stima di 32.4 miliardi di dollari nel 2017 ⁵³ .
Trend evolutivo	Stima di 72.63 miliardi di dollari entro 2022, con una crescita media annua del 14.9% ⁵⁴ . Crescita supportata dall'aumento nell'adozione di materiali smart in vari settori industriali, i crescenti investimenti pubblici e privati per ottimizzare costi e qualità, e la crescita potenziale di economie emergent come "l'Internet of Things". Infine la crescita di alcuni materiali (per esempio materiali biomimetici e bioattivi, sensori) è supportata anche dal progressivo invecchiamento della popolazione.
Posizionamento geografico	Il nord america è leader di mercato, (share stimato nel 2020 del 38.8%). Si stima che <u>l'Europa si manterrà in seconda posizione</u> , nonostante la rapida crescita della regione Asia-Pacifica ⁵⁵ .
Segmentazione per tipo di materiale e per applicazione	Tipo di materiale: Materiali piezo-elettrici, biomimetici, magnetostrittivi, materiali a memoria di forma, materiali termo-responsivi e idrogeli smart. In base all'applicazione: materiali strutturali, attuatori e motori, trasduttori, dispositivi per energy harvesting e strutture meccaniche (inclusi i costrutti biomeccanici propri della medicina rigenerativa).
Principali settori	Aerospazio e difesa, automotive, elettronica di consumo, salute, sport e tempo libero, settore agroalimentare, packaging, ingegneria civile ecc..

Le superfici e i compositi di interesse per la Roadmap n. 2 possono essere basati su materiali molto diversi tra loro quali piezoceramici, leghe e polimeri a memoria di forma, materiali magnetici o elettroattivi, fibre ottiche o di carbonio, materiali termoelettrici o termo-attivi e infine polimeri e ceramici bioattivi e biomimetici, cioè che mimano il comportamento delle strutture biologiche per raggiungere caratteristiche complesse. L'area coinvolge in maniera interdisciplinare campi diversi delle scienze chimiche, fisiche, biologiche, elettroniche e dei materiali.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 2 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme

⁵² <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-materials-market.html>

⁵³ <https://www.alliedmarketresearch.com/smart-material-market>

⁵⁴ <https://www.alliedmarketresearch.com/smart-material-market>

⁵⁵ <https://www.transparencymarketresearch.com/smart-materials-market.html>

alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo NMP-REG "Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGIONal manufacturing" (INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

	Tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Biomedicale, nanosensoristica e elettronica di avanguardia	2.1. Sistemi di diagnostica ultrasensibile sia per applicazioni intracorporee, sia di tipo lab-on-chip: biosensori basati su microfluidica e onde acustiche di superficie, uso di materiali biocompatibili e piezoelettrici, prototipi ultrasensibili per la rivelazione di biomarker in fluidi biologici (es. sangue).	2018-2024	Barriere tecnologiche, costi elevati
	2.2. Materiali biomimetici e bioattivi capaci di adattarsi e rispondere all'ambiente fisiopatologico, modificando una o più delle loro proprietà per l'ingegneria tissutale e la medicina rigenerativa (es. cartilagine artificiale, rigenerazione ossea, nervi, pelle).	2018-2022 sviluppo 2020-2024 dimostrazione	Regolamentazioni e uso in clinica
	2.3. Sviluppo e messa a punto di specifici banchi prova per l'analisi in-vitro dei nuovi materiali smart e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per l'analisi insilico.	2018-2025	Costi elevati e personale di alto livello
	2.4. Tecnologie e sistemi di diagnostica on-chip e/o realizzazione di (bio e nano) sensori altamente selettivi e sensibili per monitoraggio (biologico, ambientale, alimentare, biomedicale). Tecnologie: nanofili in argento, fotografting con molecole specifiche, sensori chimici resistivi nano/microstrutturati ad ossidi di metallo per i monitoraggio ambientale.	2018-2024	Riproducibilità e stabilità
	2.5. Analisi e caratterizzazione di chip, settore microelettronica, telefonia, automotive (probe card di ultima generazione)	2020-2025	Costi e competizione internazionale
	2.6. Nanotecnologie e nuovi materiali da impiegare in combinazione con sensori a fibra ottica, per il potenziamento delle attuali tecniche diagnostiche e per lo sviluppo di tecniche diagnostiche rapide e altamente sensibili.	2018-2020 (sviluppo); 2022-2025 (adozione)	Sviluppo: standardizzazione e protocolli e dati di analisi. Adozione: validazione clinica e certificazione
	2.7. Nanostrutture innovative in materiali plastici o nanocompositi, ad emissione di luce, polimeri conduttivi, o basati su sistemi piezoelettrici. Applicazioni: - tessuti attivi in grado di generare energia, - nanostrutture su supporti flessibili e conformabili su qualsiasi superficie, - microtrasduttori piezoelettrici impiantabili per il miglioramento dell'udito da usare in impianti cocleari - nanostrutture basate su biomateriali in grado di interfacciarsi con cellule e tessuti, per lo studio ed il	2018-2024	Barriere tecnologiche, costi elevati

	controllo del comportamento cellulare.		
	2.8. Materiali, tecnologie e componenti attivi per l'elettronica e l'optoelettronica: materiali ibridi per dispersione di nanocariche semiconduttrici in matrici polimeriche attraverso metodologie sintetiche diverse; ottimizzazione grafene e sviluppo di nuovi materiali per l'elettronica 2D.	2020-2025	Forte competizione internazionale
	2.9 Sviluppo di nuove tipologie di fibre ottiche per reti di dati e telecomunicazioni. Settore telecomunicazioni e fotonica.	2022-2025	Forte competizione internazionale
	2.10. Sviluppo di materiali ad alte prestazioni elettriche per il biomedicale, elettronica, sensoristica e comunicazioni.	2022-2025	Barriere tecnologiche, costi elevati
	2.11 Materiali per sensori e dispositivi ottici quantistici integrati (es. orologi atomici, metrologia di precisione, etc.)	2022-2025	Forte competizione internazionale
	2.12 Materiali e soluzioni per tecnologie legate alla computazione quantistica (nuove soluzioni per qubit, sorgenti a singolo fotone, circuiti integrati per porte logiche quantistiche, rivelatori)	2022-2025	Forte competizione internazionale
	2.13. Miniaturizzazione e studio sperimentale di memorie logiche (Random Access Memory RAM) per la nanoelettronica superconduttiva (memorie RAM ultraveloci non-volatili e a basso consumo energetico).	2018-2023	Forte competizione internazionale
	2.14. Nanotecnologie semiconduttrici per lo sviluppo di detector ultrasensibili di onde elettromagnetiche nel lontano e medio infrarosso. Sensori per monitoraggio ambientale, biomedicale e nella sicurezza (armi, sostanze illecite ed oggetti offensivi in materiale non metallico).	2018-2025	Forte competizione internazionale
	2.15 Sviluppo di materiali (cristalli) per applicazioni di microrefrigerazione ottica (sistemi di raffreddamento laser) in campo medico (interventi localizzati su alcuni tipi di disfunzioni, dispositivi PET compatti, etc.)	2018-2025	Forte competizione internazionale
	2.16. Sviluppo di materiali riconfigurabili ad alte prestazioni elettromagnetiche per antenne e dispositivi a microonde, sensoristica e applicazioni biomediche.	2022-2025	Barriere tecnologiche, competizione internazionale
Manifatturiero	2.17. Dispositivi di sensoristica basati sull'ingegnerizzazione delle deformazioni nel grafene o in altri materiali bidimensionali (sensori di pressione, temperatura e campi elettromagnetici che operino in condizioni di pressione e/o temperatura ambientale)	2020-2024	Barriere tecnologiche. Difficoltà del tessuto industriale toscano di upscaling industriale nella produzione dei sensori
	2.18. Coating, compositi e tessuti multifunzionali e sensorizzati e/o nanostrutturati in grado di rispondere agli stimoli ambientali (variazione pH, luce con l'utilizzo di fluorofori, temperatura) e/o rispondere a urti/determinare la presenza di microfessure (es. materiali pressure responsive).	2020-2024	Barriere tecnologiche. Difficoltà del tessuto industriale toscano di

			upscaling industriale nella produzione dei sensori
	2.19. Smart, active and intelligent packaging (incluso design for end of life dei prodotti): sviluppo di materiali sostenibili, efficienti e competitivi per il packaging compostabile	2018-2025	Per applicazioni nell'ambito alimentare l'imballaggio deve rispettare le normative relative ai MOCA
	2.20. Sintesi di gruppi prostetici e amminoacidi non naturali. Inserimento e stabilizzazione in membrane sintetiche e biologiche per applicazioni industriali (catalizzatori, controllo delle fermentazioni ecc.)	2020-2025	Competizione internazionale
	2.21 Tecnologie e applicazioni di biopolimeri funzionali per superfici intelligenti (es. derivati della chitina e della cellulosa, della cutina e di proteine). Tecnologie di estrazione di composti funzionali.	2020-2025	Requisiti di mercato e costi
	2.22. Sviluppo e ottimizzazione di coating o compositi multifunzionali e sensorizzati nel settore lusso.	2020-2025	Requisiti di mercato
Edilizia ed efficientamento energetico	2.23. Materiali e superfici edili attivi capaci di ridurre l'inquinamento indoor ed urbano (es: carbon capture and storage) anche attraverso processi produttivi innovativi (es: uso di materiali a contenuto di carbonio di origine vegetale e/o derivanti da recupero di CO2, elettrocatalizzatori)	2020-2024	Industrializzazione e produzione su larga scala
	2.24. Materiali ed elementi architettonici sensorizzati in grado di rispondere a stimoli ambientali per risparmio energetico e elevata durabilità. Coating self healing, ibridi ceramico-polimerici a cambiamento di fase, IR-riflettenti, pigmenti per accumulo energia solare e riutilizzo	2020-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Costi per miniaturizzazione
Agro-alimentare	2.25. Impiego di sostanze naturali (botanicals) in varie formulazioni, per trattamenti di superficie volti a ridurre l'uso di antibiotici e altri chemicals (es. croste di formaggi, per renderle edibili, tannini di castagno).	2018-2024	Requisiti di mercato
	2.26 Materiali fluorescenti per aumentare l'efficienza produttiva delle piante e per il vertical farming	2020-2025	Requisiti di mercato
	2.27 Sensori avanzati basati sul nanotech applicati al food (es: analisi prodotti tipici toscani per certificazioni di provenienza e qualità mediante le nanotecnologie)	2020-2024	Costi
Produzione Energetica	2.28. Design, fabbricazione e studio di materiali compositi termoelettrici realizzati a partire da nanostrutture di semiconduttore (nanofili e materiali compositi realizzati a partire di array di nanofili) per generatori termoelettrici ad elevata efficienza.	2020-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale. Costi per miniaturizzazione
	2.29. Nuovi materiali per l'incremento delle performance degli accumulatori di energie (celle a combustibile, batterie, supercapacitori, trasformatori, fotovoltaico, induttori e capacitori): - nanomateriali compositi e/o a conducibilità mista per generazione e/o accumulo di energia ad elevata	2018-2025	Competizione internazionale

	<p>densità;</p> <ul style="list-style-type: none"> - nuove leghe ottenute per elettrodeposizione, - membrane polimeriche, liquidi ionici, ossidi di metalli 		
	<p>2.30. Materiali e processi per la produzione, contenimento (serbatoi), distribuzione (piping, valvole) ed il trasporto di idrogeno (catalizzatori, acciai, membrane, accumulatori di energia, etc) nonché sviluppo di nuove tecnologie per quantificare l'ammontare di idrogeno immagazzinato (es. grafene funzionalizzato, tecniche di misura diretta dell'energia liberata nel suo adsorbimento; nanostrutture 3D) e per il monitoraggio dei parametri di funzionamento dei dispositivi (ad es. temperatura, etc)</p>	2020-2025	Competizione internazionale
	<p>2.31. Design e sintesi di materiali a base carboniosa e/o carboniosa etero-dopata (N, B, S), gerarchicamente organizzati per applicazioni in processi catalitici di interesse industriale. Sviluppo di sistemi catalitici a singola fase per applicazioni di interesse energetico e ambientale. Sviluppo di catalizzatori eterogenei innovativi per applicazioni a flusso continuo</p>	2019-2024	Competizione internazionale
	<p>2.32. Produzione di idrogeno e di combustibili solari per via fotocatalitica e fotoelettrocatalitica.</p>	2020-2025	Competizione internazionale
	<p>2.33. Materiali e soluzioni per il fotovoltaico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fotovoltaico a base ibrida organico-inorganico; - fotovoltaico innovativo per applicazioni in campo architettonico sia per esterni che per interni (DSSC) e a base perovskitica, - fotovoltaico basato su fotoconcentratori solari luminescenti <p>fotovoltaico a concentrazione solare per la cogenerazione e la produzione di idrogeno</p>	2018-2022	Competizione internazionale. Basso TRL per fotovoltaico basato su fotoconcentratori solari luminescenti.
	<p>2.34 Metal Organic Frameworks (MOF) e materiali a base di MOF per l'immagazzinamento e la trasformazione del calore di adsorbimento di un fluido</p>	2020-2025	Competizione internazionale
Trasversale	<p>2.35. Sviluppo di modelli numerici multiscala (molecolare, nano/microscala, macroscala) per la caratterizzazione del comportamento dei nuovi materiali (elettromagnetico, termico, meccanico, chimico ecc.). Ambiti applicativi: biomedicale, elettronica, energia, sensoristica, comunicazioni</p>	2018-2023	Bassa propensione dell'industria ad investire nella modellazione teorica

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁵⁶.

Principali Contesti Territoriali	
Biomedicale, nanosensoristica e elettronica di avanguardia	Life Science; settore medicale e biomedicale; diagnostica (Siena, Pisa, Firenze)

⁵⁶ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

		Settore ICT (Pisa, Firenze)
	Manifatturiero	Area tessile (Prato)
		Settore biomedicale (Pisa, Firenze)
	Edilizia ed efficientamento energetico	Settore Ceramico (Firenze)
	Agro-alimentare	Settore enologico (ad es. Chianti), oleario (province Firenze, Prato), orticoltura (province Siena, Grosseto e Firenze), vivaistica (Pistoia)
Produzione Energetica	Energie rinnovabili (Grosseto, Pisa)	

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 2 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena e Lucca.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali sia a livello nazionale che Europeo dimostra il rilievo di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nella nanoelettronica e optoelettronica avanzata e delle nanotecnologie (e la loro caratterizzazione) nell'area della salute e del settore manifatturiero tra cui il settore tessile e il packaging alimentare.

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
ABSTRAQT Srl (Lucca)	Industria
ACTA Srl	Industria
Aerospazio Tecnologie Srl (Rapolano Terme – SI)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
Atom Sensors Srl (Firenze)	Industria
Biomerieux Italia Spa (Bagno a Ripoli – FI)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Centro Interdipartimentale "E.Piaggio" – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro

Cicci Research srl (Grosseto)	Industria
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – IFAC Istituto di Fisica Applicata (Sesto F.no – FI)	Ricerca
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
CNR-ISTI (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Cooperativa Archeologia (Firenze)	Industria
Cromology Italia Spa (Porcari – LU)	Industria
D-Orbit Srl (Sesto F.no – FI)	Industria
Elettro D Srl (Crespina, PI)	Industria
Emmetex Srl (Montespertoli – FI)	Industria
Enapter Srl (Pisa)	Industria
ERREDUE SpA (Livorno)	Industria
Exosomics Siena Spa	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
Gestione Silo (Scandicci, FI)	Industria
GlaxoSmithKline Vaccines Srl (Siena)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
GRINT (Empoli – FI)	Industria
GSK Srl (Siena)	Industria
IDS Ingegneria dei Sistemi Spa (Pisa)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d'Arbia – SI)	Industria
INDUSTRIE TESTI Spa (Empoli – FI)	Industria
Ingeni Ars Srl (Pisa)	Industria
INTECS Solutions Spa (Ospedaletto – Pisa)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
Italnastris Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria
LENS European Laboratory for Non-linear Spectroscopy (Firenze)	Ricerca

Light4Tech Srl (Scandicci – FI)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Martelli Srl (Firenze)	Industria
Mega Materials Srl (Pisa)	Industria
Menarini Srl (Firenze)	Industria
Microtest Srl (Altopascio – LU)	Industria
N.T. Laboratory Srl (Calenzano-FI)	Industria
Nanasa Srl (Arezzo)	Industria
Nuovo Pignone Tecnologie Srl, a Baker Hughes company (Firenze)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Altro
R.i.CO. Srl (Montacchiello – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant’Anna (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
SIRAM SpA (Firenze)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Technores Srl (Prato)	Industria
Thermocasa Srl (Peccioli, PI)	Industria
Tioxide Srl (Scarlino – GR)	Industria
TOSTI Srl (Castel del Piano – GR)	Industria
Tratos Cavi SpA (Arezzo)	Industria
Unibloc Srl (Poggibonsi – SI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Industriale - DIEF	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università di Siena – Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione e Scienze Matematiche; Laboratorio Elettromagnetismo Applicato, DIISM	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria
Vitesco Technologies Italy Srl (Pisa)	Industria
Vivere il Legno Srl (Poggibonsi, SI)	Industria
Wave Up Srl (Siena)	Industria
Zamak Srl (Levane e Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Advanced Cerametrics, Inc., Channel Technologies Group, LLC, Wright Medical Group, Inc., CeramTec GmbH, APC International, Ltd., Kyocera Corporation, TDK Corporation, LORD Corporation, CTS Corporation and NOLIAC A/S.

Esempi di principali stakeholders nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono:

Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, NASA (US), MIT (US), CEA- Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), Fraunhofer Gesellschaft Zur Foerderung Der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut Fuer Technologie (Germania), VITO (Belgio), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

Progetto / Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
4NANOEARDRM	Eranet Cofund QuantERA	Biomateriali smart per protesi	Consorzio INSTM
AGRIMAX	H2020 BBI-JU H2020	Agri and food waste valorization co-ops based on flexible multi-feedstocks biorefinery processing technologies for new high added value applications	CNR - IPCF, CERTEMA
AMC - Metamaterial antennas for broadband connectivity	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme-ITT AO/1-7992/14/NL/MH	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna a superficie artificiale a fascio riconfigurabile in banda Ka	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena
BIKE	HORIZON2020 (MSCA-ITN-2018)	Bi-metallic catalysts Knowledge-based development for Energy applications	CNR-ICCOM
BIOBOTTLE	FP7-SME-2013, Activity type: FP7-SME-2013-1 Research for SMEs	Sviluppo di formulazioni per la realizzazione di manufatti biodegradabili e compostabili per l'industria alimentare (latte e prodotti caseari)	CNR - IPCF
BIOCLEAN "Biotechnological solutions for the degradation of synthetic polymeric materials"	H2020- MSCA-ITN-2016	Ruolo dei biofilm in superfici di utilizzo quotidiano	CSGI - Università di Firenze, Università di Siena
BSSI - Beam Shaping by Surface Impedance Control	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma	Studio dell'impiego di superfici artificiali all'interno di antenne a tromba in banda Ku per il controllo/miglioramento delle prestazioni radiative	Università di Siena

	Technology Research Programme ITT AO/1-7507/13/NL/MH		
COACH	H2020-. ITN	Superfici antibatteriche per applicazione medica	Colorobbia Consulting
COLOURS	Bandi RS2020	Fotovoltaico ad alta efficienza	SCORPIO, CICC RESEARCH, I&S, ICCOM
Comanche	EU ERC FP7	Controllo di calore in nanostrutture a stato solido	Scuola Normale Superiore - NEST
Conjugate-Matched Metasurface Enhanced Array	Progetto finanziato dall'Agencia Spaziale Europea (ESA)RFP: PFLPTE/MH/yc/545.2 013	Progetto di un'antenna a basata su superfici artificiali per la calibrazione di radar transponder di terra in banda UHF	Università di Siena
Dibbiopack	FP7 NMP.2011.LARGE.5	Sviluppo di nanocompositi multifunzionali a matrice polimerica biodegradabile adatti all'imballaggio mediante metodi di injection e blow extrusion: miglioramento delle proprietà strutturali e barriera, conferimento di proprietà funzionali e intelligenti nel rispetto della sostenibilità	CNR ICCOM, INSTM
DMC-MALVEC	EU H2020	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di un disco in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare parametri per il monitoraggio delle zanzare portatrici della Malaria	N.T. Laboratory Srl
DragOnFly - Electronically Steerable Low Drag Aeronautical Antenna	Progetto finanziato dall'Agencia Spaziale Olandese nell'ambito del programma ARTES 5.1- ITT AO/1-8177/15/NL/CLP	Progetto e realizzazione di un prototipo di schermo basato su superfici artificiali per l'incremento dell'angolo di scansione di fascio di un array fasato in banda Ka	Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze Matematiche – Università di Siena
Enhanced Radiofrequency Behavior- Multi-Layer Insulation	Progetto finanziato dall'Agencia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Innovation Triangle Initiative	Studio dell'impiego di superfici artificiali stampate su coperte termiche per disaccoppiare antenne a bordo di satelliti	Università di Siena
ECOFUNCO	HORIZON 2020 (BBI)	Eco sustainable multifunctional biobased coatings with enhanced performance and end of life options	UNIPI, INSTM, LUCENSE, Planet

			Bioplastics, ARCHA
FATMOL	FET – HORIZON 2020	Materiali per quantum computation	Università di Firenze, INSTM
FELIX	POR FESR	Fotonica ed ELettronica Integrate per l'industria	UNIPI, Tratos Cavi, S,Anna, NEST
Graphene Flagship	H2020 No. 696656-GrapheneCore1.	Materiali bidimensionali e loro applicazioni tecnologiche	Scuola Normale Superiore - NEST
ISS-FLOW “Intelligent Structuring Systems for Complex Flowing Products”	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Strutturazioni innovative per il flusso di fluidi complessi	CSGI - Università di Firenze,
LCDA - Low-Complexity data Downlink Antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3-14115/14/NL/GLC/al	Progetto e realizzazione di un prototipo di antenna planare a basso costo, basata su superfici artificiali, con fascio sagomato per applicazioni di osservazione terrestre da satellite in banda Ka	Università di Siena
LEGUVAL	FP7-SME-2012-2	Recupero e valorizzazione di scarti alimentari per la realizzaazione di materiali plastici biodegradabili e compostabili	CNR - IPCF
LIFE Demo	Bandi RT RS2020	Low Impact Fully Enanched Design Modeling (for Modern Housing)	SIRAM, CNR-ISTI, ELETTRO D, THERMOCA SA, Vivere il legno
MATHRYCE	FP7/FCH JU	Material testing and design recommendations for components exposed to hydrogen enhanced fatigue	RINA Consulting
MIR-BOSE	FET OPEN HORIZON 2020	Dispositivi optoelettronici nel medio IR e Thz	Scuola Normale Superiore - NEST
NANOII - Nanoscopically-guided induction and expansion of regulatory hematopoietic cells to treat autoimmune and inflammatory processes	FP7-NMP-2008-LARGE-2	Cell chip per l'espansione ex-vivo di cellule ematopoietiche per trattare processi infiammatori e autoimmuni	Scuola Normale Superiore - NEST
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
NANORESTART “NANomaterials for the	H2020-NMBP-21-2014	Nanomaterial per il restauro di beni artistici	CSGI - Università di

REStoration of works of ART"			Firenze
NEMESI	CTN02_00018_1001 6852	Nuovo Mix Energetico Sostenibile - Tecnologie e sistemi ibridi per la produzione stoccaggio di energia da Fonte Energetica Rinnovabile	CNR-ICCOM, Nuovo Pignone
NEMO	EU	Nanowire electro-mechanical-optical systems	Scuola Normale Superiore - NEST
NMP REG - Delivering NMP to REGional manufacturing	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call I°)	Il progetto NMP REG prevede lo scambio di esperienze e la redazione di un "Action Plan" per migliorare le politiche a supporto dell'applicazione di nanotecnologie, nuovi materiali e nuove tecnologie di produzione (NMP) per sostenere una competitività regionale intelligente, sostenibile e inclusiva	ASEV - Agenzia lo sviluppo empolese Valdelsa
PERFORMANCE	EU – FP7	Personalised approaches to food production and distribution	CERTEMA
PHENOMEN	FET OPEN HORIZON 2020	Circuiti fotonici per optomeccanica	Scuola Normale Superiore - NEST
PHOSPUN	EU ERC Horizon 2020	Funzionalizzazione del fosforene	Scuola Normale Superiore – NEST, ICCOM
POLKA	H2020 MSCA-ITN-2018	Fibre ottiche hollow per il monitoraggio di componenti dei motori a idrogeno	UNIPI
QUANTEP	Progetti di ricerca bandiera INFN	QUANtum Technologies Experimental Platform	UNIPI, Ingeni Ars
RESPOC	EU - FP7	Sviluppo e produzione di un nuovo sistema per la processazione di una cartuccia in microfluidica (Lab on a chip) in grado di rilevare patogeni respiratori (B. pertussis e S. penumoniae) nei neonati	N.T. Laboratory Srl
SARA - Shared aperture reflector antenna	Progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme RFQ 3-13593/12/NL/GLC/fe	Studio dell'impiego di una superficie artificiale stampata su riflettori per la sagomatura del fascio radiante in banda SHF per broadcast televisivo	Università di Siena
Scalable low-mass low-	Progetto finanziato	Progetto e realizzazione di due	Università di

envelope high to-very-high gain antenna	dall'Agencia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Technology Research Programme ITT: AO/1-7069/12/NL/MH	prototipi di antenne planari a basso costo, basate su superfici artificiali (metasuperfici), per applicazioni di controllo remoto di sonde per missioni spaziali in banda X	Siena
Sprint	EU ERC Horizon 2020	Risonatori laser nel THZ ad impulsi corti	Scuola Normale Superiore - NEST
SUMO "Scaling Up Quantum computation with MOlecular spins"	Eranet Cofund QuantERA	Dispositivi molecolari per quantum computation	Consorzio INSTM
THOR	H2020-EU.3.4.6.1	Serbatoi di stoccaggio dell'idrogeno costruiti per durare e per essere riciclati	RINA Consulting
ULTRAQCL	EU FET-OPEN Horizon 2020	Laser ad impulsi corti nel THZ	Scuola Normale Superiore - NEST
xPRINT - 4-Dimensional printing for adaptive optoelectronic components	ERC-CoG-2015 - ERC Consolidator Grant	Stampa 4D per componenti optoelettronici	Scuola Normale Superiore - NEST

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Fraunhofer Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung E.V. (Germania), KIT - Karlsruher Institut fuer Technologie (Germania), Technische Universitaet Wien (Austria), University College London (Regno Unito), University of Manchester (Regno Unito), University of Bristol (Regno Unito, CEA - Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia), University College Cork (Irlanda), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), The Art Institute of Chicago (USA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasile).
- **Industrie:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Lafarge (Germania), Acciona (Spagna), Wiedemann GMBH (Germania), Tecnologia Navarra de Nanoproductos SI (Spagna), Akzo Nobel (Svezia), Arkema (Francia).

4.3 Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi

Roadmap n. 3 - Materiali e nanotecnologie per il delivery di composti e principi attivi

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

L'attività svolta negli anni scorsi nel mondo della ricerca nel campo dell'**incapsulamento, caricamento, targeting e rilascio di principi attivi** ha portato allo sviluppo di materiali e tecnologie sempre più efficienti ed a costi sempre più contenuti.

Il mercato dei materiali e nanotecnologie per delivery di composti e principi attivi ha un impatto potenziale su molti settori applicativi (medicina, farmaceutica, nutraceutica e agricoltura) ma ad oggi è difficilmente quantificabile nel suo complesso. Tuttavia per avere un'idea di quanto sia promettente, è stato studiato, a titolo di esempio, il mercato delle nanotecnologie per il drug delivery, la cui descrizione è fornita nella tabella sottostante.

Mercato globale delle nanotecnologie per il drug delivery	
Grandezza del mercato	168 miliardi di dollari nel 2016 ⁵⁷ .
Trend evolutivo	319 miliardi di dollari nel 2021, con una crescita media annua del 10.4% ⁵⁸ .
Posizionamento geografico	Il Nord America domina il mercato, la crescita del quale è supportata dall'aumentata incidenza di malattie croniche come il cancro e il diabete. L'Europa è al secondo posto e la sua crescita è favorita dalla vivacità dell'industria biotecnologia e farmaceutica europea. <u>I dati Eurostat infatti mostrano che l'Europa è molto attiva in questo ambito con 97 startups, 64 SMEs, e 38 grandi aziende nel campo farmaceutico o dei dispositivi medici</u> ⁵⁹ . Si stima che l'area dell'America Latina mostrerà la crescita più elevata nei prossimi anni.
Segmentazione per tecnologia	Nanocristalli, nanoparticelle d'oro, altre nanoparticelle, dendrimeri, micelle, liposomi, fullereni, nanotubi di carboni e altro.
Principali aree applicative	Neurologia, Oncologia, Cardiovascolare/Fisiologia, azioni Anti-infiammatorie/ Immunologia, azioni anti-infettive.

In particolare, i materiali oggetto della Roadmap n. 3 **stanno trovando applicazione in prodotti** da utilizzare nell'ambito della **medicina** e in particolare della **teranostica**, cioè lo sviluppo di nuove tecnologie mirate sia alla diagnosi precoce sia alla cura di numerose patologie (tumori, neuropatie, infezioni batteriche e virali ...) in modo combinato, della **nutraceutica e della farmacologia, del packaging alimentare e della cosmetica, del settore alimentare**, così come promettono interessanti applicazioni **in agricoltura** (smart agrifood) nel campo dei **fertilizzanti** e dei **fitofarmaci**. Nel packaging, organizzato su produzioni di più vasta scala, è importante che l'utilizzo di nanotecnologie possa avvenire preferenzialmente attraverso l'uso di tecnologie industriali tradizionali o mediante ridotta modifica delle stesse in modo da ridurre gli eventuali investimenti in un settore che ha margini di guadagno piuttosto limitati. Grazie a questi interventi i settori farmaceutici, alimentari e cosmetici (già ben radicati nel territorio regionale) potrebbero trarre enormi benefici dallo sviluppo di questa area; per l'agricoltura siamo ancora a livello di scommesse, ma le premesse sono particolarmente attraenti.

⁵⁷ <https://www.giiresearch.com/report/ksp346267-advanced-targeted-drug-delivery-market.html>

⁵⁸ <https://www.giiresearch.com/report/ksp346267-advanced-targeted-drug-delivery-market.html>

⁵⁹ <https://www.transparencymarketresearch.com/nanotechnology-drug-delivery.html>

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Medicina, Farmaceutica e Nutraceutica e Cosmetica	<p>3.1. Sistemi di drug delivery per un approccio teranostico nel campo del trattamento dei tumori, malattie neurodegenerative, infezioni batteriche resistenti ai trattamenti antibiotici. Esempi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemi nanodimensionati per il delivery multiplo di farmaci come dendritic polypeptide-based nanocarrier per delivery farmaci anticancro multipli e siRNA a cellule tumorali cerebrali. - Gabbie (cages) naturali costituite da proteine del tipo ferritina da modificare per via biotecnologica e personalizzare per veicolare il farmaco su cellule bersaglio. - Sviluppo di linfociti ingegnerizzati con nanomateriali funzionalizzati per la diagnosi e terapia di melanoma e sclerosi multipla. - Materiali nanostrutturati biodegradabili all-in-one per il delivery di principi attivi che evitino l'accumulo nell'organismo di particelle metalliche dopo l'azione di interesse. - Drug delivery per approcci di terapia enzimatica sostitutiva (ERT) con l'obiettivo di attraversare barriere biologiche per veicolare farmaci attraverso la barriera ematoencefalica, per il trattamento di patologie rare e di patologie neurodegenerative. - Materiali magnetici nanostrutturati per il rilascio controllato di farmaci antitumorali ed il trattamento terapeutico multimodale (drug delivery ed ipertermia magnetica) 	2018-2025	<p>Necessità di costruire una piattaforma regionale/sovraregionale per lo sviluppo di nanofarmaci e medicina di precisione. Assenza di finanziamenti specifici per lo sviluppo della ricerca anche in ambito industriale. Barriere tecnologiche (drug delivery selettivo) Valutazione preclinica dei nuovi teranostici</p>
	<p>3.2. Tecniche di incapsulamento (microincapsulamento e micelle) e delivery di sistemi farmaceutici e nutraceutici con particolare attenzione alle sostanze naturali provenienti dalla filiera regionale Toscana (es. Filiera castanicola).</p>	2020-2025	Requisiti di mercato
	<p>3.3. Progettazione e sviluppo di materiali innovativi ad alta sensibilità per diagnostica medica (cancro, neurodegenerazione etc), implementazione della medicina di precisione. Esempi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizzazione di nanostrutture innovative in materiali plastici o nanocompositi, ad emissione di luce, polimeri conduttivi, o basati su sistemi piezoelettrici in grado di generare energia e di interfacciarsi con cellule e tessuti, per lo studio ed il controllo del comportamento cellulare. - Ingegnerizzazione superficiale di nanostrutture carboniose (1D-2D) per la generazione di carriers macromolecolari applicati alla diagnostica in ambito biomedico e/o al 	2018-2024	Stessi di TARGET 1.

	delivery controllato di farmaci in cellula.		
	3.4. Sviluppo di materiali colloidali per il contrasto in risonanza magnetica per immagini e per il rilascio di farmaci. Sviluppo e ottimizzazione di sistemi di interesse farmaceutico (principi attivi, carrier per delivery, formulazioni): caratterizzazione di polimorfismo, struttura, dinamica e interazioni di mediante NMR allo stato solido	2020-2024	Requisiti di mercato, competizione internazionale
	3.5. Sviluppo di nanofactories in GMP (cioè avvalendosi di buone pratiche standard di produzione) e di specifici banchi prova per la caratterizzazione e l'analisi in-vitro di nuovi materiali e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per l'analisi in-silico.	2018-2024	Standard di riferimento
	3.6. Nanosafety: studio della tossicità generale di nanoparticelle metalliche e di ossidi metallici (es. in fettine di tessuto)	2018-2025	Valutazione del rischio
	3.7. Sintesi di gruppi prostetici e amminoacidi non naturali per le relative applicazioni. In particolare sviluppo di gruppi prostetici ed amminoacidi non naturali sensibili alla luce o ai campi elettrici. Inserimento in sistemi micellari o liposomiali.	2022-2025	Competizione internazionale
	3.8 Produzione di liposomi, vescicole extracellulari e micelle per la delivery di principi nutraceutici, vitamine e farmaci	2022-2025	Competizione internazionale
	3.9 Produzione e delivery di acido ialuronico con approccio biotecnologico vegetale, per applicazioni in cosmetica e quale vettore di farmaci, coadiuvante di terapie oculistiche e ortopediche	2022-2025	Competizione internazionale
	3.10 Organoidi, con applicazioni nel settore pharma (disease/tumor modeling, rigenerazione tessuti e organi, studio interazioni ospite/microrganismo, test personalizzato di farmaci, genetic editing) e nel settore ambientale per determinare l'effettiva chemical safety e l'azione sui vari tessuti/organi nel campo delle nuove tecnologie in vitro animal-free (tecnologia organ-on-chip)	2022-2025	Competizione internazionale
	3.11 Materiali bioattivi/biomimetici per il miglioramento dei trattamenti a favore dell'invecchiamento attivo nei settori cosmesi, medicale e veterinaria	2020-2024	Competizione internazionale
	3.12. Terapia foto dinamica per la cura dei tumori della pelle sia in ottica di cura che di diagnostica precoce. Creme fotosensibili, farmaci molecolari o vitamina PT.	2018-2024	Valutazione preclinica delle nuove terapie
Alimentari e Packaging	3.13. Incapsulamento di essenze alimentari per lo sviluppo di prodotti innovativi (essenze durature, protezione verso l'alterazione delle fragranze).	2018-2024	Costi di sviluppo
	3.14. Sostituzione di sostanze artificiali con quelle naturali nell'industria alimentare e packaging con l'obiettivo della clean label.	2020-2025	Standard di riferimento
	3.15. Trattamenti per la separazione smart di ammine biogene ed altri inquinanti microbiologici delle fasi liquide, es. vino (es. tecnologia SPION).	2020-2025	Costi di sviluppo
	3.16. Film e tissues attivi a rilascio controllato per applicazioni: - nel settore della cura della persona e sanitari (cerotti, pannolini, maschere protettive e cosmetiche) - nel settore del packaging	2020-2025	Standard di riferimento, costi
	3.17. Sviluppo di materiali ibridi nanostrutturati di tipo host-guest da utilizzare come fonte di rilascio di agenti microbici e/o agenti antiossidanti, preferibilmente di origine naturale, in	2020-2024	Ammissibilità al contatto con alimenti delle

	polimeri adatti all'imballaggio alimentare. Materiali usabili in bulk o come rivestimento di superfici.		molecole attive. Eventuali barriere tecnologiche (dispersione a livello nano)
	3.18. Packaging intelligente, film plastici che danno informazioni sulla filiera del freddo, variazioni di umidità (es. mediante intercalazione di cromofori fluorescenti) sensori di freschezza dei cibi, sicurezza microbiologica e permeabilità selettiva dei gas.	2020-2025	Risposte non adatte ai limiti di rivelabilità necessari. Per applicazioni nell'ambito alimentare l'imballaggio deve rispettare le normative relative ai MOCA
	3.19. Microencapsulamento di sostanze bioattive compatibili con il settore cartario, imballaggio alimentare in carta ed accoppiati carta/plastici.	2020-2025	Difficoltà del tessuto industriale toscano di upscaling industriale nella produzione dei sensori
	3.20. Molecole "building-block" di filiere chimiche da materiali lignino-cellulosici e da fanghi di depurazione (fibre naturali funzionalizzate per materiali compositi a matrice termoplastica, lecitina grezza per la sintesi di emulsionanti, poliidrossialcanoati (PHA e PHB).	2020-2024	Valutazione costi sostituzione attuali produzioni
	3.21. Sviluppo di sistemi plastificanti per il settore del packaging biodegradabile a migrazione ridotta e controllata.	2018-2024	Costi di produzione
Agricoltura	3.22. Sviluppo di sistemi di rilascio controllato di macro e micronutrienti (ceramiche nano e micro porose, vetri solubili, nanocapsule, materiali nano- e microstrutturati) anche a base di polimeri ed a prolungato mantenimento di umidità.	2020-2024	Requisiti di mercato e Costi di produzione
	3.23. Materiali nano e microstrutturati da materiali di riciclo addizionati di microrganismi utili, nutrienti, fitostimolanti, fitoterapici da usare come nuovi fertilizzanti e biostimolanti a rilascio controllato per la nutrizione delle piante e difesa dai parassiti	2020-2024	Requisiti di mercato e Costi di produzione
	-		
	3.24. Sviluppo di tecniche per la fissazione dell'azoto atmosferico (efficienza e risparmio fertilizzanti chimici, eco-sostenibilità).	2022-2025	Costi di produzione
	3.25. Lotta ai parassiti e patogeni con sistemi mutuati dalle nanotecnologie (sistemi foto-attivi, a rilascio controllato, di fitofarmaci o agenti antagonisti, sistemi nanostrutturati per attivare la risposta immunitaria locale della pianta, etc..).	2020-2025	Requisiti di mercato e Costi di produzione
	3.26. Materiali mono uso biodegradabili per applicazioni in campo agricolo e vivaistico (es. vasi in biocompositi degradabili a funzione fertilizzante di carta o fibra di legno, dispositivi per legare i tralci, ecc..).	2018-2023	Requisiti di mercato e Costi di produzione
3.27. Pacciamature fluide biodegradabili per la riduzione delle	2020-2024	Requisiti	

perdite di acqua dal suolo.

normativi

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁶⁰.

	Principali Contesti territoriali
Medicina, Farmaceutica, Nutraceutica e elettronica di avanguardia	Settore biomedicale - Chemicals (Pisa, Firenze)
	Life Science – Farmaceutico (Siena, Firenze)
Alimentari e Cosmetica	Produzione materiali (Firenze, Lucca, Pisa)
	Settore cosmesi / profumeria (Firenze)
Agricoltura	Settore enologico e oleario (province Firenze, Siena, Arezzo e Prato) , orticoltura (province Siena, Grosseto e Firenze). Settore Vivaistico (Pistoia)

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 3 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, Siena, Lucca e Prato.

La presenza di numerose collaborazioni e progetti di ricerca e industriali soprattutto a livello regionale e nazionale, ma anche Europeo dimostra il rilievo di tali bacini territoriali, che hanno una posizione di leadership per esempio nell'area della chimica e delle nanotecnologie per la medicina e la farmacologia nonché per il settore agro-alimentare, nell'area della fotonica e della sensoristica applicate alla diagnostica medica.

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Archa Srl (Pisa)	Industria

⁶⁰ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

Argus Chemicals (Vernio – PO)	Industria
Centro Interdipartimentale “E.Piaggio” – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl.(Colle di Val d’Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
ECOPOL Spa (Capannori –LU)	Industria
EL.EN. Spa (Calenzano – FI)	Industria
Eli Lilly Spa (Firenze)	Industria
Endostart Srl (Certaldo, FI)	Industria
Exosomics Siena Spa	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano in Val di pesa – FI)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
GlaxoSmithKline Vaccines Srl (Siena)	Industria
HansaBioMed (Siena)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
IMT Altì Studi (Lucca)	Ricerca
Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d’Arbia – SI)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
Istituto Fitoterapico Toscano Srl (Firenze)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
Laboratorio di Qualità delle Merci e Affidabilità del Prodotto – QUMA - PIN (Prato)	Ricerca
LABORATORIO TERAPEUTICO MR (Firenze)	Industria
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lega COOP Toscana (Firenze)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
MediBase Srl (Prato)	Industria
Officina profumo-farmaceutica di Santa Maria Novella	Industria

ORBIT – Osservatorio Regionale delle Bioteconologie per l'Innovazione Tecnologica presso Università degli Studi di Firenze C.I.B.I.A.C.I. Centro Interdipartimentale di servizi per le biotecnologie di interesse agrario chimico industriale (Firenze)	Ricerca
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Pharmitaly Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Polo Universitario Città di Prato (PIN Scarl) (Prato)	Ricerca
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio SMART (Pisa)	Ricerca
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna (Pisa)	Ricerca
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
Toscanita Srl (Monteriggioni – SI)	Industria
Union B.i.o. Srl (Arezzo)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze- PhytoLab- Laboratorio Interdipartimentale di Tecnologia e Analisi di Preparazioni Vegetali di interesse Farmaceutico, Alimentare e Cosmetico	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Università Di Siena –Dipartimento di Scienze della Vita.	Ricerca

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Per il settore medicale: AbbVie Inc., Amgen Inc., Celgene Corp., Johnson & Johnson, Merck & Co. Inc., Novartis International AG, Perrigo Company plc. Inoltre alcune aziende stanno unendo le forze per mobilitare ingenti investimenti nel settore. Per esempio nel 2012, Pfizer Inc., Amgen Inc., e AstraZeneca firmarono un accordo per collaborare con BIND Therapeutics per lo sviluppo di nanomedicine.

Esempi di stakeholders internazionali/extra-regionali leader nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Harvard University (USA), MIT (USA), Caltech University, École Polytechnique Fédérale de Lausanne -EPFL (Svizzera), Università di Zurigo (Svizzera), Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia), Campus Biomedico (Roma).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

Progetto / Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AGROCEUTICAGREEN	Bandi RT RS2020	Produzione ed uso di nuovi formulati a base di molecole bioattive naturali per il trattamento antifungino e antibatterico di suoli e il controllo delle colture	IN GIARDINO, UNIONBIO, AMBIENTA, UNISI
BREKCAN - Breakable Capsules and Nanoparticles for Biomolecules Delivery for the Treatment of Cancer	EuroNanoMed III JTC2017	Capsule e nanoparticelle per il delivery di biomolecole per il trattamento dei tumori	INSTM
BIONUTRA	PON (MIUR)	Sviluppo di Nutraceutici da Fonti Naturali	UNIPI, INSTM
DEDICATO@TE	Bandi RT RS 2020	Sviluppo di nuovi derivati di acido ialuronico coniugato e/o in associazione con molecole nutraceutiche per l'invecchiamento attivo attraverso percorsi di Advanced Manufacturing Solutions	GALENICA SENESE, INSTM, SIFRA, LABORCHIMICA, MR
DNA-TRAP "Delivery of Nucleic Acid-Based Therapeutics for the Treatment of Antibiotic-Resistant Pathogens"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Delivery di farmaci a base DNA	CSGI - Università di Firenze
evFOUNDRY	H2020-FETOPEN-01-2016-2017	The Extracellular Vesicle Foundry	CSGI
HYDROSMART	POR FESR 2014-2020	Sviluppo di coating a base di biopolimeri recuperati dal fango di depurazione	INSTM
ISAAC	Bando ARTES 4.0	Life sciences e Healthcare tech per agevolare la trasformazione dei risultati della ricerca in prodotti per il mercato.	NEST
ISS-FLOW "Intelligent Structuring Systems for Complex Flowing Products"	FP7-PEOPLE-2013-IAPP - Marie Curie Action	Strutturazioni innovative per il flusso di fluidi complessi	CSGI - Università di Firenze,
MAGMANET	Network di Eccellenza Europea	Proprietà di materiali magnetici	Colorobbia Consulting, INSTM
Nan ED	Marie Skłodowska-Curie Actions	Electron Nanocrystallography	IIT
NANOTHER "Integration of novel NANOparticle based technology for THERapeutics and diagnosis of different types of cancer"	FP7 - NMP 2007-4.0-4	Sviluppare e valutare nanocarrier basati su nanomateriali polimerici per la detezione e la terapia di differenti tipi di tumori.	INSTM, Colorobbia, Argus Chemicals
NMTryp "New medicines for trypanosomatid infections"	FP7- Health	Sviluppo di sistemi innovativi per farmaci con l'utilizzo di una piattaforma comune per drug discovery composta da SME e centri di ricerca.	Università di Siena

PAINCAGE - The NGF system and its interplay with endocannabinoid signalling, from peripheral sensory terminals to the brain: new targets for the development of next generation drugs for neuropathic pain	HEALTH.2013.2.2 .1-5 - Understanding and controlling pain	Drug delivery per controllare il dolore causato da neuropatie	Scuola Normale Superiore - NEST
POLYBIOSKIN	H2020-EU.3.2.6	High performance functional bio based polymers for skin contact products in biomedical, cosmetics and sanitary industry	UNIFI, INSTM
PROLIFIC	BBI-JU H2020	Integrated cascades of processes for the extraction and valorization of proteins and bioactive molecules from legumes, fungi and coffee agro-industrial side streams	Femto Engineering
SAMCAPS	HORIZON - MSCA-ITN-EID	Self-Assembled MicroCAPSules: Synthesis, Characterization, and Eco-friendly Application in Home Care Products	UNISI, UNIFI

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/università:** Joint Research Centre (Belgium), Università di Bordeaux (Francia), LEITAT (Spagna), Gaiker (Spagna), Centre National De La Recherche Scientifique (Francia), Universitat De Valencia (Spagna), The University of Manchester (Regno Unito), University College London (Regno Unito) e Universitaet Basel (Svizzera),
- **Industria:** Procter and Gamble (USA – collaborazione con filiale italiana), Nuovo Probe (Regno Unito), Vicomtech (Spagna), Feyecon (Olanda), L'Oreal (Francia – collaborazione con filiale italiana).

4.4 Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale

Roadmap n. 4 - Tecnologie e materiali per la remediation ambientale

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

Nuovi materiali (nano- e foto-catalizzatori, metalli nanostrutturati, sistemi organici o inorganici nanostrutturati) e tecnologie correlate possono essere cruciali per lo sviluppo di imprese nel campo della **remediation ambientale**, un mercato in continua espansione anche grazie alle spinte della politica e legislazione europee, come è evidente dalla tabella sottostante.

Mercato globale della remediation ambientale

Grandezza del mercato	Stimato circa 83 miliardi di dollari nel 2017 ⁶¹ .
Trend evolutivo	Si stima che il mercato globale raggiunga i 122,80 miliardi di dollari nel 2022, con una crescita annua del 7,5% ⁶² . Tra i principali driver vi sono una regolazione sempre più attenta alla protezione ambientale e al crescente inquinamento, come ad esempio stringenti regolamentazioni a cui le aziende minerarie e del settore oil & gas devono sottostare o le aumentate norme di sicurezza che riguardano la qualità del terreno e delle acque.
Posizionamento geografico	Il Nord America e l'Europa occidentale rappresentano l'80% del mercato ⁶³ . Anche il Giappone è considerato un mercato importante, mentre la zona Asia-Pacifica dovrebbe vedere nei prossimi anni una considerevole crescita dovuta alla rapida industrializzazione e alla crescita del mercato dell'oil & gas in Cina.
Segmentazione per tecnologia	Deadsorbimento termico; scavo o dragaggio; remediation acquifera audiuvata da surfattante (SEAR), pompaggio e trattamenti; solidificazione e stabilizzazione; ossidazione in situ, estrazione del vapore dal suolo, bioremediation e nanoremediation.
Principali settori	Forestale e Minerario, Oil & Gas, Agricoltura, Automotive, Manifatturiero, Chimico, Portuale/Marittimo, Costruzione e Sviluppo del suolo, Società di servizi.

La roadmap n. 4 si focalizza sulla creazione di nuovi progetti industriali sul trattamento dell'aria (fotocatalisi, e filtri in materiali organici nanostrutturati), delle acque e del suolo (tecnologie innovative basate sullo sviluppo di catalizzatori e tecniche efficienti o sull'uso di nanomateriali ad assorbimento selettivo) e sullo sviluppo di materiali e tecnologie per il monitoraggio dell'inquinamento. I settori di applicazione sono diversi, tra cui l'agricoltura (esempio settore enologico), le foreste, l'oil & gas, il minerario e le bonifiche per rimuovere i contaminanti dal suolo e dalle falde acquifere, edilizia e urbanistica anche per il controllo e il monitoraggio dell'inquinamento dell'aria, i settori chimico e manifatturiero (es. lavorazione delle pelli, marmo, carta) e il siderurgico, per interventi di mitigazione e contenimento dell'inquinamento dovuto ai processi industriali.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 4 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo TANIA "TreAting contamination through

⁶¹ <https://www.zionmarketresearch.com/report/environmental-remediation-market>

⁶² <https://www.zionmarketresearch.com/report/environmental-remediation-market>

⁶³ <https://www.futuremarketinsights.com/reports/environmental-remediation-technology-market>

Nanoremediation” (programma INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Settore Forestale, Agricoltura e Alimentare	4.1. Bonifiche di terreni e sedimenti contaminati con materiali avanzati. Esempi: <ul style="list-style-type: none"> - Sistemi microstrutturati a base di metalli; - Materiali colloidali per l'adsorbimento di metalli inquinanti - Sviluppo di nanomateriali biodegradabili estremamente reattivi e contenuti in nanocapsule per la bonifica ambientale di inquinanti aromatici (VOC) e coloranti). - Sistemi micro e macrostrutturati di char e consorzi di microrganismi 	2020 - 2025	Costi di produzione, barriere normative
	4.2. Trattamento di acque contaminate con tecniche a base di: <ul style="list-style-type: none"> - microorganismi, e microalghe (es: eterotrofe); - catalizzatori; - idrogel o altri materiali contenenti nanoparticelle inorganiche o altri materiali assorbenti selettivi a base per esempio di grafene espanso o di cellulosa nanostrutturata; - materiali nano e microstrutturati (anche ricavati da materiali di recupero quali cellulose e carta da macero) per sostenere microcomunità microbiche funzionali alla bonifica ambientale. 	2018-2024	Costi di produzione, barriere normative
	4.3. Trattamento innovativo acque reflue derivate da processi industriali (p.e. industria enologica: valorizzazione dei reflui di cantina: fecce e vinacce, industria casearia, industria olearia).	2018-2024	Costi di investimento anche per la stagionalità delle produzioni
Oil & Gas	4.4. Sviluppo di sistemi per la decontaminazione del suolo, sedimenti marini e delle acque superficiali e sotterranee.	2018-2025	Costi di produzione
Edilizia e Urbanistica	4.5. Sviluppo di sistemi di depurazione ambientale che possono collegarsi con sistemi di rilevazione ambientale anche nel contesto del monitoraggio dell'evoluzione di pandemie e criticità medico-sanitarie (sensori o reti di rilevazione e allarme/allerta precoce).	2018-2024	Ritardo tecnologico nello sviluppo ICT del settore
	4.6. Ripopolamento fondali marini e recupero costiero (dunale) ed uso di materiali degradabili in acqua di mare	2018-2025	Costi e normative
	4.7. Sviluppo di filtri per acque reflue con ottenimento di	2020-	Sensibilità e

	materiali in grado di trattenere metalli pesanti (rame, cadmio, piombo, zinco, mercurio, etc.) e coloranti organici nocivi (per esempio materiali basati su modifica di resine polimeriche mediante tecniche di foto-grafting oppure carboni attivi da char ottenuto da biomasse di varia natura, materiali di origine biologica e/o di recupero).	2025	specificità
	4.8. Sviluppo di sistemi per il monitoraggio e la riduzione dell'inquinamento outdoor (ad esempio ossidi di azoto (NOx) e composti organici volatili (VOC)) e indoor (VOCs). Esempio di tecnologie: fotocatalisi, grafene.	2018-2023	Mancata maturità del mercato. Normative disattese
Settori Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero Siderurgico e Minerario	4.9. Materiali e sistemi avanzati per il monitoraggio e la riduzione di inquinanti ambientali di tipo farmaceutico e fitofarmaceutico. Esempio: materiali capaci di "sequestrare" il farmaco quando viene eliminato rendendolo facilmente smaltibile senza conseguenze per l'ambiente.	2018-2023	Costi elevati di produzione
	4.10. Sviluppo di sistema portatili/ sistemi in-line per il monitoraggio in situ di metalli pesanti (esempio tecnica LIBS). Eventuale sfruttamento di tali sistemi per il recupero di scarti industriali (leghe leggere Al/Mg).	2018-2024	Per rispettare i limiti di rilevazione previsti dalla normativa occorre sviluppare opportuni substrati per migliorare il rapporto segnale/rumore.
	4.11. Sistemi per il monitoraggio e la riduzione dell'inquinamento dell'aria e del suolo dovuto ai processi di lavorazione (pelli, marmo, carta, stoccaggio del vino). Tecnologie: fotocatalisi; sviluppo di sistemi 3D porosi per la rilevazione di H2S nei vapori all'interno delle botti di conservazione del vino	2020-2024	Costi aggiuntivi su produzioni interessate
	4.12. Sviluppo di materiali con alta specificità e possibilità di produzione in grandi volumi a costi contenuti, in grado di bonificare selettivamente da metalli pesanti terreni ed acque risultanti da attività minerarie in essere o concluse.	2020-2025	Costi elevati di produzione
	4.13. Abbattimento polveri sottili rilasciate da impianti di combustione a biomassa (attivi e passivi, anche con l'utilizzo di materiali PM assorbenti).	2020-2024	Innalzamento costi di gestione; Riqualficazione centri assistenza
Trasversale settore Bonifiche ambientali	4.14 Impiego di derivati della chitina nella remediation ambientale (es: filtrante per metalli pesanti, purificazione dell'acqua, settore enologico)	2020-2025	Costi e normative
	4.15. Sviluppo di sistemi per la rilevazione ambientale di inquinanti delle acque (ioni di metalli pesanti, VOCs) o dell'aria (NOx, SOx, CO2). Esempi: - Design e sintesi di nuovi materiali ibridi organico-inorganici (Metal-Organic Frameworks, MOFs) a base tiazolica e tiadiazolica per applicazioni in sensoristica luminescente. - Screening rapido in situ della presenza di metalli pesanti in acque reflue con la tecnica LIBS	2020-2024	Ritardo tecnologico nello sviluppo ICT del settore
	4.16. Approccio integrato (sviluppo e dimostrazione di	2018-	Adeguamento

	materiali, tecnologie e servizi) per il settore delle bonifiche ambientali (terreni e bacini idrici), trattamento fanghi e sedimenti di dragaggio inquinati.	2024	normativo
	4.17 Tecnologie per il recupero, separazione, riutilizzo di residui vegetali e plastici spiaggiati, accidentalmente pescati o derivanti dalla manutenzione di strade e corsi d'acqua. Impianti di separazione e trattamento per il recupero e riutilizzo di sedimenti di dragaggio	2018-2025	Adeguamento normativo
	4.18. Capacità di produrre materiali per bonifica in grado di operare specificamente, in grandi quantità ed a costi contenuti. Possibilità di riuso dei materiali.	2022-2025	Costi elevati di produzione

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁶⁴.

	Principali Contesti Territoriali
Settore Forestale e Agricoltura	Settore florovivaistico (Pistoia)
	Settore vitivinicolo; agrifood (Grosseto, Siena, Monte Amiata)
Oil & Gas	Oil & Gas/Chemicals (Livorno, Rosignano)
Edilizia e Urbanistica	Firenze, Pisa, Siena, Livorno, Lucca
Settori Chimico, Farmaceutico, Manifatturiero e Siderurgico	Settore conciario (Ponsacco, Santa Croce)
	Settore lapideo (Massa Carrara)
	Settore cartario (Lucca, Pistoia)
Settore Bonifiche ambientali, trattamento fanghi, sedimenti inquinati e biomasse	Ricadute e applicabilità sull'intero territori regionale.

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La focalizzazione sulla remediation ambientale della Roadmap 4 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari nonché Istituti per la protezione e la ricerca ambientale della regione, principalmente nelle province di Firenze, Pisa, Siena, Lucca e Prato.

Nonostante l'attenzione relativamente recente al concetto di remediation, tali bacini territoriali hanno

⁶⁴ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

sviluppato molte collaborazioni e progetti di ricerca su tale tema, soprattutto in ambito nazionale. Occorre sfruttare ancora di più il know-how toscano e la posizione di leadership di tali bacini per esempio nell'area della chimica, delle biotecnologie e del monitoraggio ambientale particolarmente utili per le attività di remediation.

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
Acea Ambiente Srl (Terni), partecipate toscane (Pontedera, Empoli, Pisa, Firenze)	Industria
ACQUE INDUSTRIALI Srl (Pontedera – PI)	Industria
Adatec Sensing & Automation Srl – Progettazione elettronica di sensoristica avanzata (Navicchio – PI)	Industria
Agroittica Toscana Soc. agr Srl (Piombino – LI)	Industria
Ambiente Sc (Carrara – MS)	Industria
ARPAT (Firenze)	Altro
ASCIT Spa (Capannori – LU)	Industria
Bartoli Spa (Capannori – LU)	Industria
Biochimie Laboratori Srl (Calenzano – FI)	Industria
Brandani Gift Group Sas (Pescia – PT)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Carrara Marble Way Srl (Avenza – MS)	Industria
Centro Interdipartimentale "E.Piaggio" – Centro di ricerca di Bioingegneria e Robotica – Università di Pisa	Ricerca
Centro Ricerca Energia e Ambiente – CREA Scarl (Colle di Val d'Elsa – SI)	Ricerca
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CEZA Srl (Pontassieve – FI)	Industria
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Comuni	Altro
Consorzi di Bonifica, Autorità Portuali	Altro
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Coop. Maricoltura e Ricerca (Isola di Capraia – LI)	Industria
Cooperativa Ambiente (Massa)	Industria

Cooperativa Co.Me.A. (Asciano – SI)	Industria
Dazzini Macchine Srl – Costruzioni meccaniche per il settore escavazioni	Industria
Ecocentro Toscana (Gruppo Esposito, Prato)	Industria
Ecorec Srl	Industria
Enel Ricerca	Ricerca
Ergo Srl (Pisa)	Industria
F&M Fotosintetica e Microbiologica Srl (Firenze)	Industria
G.M.C. Spa– Graniti Marmi Colorati (Carrara – MS)	Industria
GEC Srl (Viareggio – LU)	Industria
Geosolutions di Giannechini Simone & C. Sas (Massarosa – LU)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Livorno)	Ricerca
L'AVVENIRE 1921 S.c. (Sammontana – FI)	Industria
Labromare Srl (Livorno)	Industria
LMPE Srl (Capannori – Lucca)	Industria
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Marwan Technology Srl (Pisa)	Industria
MaVo Sc (Vinci – FI)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
Navicelli SpA (Pisa)	Industria
NETSENS Srl (Sesto F.no - FI)	Industria
Nuova Solmine Spa Scarlino (GR)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Raft Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
Simurg Ricerche Snc (Livorno)	Ricerca
Sintecnica Srl – Ingegneria civile, strutturale, geotecnica e ambientale (Cecina – LI)	Industria
Sitael Spa (Grosseto)	Industria
SprintChimica (Firenze)	Industria
Tea Sistemi Spa (Pisa)	Industria
Team Service Sas (Nanographex) (Livorno)	Altro
Terre Logiche Srl (Venturina Terme – LI)	Industria
TUV Spa (Sambuca VP – FI)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Industriale - DIEF	Ricerca

Università di Firenze–Dipartimento di Ingegneria Civile e ambientale DICEA	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Valmet Plating Srl (Calenzano – FI)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- Bristol Industries LLC, MWH Global Inc., Tarmac International Inc., Sequoia Environmental Remediation Inc., Environmental Remediation Resources Pty Ltd., Entact LLC, GEO Inc., ERSI, Newterra Ltd., Golder Associates Corporation, Clean Harbors, Inc.

Esempi di stakeholders internazionali/extra-regionali leader nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Joint Research Centre (Commissione Europea. Attività per esempio ad Ispra (VA)), Università degli Studi di Milano, University of Newcastle (Regno Unito) e Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

Progetto / Iniziativa	Programma/ Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
Comanche	EU ERC FP7	Controllo di calore in nanostrutture a stato solido	Scuola Normale Superiore - NEST
GREEN TRACK	HORIZON 2020	Green Traceability Across Environments for Persistent Pollutants to Deploy Sustainable Technological Solutions (STSs) and Ensure Food Safety	INSTM, INGELIA, SIMAM (gruppo ACEA)
SanAIR4.0	Bando Straordinario COVID ARTES4.0 2020	Sanificazione continua dell'aria con controllo e monitoraggio remoto tramite tecnologie basate su materiali fotocatalitici e nanotecnologie	CSGI
GRRinPORT	Transfrontalier o Marittimo ITA-FRA	Gestione sostenibile dei rifiuti e dei reflui nei porti	ISPRA, UNIPI
SEDITERRA	Transfrontalier o Marittimo ITA-FRA	Linee guida per il trattamento sostenibile dei sedimenti dragati nell'area di Marittimo	ISPRA, Prov. PI
DREAMS (Development of a Research Environment for Advanced Modelling of Soft matter)	EU ERC FP7	Smart materials e molecole responsive a stimoli prelezionati in matrice polimerica	Scuola Normale Superiore - SMART
FREECATs - Doped carbon	FP7 (FP7,	Sviluppo di materiali al carbonio	CNR ICCOM

nanostructures as metal-free catalysts.	NMP-2011-2.2-4).	dopati con elementi leggeri (N,B) come catalizzatori privi di metalli in applicazioni nelle energie rinnovabili (riduzione di O ₂ per via elettrochimica nelle celle a combustibile)	
MIR-BOSE	FET OPEN HORIZON 2020	Dispositivi optoelettronici nel medio IR e Thz	Scuola Normale Superiore - NEST
NANOBOND	POR FESR 2014-2020	Nanomateriali per la Bonifica associata a Dewatering di matrici ambientali	Acque Industriali, Labromare, INSTM, ISPRA, Bartoli, ERGO, Biochimie
SC2	EU	Realizzazione di un sorbente ceramico poroso attivato con DEA per la cattura di CO ₂ nei fumi di centrali a carbone	INDUSTRIE BITOSSI
SUN	FP7	Sostenibilità dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
TANIA – TreAting contamination through Nanoremediation	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II°)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative	ASEV, Regione Toscana
ULTRAQCL	EU FET-OPEN Horizon 2020	Laser ad impulsi corti nel THZ	Scuola Normale Superiore - NEST

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Università di Helsinki (Finlandia), Università di Lorraine (Francia), Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia), University of Leeds (Regno Unito), Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet NTNU (Norvegia),
- **Industrie:** SICAT SARL (Francia), Prototech AS, WAI-ES (Norvegia), Advanced Environmental Technologies Lda (Portogallo).
- **Altro:** Consiglio Regionale di Päijät-Häme (Finlandia), Consiglio Regionale di Alsace Champagne-Ardenne Lorraine (Francia), Regione di Creta (Grecia), Governo di Baranya County (Ungheria).

4.5 Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare

Roadmap n. 5 - Tecnologie per recupero e la valorizzazione dei materiali in un'ottica di economia circolare

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

Il **riciclo dei materiali** di scarto da rifiuti solidi urbani (plastica, carta, vetro, alluminio, acciaio) e il recupero di metalli (preziosi e critici) e materiali da rifiuti speciali (rifiuti delle attività agri-food e manifatturiere, industria estrattiva, siderurgica, ecc.) fanghi da trattamento delle acque reflue urbane, e materiali da apparecchiature elettriche ed elettroniche, è un campo strategico da considerare, sia per le competenze presenti sia per la promozione da parte della comunità europea dell'**Economia Circolare**, approccio che incide sia su un mercato particolarmente rilevante come quello del riciclo e del trattamento dei rifiuti più in generale (sintetizzato nella tabella sottostante), sia su numerosi settori industriali che producono o usano i cosiddetti materiali "secondari", cioè riciclati.

Mercato globale del trattamento dei rifiuti (incluso il riciclo)	
Grandezza del mercato	180 miliardi di dollari nel 2015 ⁶⁵ .
Trend evolutivo	300 miliardi di dollari nel 2023 ⁶⁶ . Uno dei maggiori driver della crescita è la rapida urbanizzazione e l'aumento dei livelli di consumo di risorse come materie plastiche, carta, edibili e tessili. In particolare la crescita nel mercato del riciclo è sostenuta dalla una regolamentazione sempre più stringente.
Posizionamento geografico	Gli Stati Uniti generano circa 250 milioni di tonnellate di rifiuti, con un tasso di riciclo del 34%. Si stima che il mercato Europeo veda una crescita sostenuta. In particolare <u>nel mondo del riciclo Eurostat⁶⁷ indica il dettaglio del mercato per singolo materiale (vetro, plastiche, carta ecc.)</u> notando che il mercato europeo presenta un considerevole surplus positivo, con un aumento progressivo dell'esportazioni di materiali secondari al di fuori dell'europa.
Segmentazione per attività	Raccolta, riciclo, incenerimento, discarica.
Principali settori	Considerando i settori di produzione dei rifiuti il mercato può essere segmentato nei seguenti settori principali: rifiuti urbani, apparecchiature elettroniche, agricoltura, settore forestale e fishing, minerario, costruzione, manifatturiero ed energia ⁶⁸ .

All'interno della Roadmap n. 5, nel campo del riciclo dei materiali da rifiuti solidi urbani meritano attenzione le tecnologie che permettono di attivare o migliorare il recupero e riciclo di frazioni complesse (anche attraverso interventi di progettazione in base al fine vita degli stessi prodotti immessi sul mercato) ed alle nuove tecnologie di selezione e separazione di frazioni residuali ad alto valore aggiunto. Per frazioni già

⁶⁵ <https://www.gminsights.com/industry-analysis/solid-waste-management-market>

⁶⁶ <https://www.gminsights.com/industry-analysis/solid-waste-management-market>

⁶⁷ http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Recycling_-_secondary_material_price_indicator

⁶⁸ [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2014_\(%25\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-28,_2014_(%25)_YB17.png)

separate l'utilizzo del nano-design e di nuovi processi può permettere la produzione di materiali a maggiore valore aggiunto, con espansione dei mercati basati sui materiali riciclati e recuperati.

Il processo di identificazione e definizione della Roadmap n. 5 si è avvalso anche della attività di confronto e scambio a livello internazionale che la ASEV, soggetto Gestore del DT Materiali, sta conducendo assieme alla Regione Toscana nell'ambito del network Europeo TANIA "TreAting contamination through NanoremediAtion" (programma INTERREG EUROPE).

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Industria del Riciclo	5.1. Nanotech per la individuazione e recupero di materiali di scarto da filiere industriali toscane (settori lapideo, conciario, tessile, cartario) e valutazione sperimentale della sostenibilità di nuove filiere industriali toscane che reimpieghino tali scarti per sostituzione di prodotto.	2018-2025	Barriere tecnologiche (performance) e normative. Scale-up
	5.2. Bio-conversione di materiali ad alto e basso peso molecolare (i.e. processo metabolico mirato alla produzione di sostanze con elevata solubilità). Processi biotecnologici per lo smaltimento dei rifiuti urbani e industriali, in particolare manufatti plastici a base poliidrocarburica (PE e PP) e valorizzazione di sostanze chimiche derivate dai processi medesimi Depolimerizzazione selettiva dei poliesteri (PET, PLA) per ottenere i costituenti monomerici o altri prodotti ad alto valore aggiunto.	2020-2025	Competizione con produzioni consolidate, da materie prime
	5.3. Valorizzazione e riciclo delle biomasse: - per la produzione carburanti/chemicals (metanolo, dimetiletere) e mitigazione CO2 - come raw materials per la produzione di Liquid Organic Hydrogen Carriers mediante liberazione di idrogeno sia con metodi catalitici che foto- ed elettrocatalitici - per l'ottenimento di prodotti di seconda trasformazione (biocarburanti, biocarboni e biofertilizzanti avanzati) - per produzione di compost granulato secco di alta qualità - per la formulazione di alimenti, l'estrazione di principi attivi ad attività nutraceutica	2018-2024	Barriere tecnologiche. Regolamentazione. Costi
	5.4 Riciclo pneumatici per produzione di carburanti, chemicals e zolfo	2020-2025	Barriere normative, costi
	5.5 Compositi e resine riciclabili e riciclo di materiali bio-based nei settori del packaging, tessile, arredo e automotive	2020-2025	Barriere normative, costi
	5.6 Sviluppo di tecnologie per il riciclo di materiali compositi da pale di turbine eoliche e/o da applicazioni in ambito yachting	2020-2025	Barriere tecnologiche e normative
ura, Alimenta	5.7. Recupero di scarti forestali /agricoli /alimentari e loro trattamento finalizzato a nuovi processi di produzione. Es:	2018-2024	L'interesse verso il

	<ul style="list-style-type: none"> - bio-refinery con recupero di componenti bioattive, molecole di interesse industriale ed energia - tecnologie "biogas to chemicals" e "biogas to biomethane" - design e sintesi di materiali compositi a partire da "felts" di carbonio per trattamento di "coating" superficiale con fasi carboniose altamente idrofobiche ottenute da processi termici di componenti alimentari (zuccheri e lieviti) - macinazione per la produzione di biocompositi funzionali per applicazioni diverse (es: packaging compostabile) - carbonizzazione e funzionalizzazione per utilizzo come ammendanti agricoli o come materiali per l'assorbimento di inquinanti - sviluppo di metodi innovativi di conversione catalitica sostenibile per le trasformazioni delle biomasse e dei rifiuti a base carbonio 		biometano è frenato dalla mancata presenza di impianti per biogas per bassi volumi
	5.8. Recupero e valorizzazione dei reflui zootecnici, dei residui colturali e dei sottoprodotti dell'agroindustria (es: casearia), con risparmio sui costi di gestione e integrazione del reddito dell'azienda agricola e risoluzione di conflittualità ambientali e sociali. Ad esempio sfruttamento dei residui della lavorazione dell'industria alimentare per coltivare microrganismi, microalghe e piante superiori, applicando all'interno del territorio un nuovo modello di farming basato su riduzione dei consumi e sfruttamento degli scarti della lavorazione.	2018-2024	Barriere Tecnologiche. Regolamentazione Europea
	5.9 Recupero e riutilizzo di materiale proteico di scarto da allevamenti (piume di pollame, gelatine) ed altri scarti dell'industria agroalimentare e manifatturiera (es: conciaro) per la produzione di bioplastiche	2018-2024	Costi e requisiti di mercato
	5.10 Biochar attivato con microrganismi per fertilizzazione suolo e biorimediazione	2018-2024	Barriere Tecnologiche. Regolamentazione Europea
Agroindustria, Alimentare e Farmaceutico	5.11. Recupero, analisi e valorizzazione di principi nutraceutici per la funzionalizzazione di prodotti alimentari. Esempi: <ul style="list-style-type: none"> - uso di scarti di produzione toscani dell'industria agroalimentare (es. oleario, conserve, vino) per la produzione di integratori proteici e probiotici, nonché additivi con specifiche funzioni. - sfruttamento dei residui della lavorazione dell'industria (es. alimentare, filiera lattiero-casearia) al fine di ridurre i consumi e sfruttare gli scarti della lavorazione. - estrazione e purificazione di composti bioattivi (pigmenti, acidi grassi e proteine) da inserire in alimenti fortificati per la nutrizione umana e/o animale ed in acquacoltura. - valorizzazione delle vinacce nel settore agro-alimentare come fonte di fibre e proteine per nuovi alimenti (o prodotti chimici ad alto valore aggiunto). 	2018-2024	Requisiti di mercato. Comunicazione e marketing
	5.12. Materiali e strategie di valorizzazione di materie prime per il settore farmaceutico e cosmetico. Esempi: <ul style="list-style-type: none"> - produzione di cosmetici ad attività antiaging e antiossidante con molecole bioattive estratte o prodotte da microrganismi/microalghe; - nobilitazione di scarti di lavorazione della castagna per la 	2018-2025	Competizione internazionale. Barriere di mercato

	<p>produzione di una linea cosmetica dedicata ad alto valore aggiunto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - valorizzazione di prodotti di scarto agroalimentari attraverso l'estrazione di polifenoli dotati di peculiari proprietà antiossidanti e protettive per la salute umana da aggiungere a prodotti cosmetici e tessili. - valorizzazione di prodotti di scarto tipici Toscani (e.g. scarti produzione vino, olive, industrie agroalimentari) mediante estrazione di molecole di interesse applicativo.) - applicazione di biotecnologie nell'ambito della cosmetica, della nutraceutica e dei biostimolanti al fine di valorizzare frazioni organiche che altrimenti sarebbero smaltite come scarti. - recupero materie da fanghi derivanti da ciclo produttivo case farmaceutiche 		
	5.13. Utilizzo dei materiali biodegradabili o compostabili in applicazioni specifiche (e.s. packaging alimentare) con abbattimento dell'impatto ambientale.	2018-2025	Competizione internazionale
	5.14. Nobilitazione di scarti di produzione industriale e residui di bonifiche per la produzione di materiali ad alto valore aggiunto.	2020-2025	Difficile upscaling da parte delle industrie toscane
	5.15 Conversione del biometano attraverso processo termochimico catalitico in assenza di ossigeno (Pirolisi catalitica) per ottenere grafite e idrogeno	2020-2025	Barriere normative
	5.16. Acquacoltura ed utilizzo delle microalghe (e biotecnologie): <ul style="list-style-type: none"> - come fonte alimentare, per la produzione di alimenti ed integratori - per ottenimento di estratti ad attività biostimolante da introdurre sul mercato nel settore agricolo e vivaistico - per la produzione di sostanze nutraceutiche o eventualmente di energia e di nuovi materiali a ridotto impatto ambientale. 	2020-2025	Regolamentazione europea che limita l'impiego di alghe nell'industria alimentare
Manifatturiero e Chimico	5.17. Sviluppo di cementi innovativi e compositi a partire da sedimenti marini, scarti industriali e agricoli (es. proteine di scarto provenienti dalla lavorazione del formaggio, della pelle e della carne e da farine). Uso combinato di altre biomolecole (zuccheri) per lo sviluppo di nuovi materiali.	2020-2025	Carenza materiali di scarto per scale-up industriale.
	5.18. Sviluppo di vetri o materiali ceramici da prodotti di riciclo.	2018-2023	Innalzamento target qualitativi
	5.19. Incentivazione all'introduzione di scarti in processi industriali tradizionali, in modo da ridurre gli investimenti e sostituire prodotti consolidati con altri a diminuito impatto ambientale e con analoghe prestazioni.	2018-2024	Necessità di interventi e politiche supporto finanziario pubblico
	5.20 Tecnologie ad ultrasuoni per l'ambiente (es: Uso di ultrasuoni per migliorare i processi di concia e ridurre l'uso di cromo e l'inquinamento ambientale)	2018-2024	Costi e barriere tecnologiche
	5.21. Sviluppo di tecniche innovative di miscelazione e modifica di miscele di polimeri (plasmix) derivanti dalla raccolta differenziata. Valorizzazione mediante	2020-2025	Barriere tecnologiche e standard di

	<p>funzionalizzazione dei prodotti riciclati finalizzata alla reimmissione in un nuovo ciclo industriale. Esempi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - funzionalizzazione di miscele poliolefiniche provenienti da post consumo e re-processing in estrusore con impiego di agenti modificanti/compatibilizzanti; - modifica di resine polimeriche mediante tecniche di grafting radicalico per usarle come compatibilizzanti di miscele polimeriche); - ottimizzazione della miscela di polimeri nel plasmix per la produzione di carburanti, chemicals e mitigazione CO2 - sviluppo di processi catalitici innovativi per la conversione di scarti plastici in molecole ad alto valore aggiunto tramite depolimerizzazione selettiva - produzione di carbone da carbonio di riciclo per industria siderurgica 		<p>riferimento. Difficoltà nel proporre metodologie universali applicabili per materiali a diversa composizione</p>
	<p>5.22. Recupero mediante procedure innovative di scarti della lavorazione di marmi, pelli, carta, tessuti, vernici, ecc.</p>	2018-2024	<p>Necessario individuare in tempi brevi dei processi capaci di valorizzare gli scarti industriali e rendere sostenibili tali attività</p>
	<p>5.23. Studio di processi alternativi “environmentally green” e ad alta efficienza per il recupero di metalli preziosi, scarsi e terre rare (Li, Ni, Co, Cu, Pt, Ru, Rh, Pd, Sm, Dy) da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiali a fine vita dell'industria orafa, elettronica, chimica, automobilistica, manifatturiera in generale - batterie ed elettrocatalizzatori per celle a combustibile PEMFC, SOFC - riciclo di magneti permanenti 	2020-2025	<p>Competizione internazionale. Tecnologia e sicurezza</p>
	<p>5.24. Recupero scorie bianche e scorie nere da fornaci ed altiforni metallurgici industriali.</p>	2020-2025	<p>Barriere normative legate all'uso di materiali contenenti ioni metallici</p>
	<p>5.25. Valorizzazione degli scarti contenenti ossidi di titanio dell' industria regionale come nuove materie prime (ceramico).</p>	2020-2024	<p>Costi di recupero</p>
Produzione energetica	<p>5.26. Tecnologia H2S/CO2 per il settore geotermico, per abbattere le emissioni di CO2, e per il recupero di syngas, idrogeno, zolfo e char</p>	2018-2024	<p>Competizione internazionale</p>
	<p>5.27. Recupero di metalli preziosi e sintesi di catalizzatori ad alte prestazioni.</p>	2018-2024	<p>Competizione internazionale</p>
	<p>5.28. Sviluppo di tecnologie per estrazione, recupero e trattamento delle frazioni bioattive dalla biomassa di micro alghe e residui vegetali di origine marina. Valorizzazione energetica dei residui ottenuti attraverso tecnologie di conversione termochimica quali pirolisi, HTC (HydroThermal Carbonization) ed HTL (HydroThermal Liquefaction) con elevato contenuto di acqua (>70%).</p>	2020-2025	<p>Dipendenza dell'economicità dai prezzi del mercato dei combustibili fossili</p>
(F a n	<p>5.29. Ottimizzazione del processo di trasformazione di</p>	2020-2025	<p>Tempi</p>

	biomasse in prodotti carboniosi (char) ad elevato valore: recupero della frazione organica e delle materie prime (es: carbonio, fosforo, composti dell'azoto, silice) da fanghi di depurazione derivanti dal trattamento di acque reflue urbane ed industriali, FORSU, e recupero degli elementi inorganici di interesse (fosforo, silicio, alluminio, magnesio, etc..)		autorizzativi per impianti di trattamento e fattori ambientali di scelta sito
	5.30 Processi di recupero di cellulosa da acque reflue urbane ed industriali e da rifiuti da raccolta differenziata	2020-2025	Costi di recupero
	5.31 Produzione di compost di alta qualità da FORSU	2020-2025	Costi di recupero
	5.32 Trattamento dei "gessi rossi" con tecnologie chimiche e ingegneristiche innovative per l'estrazione di metalli e la produzione di solfato d'ammonico e CaCO ₃	2020-2025	Costi di recupero, barriere normative
	5.33 Processi chimico-fisici per il recupero materiali (plastiche, metalli) e terre rare da RAEE (es: magneti da memorie di hard disk, riciclo schede elettroniche, etc.)	2020-2025	Competizione internazionale, barriere normative
	5.34 Sviluppo di sistemi per il pre-trattamento fisico-meccanico e biotecnologico (lombricompostaggio) di manufatti a base di bioplastiche compostabili (es: PLA) al fine di favorire l'effettiva biodegradazione negli attuali impianti di compostaggio ottenendo un compost di qualità.	2020-2025	Costi, competizione, barriere normative
	5.35 Recupero e riciclo masse di posidonia spiaggiata	2020-2025	Costi di recupero, barriere normative

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁶⁹.

	Principali Contesti Territoriali
Industria del Riciclo	Settore lapideo (Massa Carrara, Lucca)
	Settore cartario (Lucca, Pistoia)
	Settore moda / tessile (Firenze, Prato)
	Settore plastica riciclata (Pontedera)
Settore Forestale, Agricoltura, Allevamento e Ittica	Settore agroforestale ed ittico (Massa Carrara, Grosseto, Siena, Pisa, Pistoia, Livorno)
Agroindustria e Alimentare	Settore vitivinicolo / oleario / agricolo (Grosseto, Siena; Firenze, Pisa, Lucca)
	Settore florovivaistico (Pistoia)
Manifatturiero, Farmaceutico e Chimico	Settore Oil & Gas & Chemicals (Livorno, Pisa)
	Settore farmaceutico (Siena)

⁶⁹ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

	Settore lapideo (Massa Carrara, Lucca)
	Settore Conciario (Ponsacco, Santa Croce)
	Settore cartario (Lucca, Pistoia)
	Settore componenti elettroniche (Firenze, Pisa)
	Settore orafa (Arezzo)
Produzione energetica	Settore geotermico (Grosseto)
Settore Trattamento Rifiuti organici (Fanghi, FORSU, Digestati e Compost)	Ricadute e applicabilità sull'intero territorio regionale

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La focalizzazione sul riciclo e valorizzazione della Roadmap 5 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano vasti e numerosi, legati sia alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari (nelle provincie di Firenze, Pisa, Siena, Livorno e Lucca) sia agli Istituti per la protezione e la ricerca ambientale della regione e alle municipalità in tutte le provincie toscane.

La radicalizzazione del know-how relativo alla Roadmap 5 nel territorio toscano si evince tra l'altro dai numerosi progetti regionali e nazionali, ma anche europei.

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Da segnalare nel 2019 la costituzione **Rete Toscana AIRES** "Ambiente Innovazione Ricerca Energia Sviluppo" il primo network di ricerca e sviluppo industriale italiano del settore dell'economia circolare che si propone di promuovere iniziative e progetti comuni in materia di energia e ambiente, sicurezza alimentare, trattamento innovativo dei rifiuti, per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici e promuovere un approccio basato sullo sviluppo sostenibile.

Nome	Tipo
3Emme Srl (Massa)	Industria
Acea Ambiente Srl (Terni), partecipate toscane (Pontedera, Empoli, Pisa, Firenze)	Industria
ACEA Ambiente SPA	Industria
Achimo Srl (Prato)	Industria
ACQUE INDUSTRIALI Srl (Pontedera – PI)	Industria

Agroittica Toscana Soc. agr Srl (Piombino – LI)	Industria
AIT Toscana (Firenze)	Industria
ALIA Servizi ambientali SpA (Firenze)	Industria
ALPA Spa (Santa Croce sull'Arno – PI)	Industria
Ambienta Srl (S. Giovanni Valdarno, AR)	Industria
Archa Srl (Pisa)	Industria
ARPAT (Firenze)	Altro
ASCIT Spa (Capannori – LU)	Industria
Auserpolimeri Srl (Piano di Coreglia – LU)	Industria
Azienda Agricola Andrea Ulivieri (Castel del Piano – GR)	Industria
Azienda Agricola Roberto Ulivieri (Castel del Piano – GR)	Industria
BESTE SpA (Prato)	Industria
Brandani Gift Group Sas (Pescia – PT)	Industria
Cavalzani INOX (Calenzano, FI)	Industria
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria
Cabro Spa (Arezzo)	Industria
Carrara Marble Way Srl (Avenza – MS)	Industria
Catalyst Edilizia Innovativa Srl (Firenze)	Industria
Centro per l'economia Circolare (Rosignano M.mo – LI)	Ricerca
Centro Rifiuti Zero (Capannori – LU)	Industria
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CFT Società Cooperativa (Firenze)	Industria
CIA Toscana (Firenze)	Industria
CNR – Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR) (Firenze)	Ricerca
CNR – ICCOM Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (Firenze - Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Comuni	Altro
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
Consorzio Polo Tecnologico Magona (Livorno)	Industria
Coop. Maricoltura e Ricerca (Isola di Capraia – LI)	Industria
Dife Spa (Pistoia)	Industria
DTE Toscana (Distretto Tecnologico Energie Rinnovabili)	Altro
ECOPOL Spa (Capannori – LU)	Industria
Essity (Lucca)	Industria
ESTRA Clima Srl (Prato)	Industria
F&M Fotosintetica e Microbiologica Srl (Firenze)	Industria
Faggi Spa (Sesto F.no – FI)	Industria
Femto Engineering Srl (San Casciano Val di Pesa – FI)	Industria
Fermet Srl (Pontedera – MS)	Industria
Flash Point Srl (Cascina – PI)	Industria
Fratelli Petralli Srl (Empoli, FI)	Industria
Galleno Plastica Srl (Montopoli in Val d'Arno – PI)	Industria
Gestori del SII (Firenze)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IED Istituto Europeo di Design (Firenze)	Ricerca
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca

Industria Farmaceutica Galenica Senese Srl (Monteroni d'Arbia – SI)	Industria
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
In Giardino Srl (Pontedera, PI)	Industria
Irplast Spa (Empoli – FI)	Industria
ISOTECH Srl (Pontedera – PI)	Industria
ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Livorno)	Ricerca
Italfind Srl (Pisa)	Industria
Italnastri Spa (Cerreto Guidi – FI)	Industria
LaborChimica Srl (Arezzo)	Industria
Lem Srl (Levane-Buccine – AR)	Industria
Lifecares Srl (Siena)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
Lucart Spa (Porcari – LU)	Industria
Lucense Srl (Lucca)	Industria
Marwan Technology Srl (Pisa)	Industria
Marziali Recuperi Srl (Montevarchi – AR)	Industria
Nanesa Srl (Arezzo)	Industria
Next Technology Tecnotessile Srl (Prato)	Industria
NGS Sensors Srl (Pisa)	Industria
ORBIT – Osservatorio Regionale delle Biotecnologie per l'Innovazione Tecnologica presso Università degli Studi di Firenze C.I.B.I.A.C.I. Centro Interdipartimentale di servizi per le biotecnologie di interesse agrario chimico industriale (Firenze)	Ricerca
Organazoto (San Miniato, PI)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Planet Bioplastics Srl (Pisa)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
Publiacqua SpA (Firenze)	Industria
Qualiterbe Srl (Pitigliano – GR)	Industria
RINA Consulting Srl (Viareggio-LU)	Industria
RE-CORD Srl (Scarperia, FI)	Ricerca
RETI AMBIENTE Spa (Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara)	Industria
Revet Spa (Pontedera – PI)	Industria
Roccone Srl Società agricola (Piancastagnaio – SI)	Industria
Roggi Srl (Borgo Santa Rita – GR)	Industria
Romana Maceri Centro Italia Srl (Arezzo)	Industria
Rubberplast Srl (Castiglioncello – LI)	Industria
SAFIMET Spa (San Zeno – AR)	Industria
Scapiigliato S.r.l. (Rosignano Marittimo, LI)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
SEGIS Spa (Poggibonsi – SI)	Industria
SEI Toscana (Siena)	Industria
Selene Spa (Lucca)	Industria
Sienambiente SpA (Siena)	Industria
Sifra Srl (Montemurlo — PO e Pistoia)	Industria
Simonelli Santi Srl (San Quirico d'Orcia – SI)	Industria
Simurg Ricerche Snc (Livorno)	Ricerca
Sniap Srl (Collesalveti – LI)	Industria
Sofidel Spa (Lucca)	Industria
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Superior SpA (S. Croce – LU)	Industria

TERRELOGICHE Srl (Campiglia Marittima – LI)	Industria
Toscana Ecoverde Srl (Gruppo Granchi Pomarance – PI)	Industria
Union B.i.o. Srl (Arezzo)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Industriale - DIEF	Ricerca
Università di Firenze–Dipartimento di Ingegneria Civile e ambientale DICEA	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca
Università Di Siena – Dip. Biotecnologie Chimica E Farmacia	Ricerca
Whirlpool Srl (Siena)	Industria
Zamak Srl (Levane e Buccine – AR)	Industria

Stakeholders/competitors extra regionali

Dalla ricerca di mercato effettuata sono emersi i seguenti competitors internazionali extra-regionali industriali, per lo più legati al mondo della gestione dei rifiuti industriali (incluso anche il riciclo): Daiseki Co. Ltd. (Giappone), SembCorp (Singapore), EnviroServ Waste (Sud Africa), Remondis (Germania), Clean Harbors (USA), Republic Services (USA), Suez Environment (Francia), Veolia Environmental (Francia), Waste Management Inc.(USA) e Stericycle Inc.(USA).

Esempi di stakeholders nell’ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Joint Research Centre (Commissione Europea. Attività per esempio ad Ispra (VA)), Università degli Studi di Milano, University of Newcastle (Regno Unito) e Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS (Francia), NIBIO (Norwegian Institute of Bioeconomy Research) (Norvegia).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

Progetto/Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AGRIMAX	H2020 BBI-JU H2020	Agri and food waste valorization co-ops based on flexible multi-feedstocks biorefinery processing technologies for new high added value applications	CNR - IPCF, CERTEMA, INSTM, ICCOM
AGROCEUTICAGREEN	Bandi RT RS2020	Produzione ed uso di nuovi formulati a base di molecole bioattive naturali per il trattamento antifungino e antibatterico di suoli e il controllo delle colture	IN GIARDINO, UNIONBIO, AMBIENTA, UNISI
A.I.R.E.S. Ambiente Innovazione Ricerca Energia Sviluppo	Contratto di rete	Centro di ricerca e sviluppo industriale italiano del settore dell’economia circolare, che si propone di promuovere iniziative e progetti comuni in materia di energia e ambiente, sicurezza alimentare, trattamento innovativo dei rifiuti,	ACEA, SEI TOSCANA, ALIA, ASEV, INSTM, SIENAMBIENTE, CISPEL, CPTM, CREAM,

		per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici e promuovere un approccio basato sullo sviluppo sostenibile	ESTRA, CSA Impianti, SCAPIGLIATO, TIEMME
AMPHIBIAN	NMBP-03-2016, Call: H2020-NMBP-2016-2017 (NANOTECHNOLOGIES, ADVANCED MATERIALS, BIOTECHNOLOGY)	Realizzazione di magneti permanenti ibridi, a basso costo, senza uso di materiali critici	CNR-ICCOM, INSTM
BEST4Hy	H2020-EU.3.3.8 H2020-EU.3.4.6	SutainaBIE SoluTions FOR recycling of EoL Hydrogen Technologies	CNR-ICCOM, RINA Consulting
Bio2Energy	Bando FAR FAS 2014	Produzione di biocombustibili da rifiuti organici	SEA Risorse, ALIA, Cavalzani Inox, ICCOM, Publiambient e, PIN
BIONTOP	HORIZON 2020 (BBI)	Novel packaging films and textile with tailored end of life and performances based on bio polymers and coatings	ARCHA, INSTM, PLANET BIOPLASTICS
CEM-WAVE	HORIZON 2020 (SPIRE)	High performing materials leading the shift to cleaner manufacturing	UNIPI, CNR-IPCF
COLABATS	FP7	Cobalt and lanthanide recovery from batteries	CNR-ICCOM
ECOFUNCO	HORIZON 2020 (BBI)	Eco sustainable multifunctional biobased coatings with enhanced performance and end of life options	UNIPI, INSTM, LUCENSE, Planet Bioplastics, ARCHA
ECO-PULPLAST	Programma LIFE	Riciclo scarto di pulper di cartiera	Lucense Srl; Selene Srl
FISSAC	H2020	Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain	RINA Consulting
GREEN TRACK	HORIZON 2020 (Call new green deal 2020-8.1)	Green Traceability Across Environments for Persistent Pollutants to Deploy Sustainable Technological Solutions (STs) and Ensure Food Safety	INSTM, INGELIA, SIMAM (gruppo ACEA)
INSPIRES	EIT RawMaterials	INtelligent and Sustainable Processing of Innovative Rare-Earth MagnetS	CNR-ICCOM

KERAPACK	Bando MANUNET 2017	A novel integrated approach for the reduction, recycling and reuse of poultry feathers by keratins based packaging manufacturing	CNR-ICCOM
IDRO SMART	Bandi RT RS 2020	Soluzioni avanzate per la gestione ed il recupero di materia negli impianti di trattamento acque reflue	PUBLIACQUA, ACHIMO, RE-CORD, UNIFI, Petralli, NGS sensors, Lifecares
LEGUVAL	FP7-SME-2012-2	Recupero e valorizzazione di scarti alimentari per la realizzazione di materiali plastici biodegradabili e compostabili	CNR - IPCF
LIFE LIBAT	LIFE16 ENV/IT/000389	Recycling of primary Lithium BATTERY by mechanical and hydrometallurgical operations	CNR-ICCOM
LIFE WEEE	PROGRAMMA LIFE 2014-2020	"Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE): tesori da recuperare!	ALIA, ACEA, ANCI TOSCANA
NEOHIRE - NEODYMIUM-IRON-BORON base materials, fabrication techniques and recycling solutions to HIGHLY REDUCE the consumption of Rare Earths in Permanent Magnets for Wind Energy Application	H2020 -NMBP-03-2016	Ridurre l'utilizzo di terre rare nella produzione di turbine eoliche, attraverso nuove tecnologie e nuove strategie di riciclo	Università degli Studi di Firenze
NEXT-LIB	Call ERA-MIN2	Novel Circular Economic Approaches for Efficient Extraction of Valuable from Spent Li-Ion Batteries	INSTM
POSIDONIA 360	Bandi RT RS 2020	Gestione eco-sostenibile dei residui di Posidonia oceanica per la loro valorizzazione e processazione 4.0 nella produzione di manufatti biodegradabili, fertilizzanti, distillati vegetali e materiali ad alto valore aggiunto	FEMTO, Romana Maceri, INSTM, ERGO, Organazoto, Planet Bioplastics
RAEE-RECYCLE	Bando RAEE Min.Ambiente 2020	Riciclo di schede elettroniche mediante pirolisi a microonde integrata a linee di recupero dei metalli	ROMANA MACERI, UNIPI
RECOVER	BBI JU H2020	Development of innovative biotic symbiosis for plastic biodegradation and synthesis to solve their end life challenges in the agriculture and food industries	UNIPI, Femto Engineering
RISORSA	Bando RAEE Min.Ambiente	Riciclo di metalli ed ossidi da schede componenti dei	INSTM, Aziende del

	2020	computer	gruppo ACEA
SANOWORK "Safe nano worker exposure scenarios"	FP7-NMP-2011-SMALL-5	Safety dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
SHREDDERSORT	FP7-ENV-2013.6.3-1	Realizzazione di in sistema LIBS per il monitoraggio online di scarti industriali	CNR – ICCOM
SLUDGE MINING	Bando MISE 2018 (DD 27)	Recupero di materie prime critiche e nuovi prodotti dai fanghi di depurazione	INSTM, ACEA, RE-CORD
SLUDGE 4.0	POR FESR (RS 2017)	Economia circolare per il trattamento e la trasformazione dei fanghi biologici in biofertilizzanti	INSTM, ACQUE INDUSTRIALI, INGELIA, PH, TERRELOGICHE, ERGO
SUN	FP7	Sostenibilità dei nanomateriali	Colorobbia Consulting
TANIA – TreAting contamination through Nanoremediation	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II*)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative	Agenzia lo sviluppo empoese Valdelsa, Regione Toscana
UNICO	Bandi RT RS 2020	Innovazioni di filiera e di processo per la trasformazione 4.0 dei rifiuti in materie prime seconde di qualità	ALIA, ACEA, ESTRA, INSTM, SEI, CPTM, CAVALZANI, SIENA AMBIENTE, TERRELOGICHE

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** Università di Helsinki (Finlandia), Università di Lorraine (Francia), Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), University of Birmingham (Regno Unito), Fraunhofer Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung E.V. (Germania)
- **Industrie:** Indar Electric SL (Spagna), Aichi Seiko Kabushiki Kaisha (Giappone) e Kolektor Magnet Technology GmbH (Germania).
- **Altro:** Consiglio Regionale di Päijät-Häme (Finlandia), Consiglio Regionale di Alsace Champagne-Ardenne Lorraine (Francia), Regione di Creta (Grecia), Governo di Baranya County (Ungheria).

4.6 Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D

Roadmap n. 6 - Materiali per la Stampa 3D

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

La **stampa 3D (o manifattura additiva)**⁷⁰ sta portando ad una rivoluzione dell'industria manifatturiera: nel prossimo futuro si assisterà ad un passaggio da un modello centralizzato e fortemente localizzato ad un'industria "diffusa" dove potenzialmente ogni cittadino potrà diventare "produttore di beni".

La stampa 3D consente infatti la fabbricazione diretta di manufatti tridimensionali, precedentemente digitalizzati attraverso specifici software di modellazione. Nel corso degli ultimi tre decenni, sono state sviluppate una grande varietà di tecnologie di stampa 3D, che consentono di trasformare un' "idea" in un prototipo. Data l'estrema adattabilità e il rapido sviluppo di questa tecnologia, si potrà assistere nel breve periodo ad una rivoluzione trasversale in tutti i settori sia produttivi che non, dal manifatturiero al design, nel campo medico, dai servizi alle nuove tecnologie, fino ai settori della meccanica fine, dell'elettronica e dell'edilizia. Una delle sfide sarà quella di rendere facile il passaggio da una funzione prototipale di questa tecnologia ad una più meramente produttiva.

Il mercato della manifattura additiva appare ad alto potenziale di crescita (vedi tabella sottostante) ed in ambito Europeo c'è grande fermento, da parte della commissione e di note aziende del settore⁷¹, con l'obiettivo di definire le linee prioritarie della ricerca in questo settore⁷².

Mercato globale della stampa 3D (o manifattura additiva)	
Grandezza del mercato	<u>Stampa 3D senza i materiali</u> : 2.7 miliardi di dollari nel 2014. <u>Materiali per stampa 3D</u> : 304 milioni di dollari nel 2014 ⁷³ .
Trend evolutivo	<u>Stampa 3D senza i materiali</u> : 11,14 miliardi di dollari nel 2020, con una crescita media annua del 20,9%. <u>Materiali per stampa 3D</u> : 1,1 miliardo di dollari nel 2020, con una crescita media annua del 19,3% ⁷⁴ . Tra i principali driver di crescita vi sono la crescita nell'industrializzazione e la richiesta di prodotti dal design complesso.
Posizionamento geografico	L'America del Nord è la regione leader di mercato. Tuttavia si stima che sia il mercato europeo sia quello della regione Asia-Pacifica avranno un alto tasso di crescita.

⁷⁰ Nel presente documento è stato utilizzato il termine di Stampa 3D piuttosto che di Manifattura Additiva (Additive Manufacturing), perché generalmente più immediatamente comprensibile per i potenziali stakeholder del documento, provenienti da settori diversi.

⁷¹ AM Platform (<http://www.rm-platform.com/>), che include i principali stakeholder europei nel settore della stampa 3D.

⁷² Si veda la Roadmap del progetto FOFAM (2016) e il suo follow-up (AM-MOTION), la cui roadmap completa sarà resa disponibile a Giugno 2018. Alcuni lavori preparatori sono disponibili su www.am-motion.eu.

⁷³ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/additive-manufacturing-material-market-167268760.html>

⁷⁴ <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/additive-manufacturing-material-market-167268760.html>

Segmentazione per tecnologia	Stereo-litografia (SLA), Binder-jetting, poly-jet, laser sintering, Electron Beam Melting (EBM), Fused Deposition Modelling (FDM), Laminated Object Manufacturing (LOM), stampa 3D inkjet (3DP).
Segmentazione per materiale	Plastiche, metalli, ceramici e altro (cera, carta ecc.).
Principali settori	Aerospazio, Automotive, Prodotti di Consumo, Salute, Difesa, Macchine e Utensili industriali, Energia, Elettronica, Edilizia e Architettura, Ricerca e Istruzione. Si stima che il settore maggiormente in crescita sarà quello della salute.

La Roadmap n. 6 si focalizza sui materiali per la stampa 3D, le cui tecnologie sono estremamente diversificate. Si va dalla semplice ed economica tecnologia FDM (“Fused Deposition Modelling”), che utilizza filamenti polimerici termoplastici fusi e risolidificati, alla tecnologia DLP, che usa resine polimeriche liquide fotopolimerizzate, alla tecnologia SLA (Stereolitografia 3D), che utilizza polveri polimeriche sinterizzate via laser, alle tecniche via laser o cannone elettronico che utilizzano polveri metalliche fuse o sinterizzate, alle tecnologie che utilizzano materiali ceramici in soluzione.

Ognuna di queste tecnologie richiede lo sviluppo di nuovi materiali che rispondano a esigenze differenziate: sostenibilità ambientale, possibilità di riciclo, alta rigidità e resistenza meccanica, conducibilità elettrica e termica, specifiche proprietà funzionali.

Contrariamente a quanto avviene per le tecnologie ed i materiali tradizionali, esisterà sicuramente nel mondo della stampa 3D una stretta relazione tra **sviluppo di nuovi materiali** e sviluppo di nuovi prodotti ed il territorio toscano non può non essere pronto a raccogliere questa opportunità. Sarà infine necessario **controllare e migliorare le proprietà dei materiali**, per esempio le caratteristiche morfologiche e di resistenza termo-meccanica dal momento che questo processo, in cui il materiale è depositato strato per strato, è diverso dalla stampa tradizionale, in cui il materiale da stampare è introdotto tutto insieme nello stampo. Sarà quindi fondamentale individuare tecnologie che permettano di produrre attraverso questo processo prodotti comparabili o migliorati rispetto agli stessi ottenuti dal processo di stampa tradizionale. Allo stesso modo, lo sviluppo di materiali stampabili innovativi (in particolare materiali compositi polimerici e ceramici) permetterà la realizzazione di manufatti con proprietà non ottenibili mediante l’utilizzo di materiali di partenza convenzionali, oltre a mantenere tutti i vantaggi dell’uso di sistemi per stampaggio 3D.

La Roadmap 6 ha impatto su diversi settori, tra cui il settore medicale, dove la stampa 3D offre evidenti vantaggi nel campo dei dispositivi biomedici, dell’ingegneria tissutale, dei materiali vetroceramici. La sua peculiare abilità di produrre pezzi singoli su misura o in pochi esemplari sulla base dei bisogni specifici del medico o del paziente, unita alla possibilità di variare il prodotto da paziente a paziente senza addizionali costi, rende questa tecnologia molto promettente per questo ambito. Nonostante le grosse potenzialità, molti sono ancora i problemi irrisolti riguardanti l’aspetto regolatorio, la produzione in ambiente sterile e la necessità di realizzare materiali capaci di conservare proprietà fisiche e chimiche volute anche dopo il processo di stampaggio. Tra le tecnologie recentemente allo studio in questo settore in ambito europeo vi è il 3D bioprinting, cioè lo stampaggio di costrutti con cellule e/o proteine per applicazioni in medicina rigenerativa.

La flessibilità e la capacità di ottenere disegni complessi è molto utile anche nei settori della meccanica fine e dell’elettronica. Infine la stampa 3D recentemente è stata impiegata a scopi dimostrativi nel campo dell’edilizia, in particolare nel utilizzo di impasti cementizi.

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2018-2025), lo sviluppo di particolari tecnologie e la loro dimostrazione in prototipi industriali (materiali, componenti o prodotti) nei settori indicati in tabella.

TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
--	------------------------------------	---------------------------

Medicale	6.1. Sviluppo e dimostrazione di nanocompositi ceramici e polimerici per la stampa 3D di prodotti dentali.	2018-2023	Competizione internazionale
	6.2. Sviluppo stampati in 3D per applicazioni ortodontiche e selezione e caratterizzazione di materiali per tali applicazioni.	2018-2023	Barriere normative
	6.3. Sviluppo e dimostrazione di bioink per 3D bioprinting di costrutti per l'ingegneria dei tessuti.	2020-2025	Barriere tecnologiche (performace dei materiali) Barriere normative. Competizione internazionale
	6.4. Messa a punto di specifici banchi prova per l'analisi in-vitro di nuovi materiali e sviluppo e messa a punto di specifici ambienti di simulazione numerica per la progettazione e l'analisi in-silico. Ad esempio, progettazione e studio meccanicistico tramite simulazioni della fotopolimerizzazione per stampanti 3D.	2018-2023	Competizione internazionale
	6.5. Sviluppo e dimostrazione di materiali compositi per la stampa 3D di dispositivi medici, protesi, esoscheletri e scaffold per ingegneria tissutale. Eventuale inserimento di materiali smart (es. materiali adattativi, materiali attivi).	2018-2024	Barriere tecnologiche (performace dei materiali) Barriere normative. Competizione internazionale
Manifatturiero e Meccanica fine	6.6. Ridefinizione dei materiali per stampa 3D, inserimento degli additivi nanostrutturati e nano strutturanti.	2018-2024	Scale-up ed industrializzazione di nuovi materiali
	6.7. Nuovi componenti e oggetti per il manifatturiero e internet of things basati su materiali adattativi (composti in grado di modificare in maniera intelligente le proprie proprietà fisico-chimiche in risposta a stimoli ambientali, variazioni di temperatura o illuminazione, degrado). per la stampa 3D come FDM e SLA.	2020-2025	Scale-up ed industrializzazione di nuovi materiali
	6.8. Sviluppo di nanopolveri metalliche e processi di deposizione.	2020-2024	Requisiti del mercato
	6.9. Sviluppo di tecniche di caratterizzazione che permettano di comparare le proprietà dei materiali prodotti con stampaggio tradizionale e con stampaggio 3D. Caratterizzazione sia dei processi di stampa che dei risultati.	2018-2024	Costi di sviluppo
	6.10. Tecnologie di stampa di elementi di grandi dimensioni e/o con caratteristiche specifiche per applicazione in processi industriali (stampi, forme etc.) o utilizzando materiali di riciclo.	2018-2024	Attività fortemente correlata allo sviluppo di materiali di stampa e processi di deposizione
	6.11 Utilizzo di formulati biopolimerici (biobased e biodegradabili) per il controllo della lavorabilità mediante 3D printing	2020-2024	Costi
	6.12 Testing delle proprietà termo-meccaniche, confronto/adattamento alle proprietà risultanti da tecniche tradizionali	2020-2024	Costi
	6.13 Analisi con tecniche di diffrazione elettronica e di microtomografia per la determinazione della struttura locale di materiali stampati in 3D	2020-2025	
	6.14 Sviluppo di materiali polimerici o compositi, preferenzialmente contenenti polimeri da riciclo o da fonti rinnovabili, che permettano di produrre tramite stampa 3D parti e	2020-2024	Requisiti del mercato. Risorse finanziarie per

	prodotti con proprietà idonee per una applicazione finale (pezzi speciali e confronto con prodotto tradizionale). Sintesi di monomeri per termoplastiche da biomassa vegetale		sviluppare sinergie industriali ad es. creazione nuovi centri di ricerca multifocali industriali
	6.15. Formatura ceramici tecnici per macchine elettriche in SiC, B4C, AlN, Zr O2, BN, Si3N4, TiB2.	2018-2023	Barriere tecnologiche
Electronica	6.16. Sviluppo di parti e componenti per l'elettronica "flessibile" basata su stampa multilayer di circuiti completi con materiali innovativi (grafene, nanoargento, sistemi misti polimeri / nanoparticelle, etc.).	2018-2025	Barriere tecnologiche
Edilizia	6.17. Sviluppo di impasti cementizi innovativi con proprietà chimiche e reologiche opportunamente controllabili. Possibilità di utilizzare nello stampa materiali di recupero anche come filler	2018-2024	La criticità maggiore è il raggiungimento degli standard meccanici richiesti

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

La tabella evidenzia i contesti territoriali di applicazione della roadmap, cioè le aree provinciali dove si concentrano le aree industriali e produttive rilevanti per la roadmap⁷⁵.

Principali contesti territoriali	
Medicale	Life Science; settore medicale e biomedicale (Siena, Pisa e Firenze)
Meccanica fine	Settore manifatturiero (Prato, Pisa)
Elettronica	Pisa
Edilizia	Firenze

Asset strategici

- bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap;
- principali stakeholders regionali industriali (sviluppo/applicazione);
- principali stakeholders regionali della ricerca (sviluppo/applicazione);
- posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership);
- stakeholders/competitors extra regionali.

Bacini di competenze territoriali legati allo sviluppo della roadmap e posizionamento internazionale delle stesse (leadership o followership)

La natura multidisciplinare della Roadmap 6 fa sì che i bacini territoriali legati allo sviluppo della roadmap siano molteplici, principalmente legati alle più grandi università, centri di ricerca e consorzi di ricerca, poli tecnologici e laboratori interuniversitari della regione nelle province di Firenze, Pisa, e Lucca.

Nonostante il limitato numero di progetti di ricerca toscani dedicati alla stampa additiva, da un lato la leadership toscana sulle nanotecnologie e la caratterizzazione dei materiali e dall'altro l'interesse industriale costituiscono degli elementi promettenti per lo sviluppo della Roadmap.

Principali stakeholders regionali industriali e di ricerca (sviluppo/applicazione)

⁷⁵ Si noti che per brevità si nomina il capoluogo di provincia per indicare la zona della provincia: es. Firenze sta per "area della provincia di Firenze".

La tabella sottostante riporta i principali stakeholder toscani relativi alla Roadmap in ordine alfabetico e divisi per tipologia (ricerca, industria o altro).

Nome	Tipo
C.R.M.Compositi Srl (Livorno)	Industria
Certema Scarl (Borgo S. Rita – Cinigiano – GR)	Altro
CNR – IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici (Pisa)	Ricerca
CNR – Istituto Nanoscienze @NEST (Pisa)	Ricerca
Colorobbia Consulting Srl (Vinci – FI)	Industria
Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (che include Unità delle Università di Siena, Pisa, Scuola Normale e Firenze) – INSTM (Firenze)	Ricerca
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase – CSGI (Sesto Fiorentino – FI)	Ricerca
ECOPOLE Spa (Capannori –LU)	Industria
Fabio Perini Spa (Lucca)	Industria
Fondazione Toscana G. Monasterio (Massa)	Ricerca
GE Oil & Gas Spa (Firenze)	Industria
GIMAX 3D Snc (Montemurlo – PO)	Industria
Grado Zero Espace Srl (Montelupo Fiorentino – FI)	Industria
IIT – Istituto Italiano di Tecnologia – Center for Nanotechnology Innovation @ NEST(Pisa)	Ricerca
INDUSTRIE BITOSSI Spa (Vinci – FI)	Industria
LMPE Srl (Capannori – LU)	Ricerca
N.T. Laboratory Srl (Calenzano-FI)	Industria
Nivol Srl (Navacchio - PI)	Industria
Nuovo Pignone Tecnologie Srl, a Baker Hughes company (Firenze)	Industria
ORTEC Innovazione e Tecnologia Srl (Firenze)	Industria
Polo Tecnologico – Comune di Capannori (Lucca)	Altro
Pontlab Srl (Pontedera – PI)	Industria
Rina Consulting Spa (Viareggio – LU)	Industria
Scuola Normale Superiore: Laboratorio NEST (Pisa)	Ricerca
SpinPET Srl (Pontedera – PI)	Industria
Technores Srl (Prato)	Industria
Università di Firenze – Dipartimento Di Chimica “Ugo Schiff”.	Ricerca
Università di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Industriale - DIEF	Ricerca
Università di Pisa – Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimenti di Ingegneria	Ricerca
Università di Pisa – Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – DCCI	Ricerca

Stakeholders/competitors extra regionali

In base all'analisi di mercato effettuata, i principali competitors industriali internazionali/extra regionali sono:

- 3D Systems, Inc. (U.S.), Stratasys Ltd. (U.S.), ExOne (U.S.), Arcam AB (Svezia), EnvisionTEC (Germania), EOS (Germania), Materialise NV (Belgio) e MCor Technologies Ltd. (Irlanda).

Esempi di stakeholders nell'ambito della ricerca (Università e centri di ricerca) sono: Caltech University (USA), MIT (USA), TNO (Belgio), University of Maastricht (Olanda), Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e. V. (Germania).

Principali partnership esistenti

- principali progetti europei di ricerca sviluppo innovazione (titolo/programma/obiettivo);
- partnership ed iniziative

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

Progetto/Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
AM-MOTION "strategic approach to increasing Europe's value proposition for Additive Manufacturing technologies and capabilities"	H2020 – Programme NMBP 2016-2017	L'obiettivo del progetto di coordinamento della ricerca AM-MOTION è quello di contribuire alla rapida ricaduta sul mercato delle tecnologie della stampa additive sviluppando una rete di stakeholder Europei, soprattutto industriali, chiamati a formulare una roadmap per lo sviluppo dell'AM in settori target (salute, energia, aerospazio, elettronica e prodotti di consumo, automotive, costruzioni)	Rina Consulting
ADAPTA	Bando Toscana Salute 2018	Sinonasal cancer: In-depth genetic analysis of patients for personalized treatment and disease monitoring	UNIFI
NANOJETS	EU ERC FP7	Nanofibre polimeriche per applicazioni optoelettroniche	Scuola Normale Superiore - NEST
xPRINT - 4-Dimensional printing for adaptive optoelectronic components	ERC-CoG-2015 - ERC Consolidator Grant	Stampa 4D per componenti optoelettronici	Scuola Normale Superiore - NEST

Esempi di partner europei

- **Centri di Ricerca/Università:** PRODINTEC (Spagna), TNO (Olanda), CEA (Francia).
- **Industrie:** MATERIALISE (Belgio), AIRBUS (Spagna), SIEMENS (Germania).

4.7 Roadmap n. 7 - Governance del Trasferimento Tecnologico e Open Innovation

Roadmap n. 7 - Governance del Trasferimento Tecnologico e Open Innovation

Descrizione

Nella descrizione della roadmap sono esplicitate:

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

La roadmap verte sulla necessità di potenziare il **sistema dei Distretti Tecnologici**, quale **strumento di governance per il sistema del trasferimento tecnologico regionale** (ricerca-industria), ma anche quale player tecnologico nelle iniziative di scambio e confronto con l'Europa (es: **EU S3 Platform**).

A tale scopo è necessario consolidare e sostenere per un arco temporale sufficiente **una rete di competenze regionali** che funzionino sia da tramite di **trasferimento tecnologico** delle realtà di eccellenza nella ricerca sui nuovi materiali e nanotecnologie presenti in Toscana, sia da **centro di servizi di avanguardia per lo sviluppo e la caratterizzazione dei materiali, supportando le aziende in un'ottica di "Open Innovation"**. I servizi di progettazione dei materiali potrebbero anche essere supportati dalla modellazione predittiva dei materiali, un'area di applicazione chiave dell'High-Performance Computing (HPC), strettamente legata al mercato unico digitale (DSM - Digital Single Market) come motore per la crescita. Infine, la caratterizzazione dei materiali dovrebbe prevedere, ove opportuno, prove volte alla valutazione dei rischi delle nuove tecnologie (nano-safety, nano-security) e aspetti di certificazione, ma soprattutto disponibilità di intervento su cicli di produzione in essere, in tempi più possibile rapidi, e disponibilità a svolgere un ruolo sia di problem solving su problemi di produzione, che di supporto allo sviluppo di nuovi materiali. Tale sistema integrato di servizi promuoverà l'innovazione e favorirà percorsi economicamente validi per nuove soluzioni tecnologiche per la produzione.

La Roadmap n.7 è indirizzata quindi a creare una **governance del trasferimento tecnologico** nel settore dei Materiali atta a sfruttare al massimo gli investimenti fatti dagli atenei e dai Centri di Ricerca toscani, nonché dal MIUR e dalla Comunità Europea, in modo che possano funzionare realmente, oltre che per ricerca accademica di frontiera, da «open innovation hubs», cioè centri che richiamino imprese diverse per sviluppare insieme tecnologie, processi e nuovi materiali per prodotti e servizi. Il punto di forza di questa roadmap è che, per dargli una realizzazione concreta, non sono necessari forti investimenti, in quanto la parte hardware è già sufficientemente disponibile nei laboratori pubblici di ricerca, ma servono solo investimenti mirati, anche di dimensioni medio piccole purché certi e continuativi, per la creazione e il mantenimento di figure che abbiano un taglio specifico ed una possibilità di continuità di impiego di almeno 5 anni. Tali figure non possono essere create con finanziamenti di ricerca che i singoli laboratori riescono ad ottenere, in quanto questi devono essere dedicati all'attività finanziata, ma devono essere specifiche, dedicate alla messa in rete ed alla gestione, verso l'esterno, con un meccanismo il più possibile a sportello, delle competenze presenti sul territorio regionale. Il raffinemento dei modi operativi, il consolidamento dei rapporti fiduciarci con le aziende, la conoscenza approfondita delle competenze presenti sul territorio, declinate in chiave applicativa per le differenti tipologie di materiali e processi, la creazione di una rete sempre più salda di azioni sinergiche di più attori, richiede tempo e la sicurezza di poter usufruire con continuità del personale formato. Tutto questo è anche un modo virtuoso per sfruttare al massimo gli investimenti fatti sulla ricerca pubblica, investimenti che raramente vengono sfruttati al massimo delle potenzialità o restano inattivi per piccoli problemi finanziari per il mantenimento, a fronte di importanti investimenti effettuati per l'acquisto di strumentazioni. Questa attività dovrebbe inoltre creare un minimo di cash-flow che permetta ai laboratori pubblici il mantenimento in perfetta efficienza degli investimenti, spesso occasionali, effettuati, oltre ed essere un motore che spinga l'industria toscana verso sviluppo ed innovazione nel campo dei materiali e dei processi connessi. Le attività promosse dovrebbero contribuire attivamente alle iniziative europee pertinenti in corso, in particolare all'EMCC (*European Material Characterization Council*), all'EMMC (*European Modeling Materials Council*), ed all'*European Pilot Production Network* (EPPN), nonché ad altri cluster e reti europee simili.

Attività e/o tecnologie da sviluppare, ambiti applicativi, target temporali di sviluppo ed adozione

della tecnologia ed eventuali fattori critici

La presente Roadmap prevede, nel periodo di riferimento indicato (2020-2027), lo sviluppo di attività di innovazione nell'ambito di diversi settori.

	TARGET - Attività e/o tecnologie da sviluppare	Tempi per lo sviluppo e/o adozione	Eventuali fattori critici
Governance e trasferimento tecnologico	7.1. Potenziamento del sistema dei Distretti Tecnologici regionali e (mediante essi) delle politiche regionali per il trasferimento tecnologico, la diffusione della conoscenza, la compravendita di servizi qualificati per ricerca e innovazione.	2021-2027	Governance, sostegno finanziario
	7.2. Impiego del DT Materiali (ed altri) nella gestione dei Bandi di R&I finanziati dalla Regione, con l'obiettivo di incentivare settori specifici e strategici della economia regionale	2021-2027	Governance, sostegno finanziario
	7.3. Impiego del DT Materiali (ed altri) nel coordinamento di progetti strategici regionali misti accademia-industria per lo sviluppo, studio e caratterizzazione di materiali innovativi in settori diversi (es. manifatturiero, chimico, biomedicale, farmaceutico, agrifood)	2021-2027	Governance, sostegno finanziario
	7.4. Impiego del DT Materiali (ed altri) nelle iniziative di confronto Europeo e scambio interregionale (S3 platforms, networks, DIHs, progetti) sui temi di propria competenza tecnica	2021-2027	Governance
	7.5. Sviluppo di azioni coordinate Regione-Industria-Accademia volte alla formazione ed aggiornamento tecnologico di lavoratori ed imprenditori. Iniziative e misure in sinergia fra POR FESR e FSE	2021-2027	Governance, sostegno finanziario
	7.2. Organizzazione e messa in rete dei laboratori toscani che possano lavorare con le aziende in progetti di Open Innovation. Coordinamento con i Competence Center nazionali e toscano (ARTES 4.0)	2021-2027	Proprietà intellettuale. Mappatura competenze. Costi e personale
	7.5. Supporto ad iniziative didattiche internazionalizzanti sui materiali (laurea magistrale in Materials and Nanotechnology, Università di Pisa), sostenendo anche iniziative di Dottorato che colleghino le ricerche accademiche alle aziende o che uniscano, in questo settore, le Università toscane in un'unica scuola di dottorato.	2021-2027	Continuità temporale dei finanziamenti necessari all'azione da intraprendere
	7.5. Valutazione della sostenibilità delle proposte di economia circolare con approcci "nexus" per l'ottimizzazione dei processi	2021-2027	

Principali contesti territoriali di applicazione per settore della Roadmap

Per la natura trasversale delle sue attività, la roadmap 7 ha una ricaduta potenziale su tutta l'area toscana,

con forte interesse particolarmente nelle province più industrializzate, quali Pisa, Lucca, Firenze, Siena, Prato e Arezzo.

Le numerose collaborazioni tra gli stakeholder toscani e le capacità in ambito modelling, progettazione, sviluppo e caratterizzazione dei materiali sono tra l'altro evidenziate dal buon numero di progetti europei (tabella sottostante), nazionali e regionali in ambito caratterizzazione dei materiali.

Allineamento con le politiche e le raccomandazioni europee

Per quanto riguarda la ricerca e l'innovazione nell'ambito dei materiali avanzati e nanotecnologie l'Europa (e anche Italia) pur vantando una produzione scientifica di qualità e quantità elevate, presenta, rispetto al Nord America, un disavanzo nella produzione di brevetti, uno dei segnali che indica la difficoltà tutta europea di superare la "Valle della Morte", cioè la distanza che separa un progresso scientifico dalla sua applicazione sul mercato in prodotti e servizi.

In quest'ottica la Commissione Europea ha lanciato nel biennio 2018-2020 bandi per progetti volti a realizzare "Open Innovation Test Beds" nell'ambito dei materiali avanzati, nano e bio tecnologie. Tali "Test Beds" costituiscono delle reti di centri di ricerca e innovazione volti a supportare l'industria nella progettazione, selezione, sviluppo e caratterizzazione dei materiali e nella loro applicazione in prodotti e servizi al fine di collegare meglio il mondo accademico e di ricerca all'industria e di abbassare il rischio tecnologico di impresa legato allo sviluppo di nuovi materiali e prodotti. In particolare la Commissione prevede di finanziare centri di open innovation per (1) Materiali e componenti multi-funzionali leggeri, (2) Superfici e Membrane nanostrutturate, (3) Materiali "bio-based", (4) Caratterizzazione dei materiali e (5) Modellazione dei materiali.

In questo contesto la Roadmap n.7 è completamente allineata con le raccomandazioni della Commissione Europea nell'ottica di supportare anche a livello regionale una governance del trasferimento tecnologico e dell'innovazione per il settore materiali.

In campo europeo, la **EC ha costituito un gruppo di lavoro** di esperti internazionali specificatamente dedicato alla **caratterizzazione dei materiali, inclusi i nanomateriali**. Il gruppo include esperti provenienti da istituzioni della ricerca pubblica e privata di grande rilievo (es. Trinity College Dublin, Akzo Nobel PPC, National Physical Laboratory del Regno Unito, NTNU, Sintef ecc.) tra cui il Consorzio INSTM e Università di Firenze⁷⁶. Il lavoro di questo gruppo è stato trasmesso all'High Level Group – HLG, della CE per le successive proposte di bandi nel restante periodo del programma H2020.

Il gruppo di esperti ha sottolineato l'importanza dell'accesso da parte delle aziende ai metodi di caratterizzazione, sia particolarmente di frontiera per il problem solving più avanzato e di ricerca, sia il più possibile connessi alle linee di produzione con tempistiche che si avvicinino al tempo reale. Inoltre viene sottolineato come i metodi di caratterizzazione siano strumenti fondamentali per l'ingegneria e l'industrializzazione su larga scala dei nuovi prodotti. La CE ha considerato come azioni prioritarie in questo campo il miglioramento dei metodi di caratterizzazione, i sistemi di metrologia in-line e i sistemi di caratterizzazione in-situ per processi di controllo real-time, oltre alla disponibilità dell'accesso da parte delle aziende alla ricerca di avanguardia che viene svolta nell'accademia, per permettere di sfruttare al massimo le conoscenze state-of-the-art della ricerca pubblica nel sostegno allo sviluppo di un'industria europea competitiva e d'avanguardia.

Dall'analisi effettuata dal gruppo di esperti e fatta propria dall'HLG, la caratterizzazione dei materiali è un dominio ampio che richiede competenze multidisciplinari e spesso, specialmente per i nuovi materiali, apparati e strumenti costosi, customizzati e all'avanguardia, oltre alla capacità di operarci. D'altra parte, il mercato degli strumenti per caratterizzazione e testing è piuttosto contenuto con la prevalenza di piccole imprese con prodotti innovativi. Infine i centri di ricerca europei effettuano ricerche d'avanguardia a basso TRL che potrebbero essere sfruttate per superare le difficoltà incontrate dalle industrie nel miglioramento e upscaling di metodi e strumenti per la caratterizzazione dei materiali.

In quest'ottica gli esperti, ed a seguito l'HLG, hanno proposto alcune **raccomandazioni raccolte con la Roadmap n. 7**, in quanto il caso della Regione Toscana, con molte aziende di taglia PMI è emblematico: a fronte di vitalità aziendale ed anche alta qualità di produzione, è quasi impossibile fare ricerca su processo e prodotto da parte delle piccole aziende che spesso si affidano, nei migliori dei casi, a contatti bilaterali

⁷⁶ Task Force Characterization Report – 2017.

consolidati con l'accademia, contatti che non possono fornire risposta adeguata a quanto richiesto dall'avanzamento del mercato e della tecnologia. Ecco quindi che quanto sarà presente nei bandi proposti nelle ultime call H2020, ben si declina ad una lettura preveggente a livello regionale, ovvero:

- Creazione di **Knowledge Hub regionali e nazionali** ai quali le aziende si possono rivolgere quando necessitano di competenze sulla caratterizzazione e funzionalità dei "non-standard". Tali azioni potranno variare da nazione a nazione e da regione a regione ma sono fondamentali per rispondere alla mancanza di una interaccia tra aziende e accademia. Tali azioni includono anche training specifici della forza lavoro, in modo da creare figure tecniche mancanti e consolidarne le competenze con programmi di arco temporale medio-lungo.
- Creazione di un **network di tali knowledge hub regionali a livello Europeo** in modo da permettere all'industria di accedere ad un più ampio bacino di strumenti e competenze.
- Creazione di database open-access nazionali/regionali che comprendano gli strumenti e le competenze disponibili e una lista di attività e progetti industriali su modello di quanto già avviene in Inghilterra, Germania, Francia e Spagna.
- Creazione di un grande database per le proprietà dei nuovi materiali, che sia connesso ad altri database rilevanti come quello sulla sicurezza dei materiali (ECHA).

Tali raccomandazioni sono state recepite, come detto, dalla Commissione Europea, che ha lanciato, all'interno del programma H2020 NMBP 2018-2019⁷⁷ bandi specificatamente legati agli strumenti e metodi per la caratterizzazione dei materiali e alla creazione di "**open innovation test beds**", volti a "**supportare le industrie nello sviluppo e upscaling di materiali avanzati e tecnologie**", aiutandole ad avanzare da una validazione in laboratorio (TRL 4) a prototipi validati in ambienti industriali (TRL 7).

Principali Progetti Europei attinenti alla Roadmap o Iniziative

Progetto/Iniziativa	Programma/Ambito	Obiettivo	Partecipanti Toscani
40Ready	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call IV ^o)	Strengthening SME capacity to engage in Industry 4.0	ASEV, Regione Toscana
Eurelax- European Network on NMR Relaxometry	COST Action finanziata dalla comunità europea	Tecniche rilassometriche di Risonanza Magnetica Nucleare per la caratterizzazione di materiali	CNR ICCOM
FELIX – Fotonica ed Elettronica Integrate per l'Industria	Regione Toscana POR FESR 2014-2020	Il progetto FELIX mira alla costituzione di un'infrastruttura coordinata di laboratori capace di rappresentare un'interfaccia singola e di facile accesso per le imprese -in particolare di piccole dimensioni- che vogliono innovare in termini di processo o prodotto in un ampio spettro di settori industriali. La rete di Organismi di Ricerca (OR) proponenti include, infatti, in modo completo la filiera di ricerca e innovazione nel campo dell'elettronica e della fotonica	Scuola Sant'Anna; Università di Pisa, Scuola Normale Superiore - NEST; CNR; Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia (Pisa)

⁷⁷ I programma di lavoro 2018-2020 sui materiali avanzati, pubblicati il 27 ottobre 2017 sono disponibili su http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-leit-nmp_en.pdf

MAGMANET	Network di Eccellenza Europea	Proprietà di materiali magnetici	Colorobbia Consulting, INSTM
NMP-REG	INTERREG EUROPE	Delivering Nanotechnologies, advanced Materials and Production to REGIONAL manufacturing	ASEV, Regione Toscana
TANIA – TreAting contamination through Nanoremediation	INTERREG EUROPE 2014-2020 (Call II°)	Aumentare la consapevolezza e la conoscenza sul tema della nanoremediation da parte dei policy makers territoriali, principalmente per supportare ricerca e innovazione, definire una metodologia per valutazione dei trattamenti (efficacia, sicurezza e impatto ambientale) e incentivare l'uso di tecnologie innovative	ASEV, Regione Toscana
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2014-2016	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio del polimorfismo e della dinamica di materiali "soft"	CNR ICCOM
Progetto bilaterale CNR-Polish Academy of Science (PAN) 2016-2018	Progetto bilaterale finanziato da CNR e PAN	Studio delle proprietà strutturali e del polimorfismo di materiali che danno transizione vetrosa	CNR ICCOM