

CAMPANIA

Smart Specialization Strategy

RIS ③

Materiali avanzati e Nanotecnologie

Il documento è stato redatto da gruppi di lavoro costituiti da esperti settoriali, ricercatori, imprese e stakeholders dell'ecosistema dell'innovazione campano, con l'obiettivo di contribuire alla definizione delle Priorità Tecnologiche Regionali per il periodo di programmazione 2014-2020.



Sommario

1. INTRODUZIONE: SINTESI E VISIONE.....	3
2. LA SCELTA DELLE AREE DI SPECIALIZZAZIONE E IL PERCORSO DI COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDERS NELLA DEFINIZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE	6
2.1 LE AREE DI SPECIALIZZAZIONE: I DOMINI TECNOLOGICO PRODUTTIVI	6
2.2 IL PERCORSO DI COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDERS NELLA DEFINIZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE: REGIONAL FORESIGHT E ENTERPRENEURIAL DISCOVERY	11
3. IL DOMINIO TECNOLOGICO-PRODUTTIVO MATERIALI AVANZATI NANOTECNOLOGIE: CONDITIONS OF INNOVATION & TRAITTORIE TECNOLOGICHE PERSEGUIBILI	13
3.1 LE CONDIZIONI INDUSTRIALI	13
3.2 LE CONDIZIONI SCIENTIFICHE	16
3.3 LE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE REGIONALI PROPOSTE	19
4. LA SELEZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE REGIONALI PER LA SPECIALIZZAZIONE NEL DOMINIO TECNOLOGICO-PRODUTTIVO MATERIALI AVANZATI NANOTENCLOGIE.....	28
5. CONSIDERAZIONI E RACCOMANDAZIONI	35

1. INTRODUZIONE: SINTESI E VISIONE

Le regioni d'Europa si confrontano in un contesto altamente competitivo e in continua evoluzione. La complessità ambientale e la competitività dei sistemi a livello internazionale, da un lato, e la necessità di raggiungere condizioni di leadership industriale e livelli di eccellenza nella ricerca, dall'altro, impongono alle regioni, opportunamente coordinate a livello centrale, di sviluppare percorsi che - basati sulle competenze distintive e le risorse specifiche del territorio di riferimento ed in un'ottica di integrazione complementare con quelli di altri territori comunitari - si caratterizzino per:

- obiettivi strategici basati sulla conoscenza a livello regionale e concentrati rispetto a fondamentali priorità, sfide ed esigenze di sviluppo (*prioritysetting*), verso cui orientare gli investimenti nell'ottica di supportare una specializzazione scientifico-tecnologica del sistema della ricerca, integrabile e trasversale, ed il riposizionamento competitivo del sistema produttivo lungo le traiettorie tecnologiche europee, ai fini dell'ottenimento di un vantaggio comparato in specifici ambiti della catena del valore globale;
- policies in grado di valorizzare i punti di forza, i vantaggi competitivi e il potenziale di eccellenza della regione (*competence based*), finalizzati a garantire il raggiungimento di una massa critica di risorse e competenze di sviluppo per competere a livello internazionale in coerenza con le priorità sopra definite;
- azioni in grado di supportare l'innovazione tecnologica, combinando la valorizzazione del sistema della ricerca regionale (*knowledge based research*) e lo sviluppo della capacità innovativa delle imprese (*technology based research*), anche attraverso il sostegno a processi di *entrepreneur discovery* e all'affermazione di aggregazioni stabili, efficienti e qualificate a governare i processi di innovazione in un'ottica di filiera tecnologica (*technological cluster*);
- meccanismi di diffusione e divulgazione, promozione e sensibilizzazione in grado di assicurare una piena inclusione e compartecipazione dei soggetti coinvolti nelle diverse fasi del processo di innovazione (*open innovation system*), dall'esplicitazione dei fabbisogni a quelle di utilizzo della conoscenza (*user driven approach*);
- strumenti in grado di assicurare il monitoraggio continuo dell'azione di intervento pubblico e una valutazione ex ante, in itinere ed ex post, della convenienza e validità delle scelte effettuate, oltre che di definire possibili percorsi di upgrading al fine di migliorare i meccanismi di incentivazione ed introdurre meccanismi di premialità per le attività di R&S.

Sono le su citate condizioni che concorrono a caratterizzare in modo intelligente e secondo un vincolo di specializzazione i percorsi di sviluppo regionale volti a favorire le condizioni idonee a sostenere la competitività tecnologica delle imprese (*Industrial Leadership*) e costruire competenze scientifico-tecnologiche distintive (*Excellent Science*) in linea con una crescita sostenibile dell'economia della conoscenza fondata sulla collaborazione tra gli attori e una coevoluzione nelle varie dimensioni della vita sociale rispetto alle principali sfide globali (*Societal Challenges*).

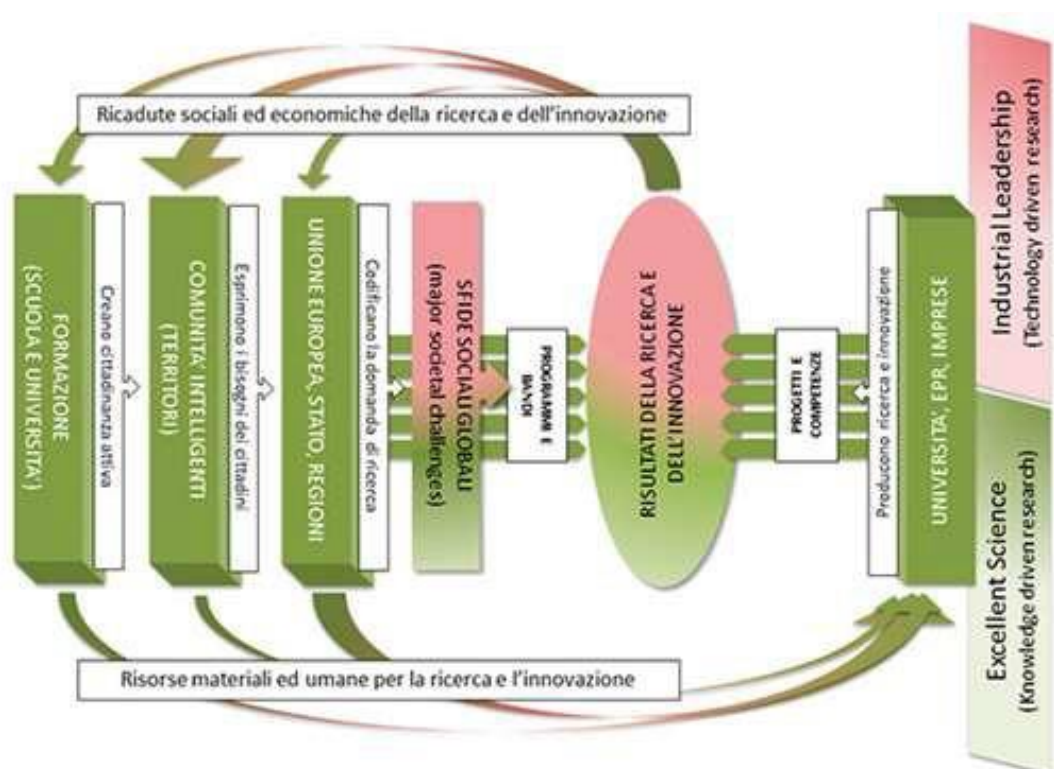
Dal punto di vista metodologico, tale approccio presuppone:

1. la definizione dei **domini tecnologico-produttivi** ovvero la caratterizzazione dei **settori produttivi strategici** per la crescita regionale ed il loro raccordo con le **conoscenze tecnico-scientifiche regionali**, al fine di valorizzare le eccellenze in contesto produttivi rilevanti, evitare le duplicazioni, favorire la disseminazione incrociata e ridurre il rischio che i processi di

innovazione non trovino effettiva applicazione per il mercato (*death valley*);

2. la definizione del **posizionamento di ciascun dominio produttivo-tecnologico** rispetto, da un lato, alla relativa criticità per la competitività regionale, allo sviluppo di tecnologie abilitanti e alla capacità di risposta alle sfide sociali locali e, d'altro, rispetto agli sviluppi attesi della catena del valore globale in cui lo stesso dominio si inerisce, al fine di difendere e valorizzare i vantaggi competitivi posseduti e/o perseguire determinate potenzialità di sviluppo imprenditoriale
3. **l'orientamento intelligente dei processi di innovazione** verso obiettivi di rafforzamento competitivo e diversificazione produttiva, in un'ottica di comparazione internazionale, così rispondendo alle sfide di medio-lungo periodo delineate da EUROPA 2020.

Figura 1 - La matrice attori, processi e prodotti nei processi di innovazione intelligente



Fonte: HIT 2020

Consapevoli che una strategia regionale in grado di coprire l'intero ciclo RS&I, dalla ricerca *knowledge driven*, alla sua traduzione in innovazione *technology driven*, fino alle applicazioni industriali e commerciali (*society driven*), non può prescindere dalla relativa contestualizzazione, il presente documento si pone come primo momento di caratterizzazione rispetto al **dominio delle tecnologie dei materiali avanzati e delle nanotecnologie** delle *conditions for innovation* ovvero delle condizioni di base per definire le politiche a supporto 1) dello sviluppo delle risorse, di nuove idee e delle infrastrutture, 2) della valorizzazione delle competenze specialistiche e dei talenti, 3) della diffusione delle tecnologie, della cultura dell'innovazione e dei valori, espressione, tutti, delle specificità dei "luoghi" in cui il capitale intellettuale della Regione Campania trova alimentazione continua, ed elementi, tutti, concorrenti all'attivazione di meccanismi di fertilizzazione incrociata attraverso cui le risorse materiali e immateriali per la ricerca e l'innovazione sono costantemente alimentate dalle ricadute economico-sociali dei processi di trasferimento tecnologico.

Infine, qualsiasi azione programmata a livello regionale in termini di innovazione potrà essere efficace solo se sarà coerente e sinergica con le iniziative già poste in essere e quelle in fase di programmazione a livello nazionale ed europeo.

Infine se da una parte risulta essenziale che la programmazione si basi sulle eccellenze esistenti sia come competenze delle Università e degli Enti di Ricerca sia sui punti di forza preesistenti a livello industriale, se si vuole realmente rimanere agganciati all'innovazione in atto in campo internazionale, in una prospettiva di lungo termine risulterà essenziale che almeno parte delle risorse sia dedicate ad attuare iniziative, comprendenti anche la realizzazione di medio grandi infrastrutture di ricerca e servizi, verso le direzioni di sviluppo di innovazione del contesto internazionale. Ciò potrà essere realizzato mettendo in atto azioni che favoriscano l'inserimento della Campania sia negli aspetti produttivi che in quelli di formazione e di ricerca e sviluppo in grandi progetti Europei ed internazionali

2. LA SCELTA DELLE AREE DI SPECIALIZZAZIONE E IL PERCORSO DI COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDERS NELLA DEFINIZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE

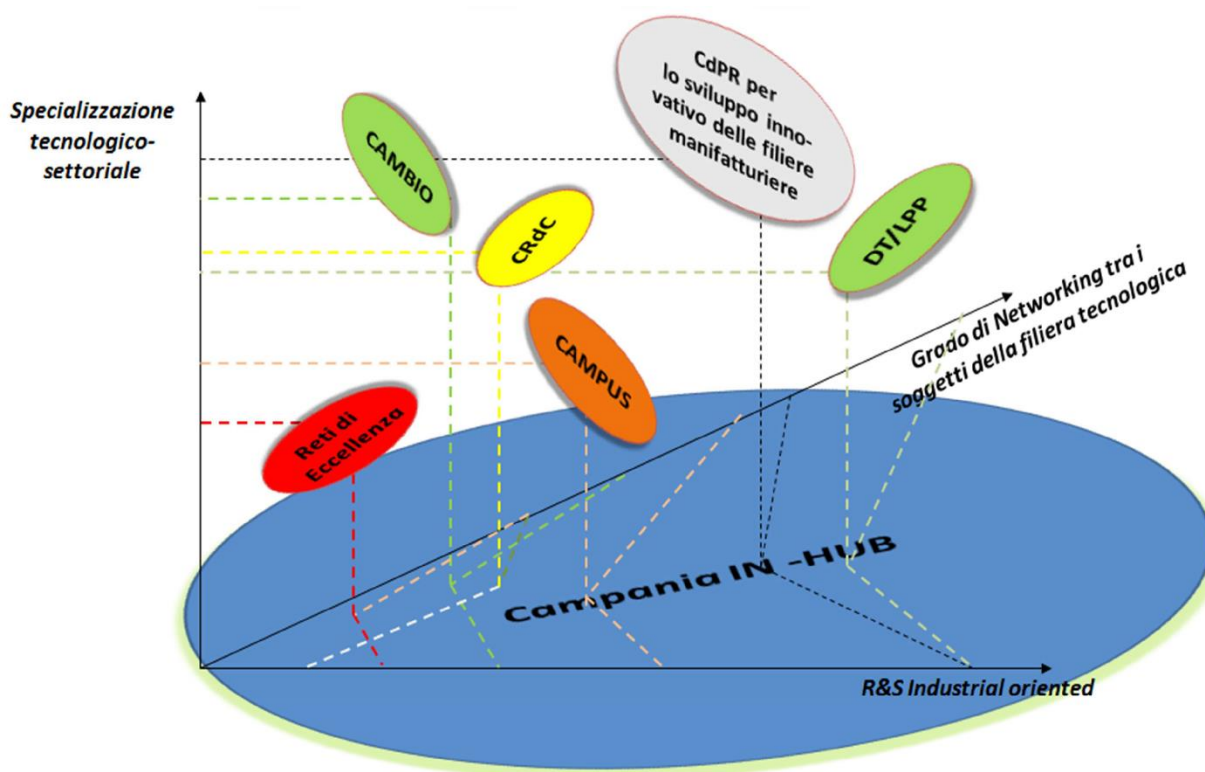
2.1 LE AREE DI SPECIALIZZAZIONE: I DOMINI TECNOLOGICO PRODUTTIVI

Al fine di assicurare continuità alle politiche per la ricerca e l'innovazione (RSI) della Regione Campania, nella prospettiva di valorizzare le azioni risultate di significativo impatto e di ritarare scelte di scarso risultato, il punto di partenza per la caratterizzazione delle *conditions for innovation* è stata l'analisi del percorso evolutivo della politica regionale in materia di RSI.

In particolare, la strategia di intervento per il periodo 2007-2013 ha puntato alla creazione di un Sistema Regionale dell'Innovazione sostenibile e competitivo attraverso la valorizzazione, il potenziamento e la messa in rete delle competenze endogene (Campania in HUB, Audit tecnologico, Agenzia dell'Innovazione, Reti di eccellenza, Dottorandi in Azienda) del territorio regionale, e ad azioni finalizzate, da un lato, a stimolare l'investimento privato in ricerca e sviluppo (Campus, Misura 5.2, Cambio, Contratto di Programma regionale per lo sviluppo innovativo delle filiere manifatturiere strategiche in Regione Campania), e dall'altro, ad orientare, secondo una dimensione di sistema e una logica di filiera, gli investimenti per l'innovazione su priorità, sfide e bisogni di sviluppo in grado di favorire il riposizionamento competitivo della regione nel contesto internazionale (Distretti ad Alta Tecnologia e Aggregazioni Pubblico-Private).

I principali interventi possono essere tra loro comparati in termini di specializzazione tecnologico-settoriale, orientamento industriale degli investimenti in R&S e grado di cooperazione strutturale tra i soggetti partecipanti.

Figura 1 – I principali interventi realizzati in materia di RSI in Regione Campania



Fonte: ns elaborazione

Invero, già con la programmazione 2000-2006, le politiche per la RS&I avevano registrato in Regione

Campania una forte caratterizzazione per la definizione delle priorità su cui concentrare le risorse disponibili, privilegiando, tra l'altro, interventi e settori a maggior potenziale e più elevato impatto territoriale.¹ Con il ciclo 2007-2013, il processo di razionalizzazione dell'azione politico-amministrativa ha posto come base di partenza la definizione dei settori strategici per la competitività regionale² e la caratterizzazione delle filiere tecnologiche regionali³ individuate in: Aerospazio/Aeronautica, Ambiente e Sicurezza, Beni Culturali, Energia e Risparmio Energetico, Ict, Materiali Avanzati, Salute dell'uomo e Biotecnologie, Trasporti e Logistica Avanzata.⁴

Sulla base del Protocollo d'Intesa del 25 giugno 2009 e del successivo Accordo di Programma Quadro, siglati tra Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e Regione Campania, tali aree di sviluppo tecnologico sono state assunte come ambiti di intervento per le domande di agevolazioni presentate, da imprese ed organismi di ricerca campani, a valere sulle principali linee d'intervento dei bandi PON "Ricerca Competitività", ovvero per:

- i Progetti di Innovazione Industriale e interventi collegati, di cui al DM pubblicato in Gazzetta Ufficiale n.16 del 21 gennaio 2010;
- i Progetti per il Potenziamento delle strutture e delle dotazioni scientifiche e tecnologiche, di cui al Decreto Direttoriale n. 254/Ric. del 18/05/2011;
- i Progetti per il Potenziamento e consolidamento di Distretti e Laboratori già esistenti e creazione di nuovi Distretti e Aggregazioni pubblico-private, di cui Decreto Direttoriale n.713/Ric. del 29 ottobre 2010;
- i Progetti per le Smart Cities&Communities Regioni Convergenza, di cui Decreto Direttoriale Decreto n. 84/Ric del 2 marzo 2012.

In particolare, la partecipazione all'Avviso Distretti di alta tecnologia, Laboratori pubblico-privati e relative reti ha visto:

- per il **potenziamento di Distretti ad Alta Tecnologia e Laboratori Pubblico-Privato già esistenti**: la presentazione di 10 Piani di Sviluppo Strategico e 14 Progetti di Ricerca, con la partecipazione di 14 Soggetti Attuatori e oltre 50 soggetti partner sia di attuatori che di aggregazioni; a fronte dei 70 Milioni di Euro disponibili per gli interventi in Regione Campania, l'importo complessivo dei progetti presentati nelle domande ammontava ad oltre 250 Milioni di Euro;
- per la **creazione di nuovi Distretti ad Alta Tecnologia e/o nuove Aggregazioni**: la presentazione di 95 domande di SDF, con la partecipazione di circa 1.000 soggetti proponenti; a fronte dei circa 270 Milioni di Euro disponibili per gli interventi, l'importo complessivo dei progetti presentati nelle domande ammontava ad oltre 1 miliardo di Euro.

¹Strategia regionale per lo Sviluppo dell'Innovazione, approvato con Giunta Regionale con delibera n.312 del 26 gennaio 2001. Esempio concreto di tale orientamento è stata la Misura 3.16 che ha portato alla costituzione dei **Centri Regionali di Competenza**, strutture finalizzate ad integrare gli attori della ricerca pubblica per aree di intervento tecnologico e a supportare la transizione del sistema imprenditoriale verso uno sviluppo technology-based, attraverso la formazione e la valorizzazione della "massa critica" di risorse intellettuali e strumentali distintive.

²Deliberazione di Giunta Regionale n. 640 del 3 aprile 2009 - Attuazione delle Linee di indirizzo strategico per la ricerca, l'innovazione e la società dell'informazione in Campania - Programmazione 2007 – 2013.

³Piano per la Ricerca, l'innovazione e l'ICT, adottato con Deliberazione di Giunta Regionale del 29 Aprile 2011.

⁴Una tale classificazione è stata il frutto dell'analisi delle caratteristiche di ciascun settore tecnico-scientifico in funzione delle relative caratteristiche dimensionali e della rilevanza rispetto alle possibili traiettorie di sviluppo socio-economico della Regione (PIL, numero di occupati, competenze professionali sviluppate e prospettive di sviluppo a livello internazionale) oltre che del grado di integrazione raggiunto fra sistema della ricerca e sistema delle imprese.

La seguente tabella offre un riepilogo dei risultati dell'Avviso riferibili alla Regione Campania.

Potenziamento di Distretti ad Alta Tecnologia e Laboratori Pubblico Privato già esistenti						Creazione di nuovi Distretti ad Alta Tecnologia e/o nuove Aggregazioni					
Domande presentate			Domande ammesse			Domande presentate			Domande ammesse		
Totale	DT	LPP	Totale	DT	LPP	Totale	DT	APP	Totale	DT	APP
10	1	9	7	1	6	95	16	69	19	6	13

Ogni singolo progetto è stato soggetto ad una duplice valutazione. Una prima valutazione effettuata da un panel di esperti, selezionati dall'Albo MIUR, ha riguardato i contenuti tecnico-scientifici dei singoli Progetti di R&S, concorrenti nel definire gli ambiti di ricerca e sviluppo tecnologico del Piano per lo sviluppo del Distretto/Aggregazione⁵; la seconda fase di valutazione è stata, invece, realizzata da un Comitato tecnico MIUR-Regione e ha riguardato la capacità del Piano per lo sviluppo del Distretto/Aggregazione di concorrere al riposizionamento competitivo della regione nel contesto tecnologico internazionale⁶.

L'elevata mole di informazioni e la relativa qualificazione per effetto del duplice processo di valutazione, ha permesso di mappare gli ambiti di sviluppo tecnologico prioritari rispetto alle filiere tecnologiche strategiche per la regione Campania e di individuare, secondo la logica delle piattaforme tecnologiche di filiera, le possibili sinergie e complementarietà all'interno e tra le filiere stesse con la determinazione di 6 Cluster regionali.

In particolare, grazie anche ad un processo di tipo cooperativo tra i soggetti interessati (già ampiamente formalizzato), i cluster tecnologici presenti in Regione Campania sono:

1. il Cluster Aerospazio che vede partecipanti il Distretto ad alta tecnologia Aerospaziale Campano e l'Aggregazione di Ricerca su Tecnologie Avanzate per Motori, al quale potrebbe aggregarsi il Laboratorio Pubblico-privato COSMIC;
2. Il Cluster Trasporti di superficie e Logistica avanzata, frutto della integrazione del Distretto ad Alta Tecnologica sui Trasporti e la logistica e le Aggregazioni MARTE, TOP-IN, e MOST. DISTECTRA, a cui potrebbe aggregarsi il Laboratorio Pubblico-privato TXT;

⁵ I criteri fissati dal D.D. n. 254/Ric. del 18/05/2011 per la prima fase del processo di valutazione hanno riguardato: a) Qualità dei proponenti il progetto; b) Qualità tecnico-scientifica dei progetti; c) Fattibilità sia tecnica che finanziaria dei progetti; d) Sostenibilità del progetto, in termini di adeguatezza delle risorse complessive, finanziarie, strumenti ed organizzative, previste per lo svolgimento dello stesso; e) Rilevanza, utilità ed originalità delle conoscenze acquisibili e dei risultati ottenibili; f) Integrazione tra le attività di ricerca e quelle di formazione; tipologia e qualità delle azioni volte ad incentivare le attività di ricerca presso le imprese ; valore economico-occupazionale dei risultati attesi e sviluppo di sinergie tecnologiche.

⁶ I criteri fissati dal .D. n. 254/Ric. del 18/05/2011 per la seconda fase del processo di valutazione hanno riguardato: a) complementarietà e coerenza del Piano con la programmazione nazionale e comunitaria in materia di ricerca ed innovazione, nonché con i principi orizzontali; b) complementarietà e coerenza del Piano con la programmazione regionale in materia di ricerca e innovazione ed in particolare con le priorità settoriali previste dagli appositi APQ; c) rilevanza dei risultati conseguiti rispetto al contesto scientifico nazionale e internazionale, con particolare riferimento all'impatto industriale, socio-economico, occupazionale generato; d) ricadute dei risultati attesi con riferimento alla potenzialità degli stessi di concorrere allo sviluppo di strategie di riposizionamento del sistema economico regionale e capacità degli stessi di generare ricadute positive in settori ambiti previsti dall'invito; e) rilevanza dei risultati attesi rispetto al contesto scientifico nazionale e internazionale e capacità degli stessi di generare ricadute positive in più settori/ambiti previsti dall'invito; f) ricadute dei risultati attesi in termini di valorizzazione di attività strategiche per lo sviluppo di aree della convergenza anche di dimensione sovra-regionale in conferenza con le strategie regionali; g) capacità del Piano di rafforzare le collaborazioni con Università/organismi pubblici di ricerca, nonché di potenziare reti di eccellenza e/o di competenza pubblico-private, con particolare riferimento ai soggetti localizzati nei territori della Convergenza.

3. il Cluster Salute Biotecnologie Agroalimentare, con il Distretto ad Alta Tecnologia Campania Bioscience e le Aggregazioni pubblico-private, M2Q, eHealthNet, Biocamp, Sorriso e Marea, a cui potrebbero aggregarsi i Laboratori Pubblico-privati Gtp e Genopon;
4. il Cluster Energia& Ambiente, con il Distretto Smart Power System e le aggregazioni Biochamp, Fuelcell, Idrica, a cui potrebbe aggregarsi il Laboratorio Pubblico-privato Elioslab;
5. il Cluster delle tecnologie per i beni culturali, il turismo e l'edilizia sostenibile, a cui partecipano Distretti ad Alta Tecnologia STRESS e DATABENC e l'Aggregazione Pubblico Privata TEMOTEC., a cui potrebbe aggregarsi il Laboratorio Pubblico-privato Abaco
6. il Cluster dei materiali avanzati e delle nanotecnologie, con il Distretto IMAST, a cui potrebbe aggregarsi il Laboratorio Pubblico-privato Tripode.

Figura 2 –Gli ambiti di sviluppo prioritari per le filiere tecnologiche strategiche in Regione Campania

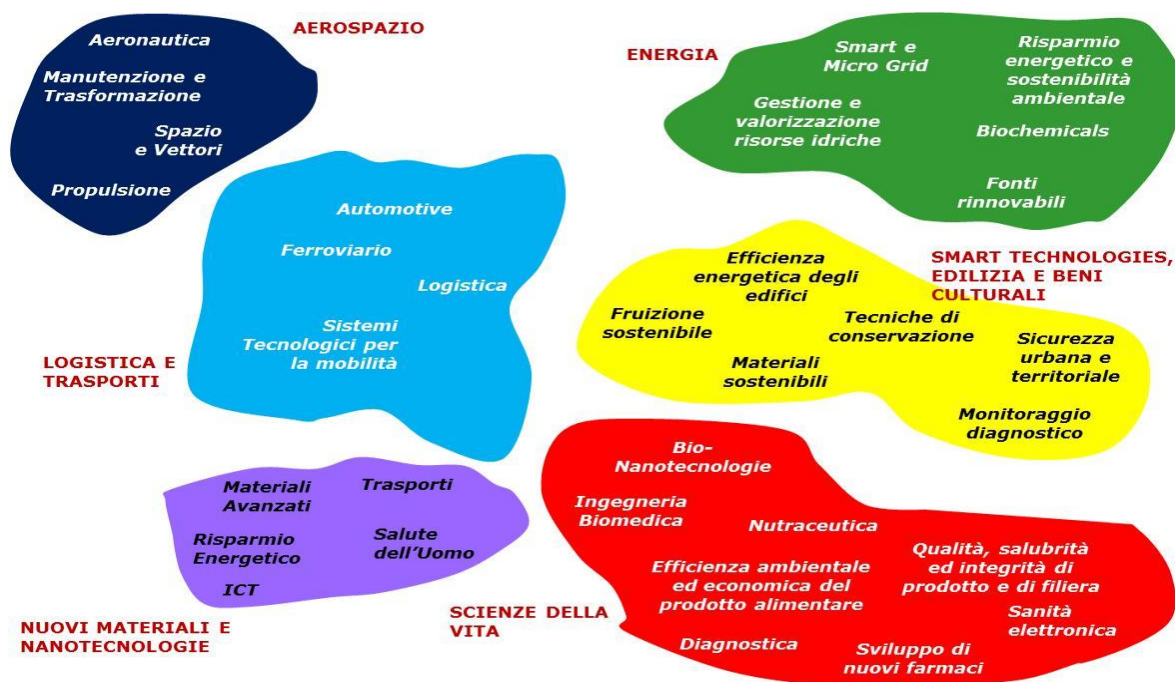
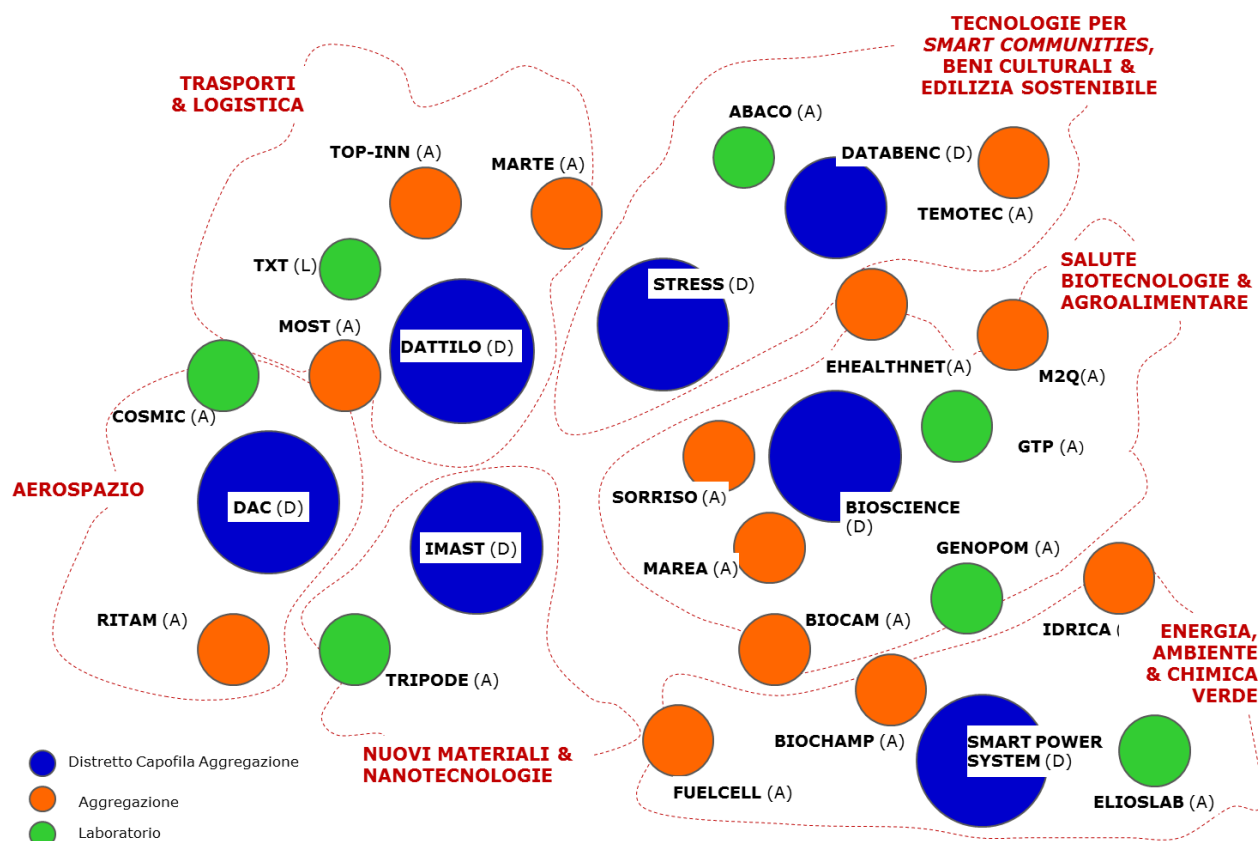


Figura 3 – Le piattaforme tecnologiche di filiera in Regione Campania: i cluster dei Distretti ad Alta Tecnologia e delle Aggregazioni Pubblico-Private



Per ciò che riguarda il potenziamento delle strutture e delle dotazioni scientifiche e tecnologiche di cui al Decreto Direttoriale 254/ric del 18/05/2011, in alcuni casi i progetti finanziati rispondono maggiormente alla esigenza riconosciuta di non effettuare interventi polverizzati ma a quella di creare medie infrastrutture di ricerca competitive su un piano europeo o medie infrastrutture di servizio capaci di creare effetti positivi a tempi medio lunghi, contribuendo anche ad inserire la Campania in grandi progetti internazionali. Collegato al settore dei materiali avanzati funzionali è degno di menzione il centro Nafassy (National Facility for Superconducting Systems) che costituisce una medio grande infrastruttura di test di materiali e dispositivi superconduttori e strettamente legata ai progetti internazionali per la produzione di energia elettrica mediante “fusione” da confinamento magnetico ed allo sviluppo di dispositivi a grande efficienza energetica.

Parimenti di rilievo è il progetto RECAS, che, configurandosi come struttura di calcolo di eccellenza, rimane trasversale a tutti i settori interessati allo sviluppo e applicazione dei materiali avanzati e delle nanotecnologie.

2.2 IL PERCORSO DI COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDERS NELLA DEFINIZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE: REGIONAL FORESIGHT E ENTERPRENEURIAL DISCOVERY

Definite le aree di specializzazione, il processo di elaborazione della RIS3 Campania è stato incentrato nella definizione degli **ambiti prioritari di intervento** con l'obiettivo di definire, per ciascuno dominio tecnologico-produttivo, le **traiettorie tecnologiche prioritarie** (*priority setting*) in grado di valorizzare il potenziale di innovazione e migliorare la competitività degli ambiti produttivi (*embeddedness*) e di rinnovarli attraverso l'inclusione di nuovi soggetti, percorsi di diversificazione correlata (*relatedness*) e di contaminazione reciproca delle tecnologie disponibili/sviluppabili (*cross fertilisation*).

Tale processo ha visto come attori centrali gli stakeholders del sistema dell'innovazione regionali che in diversi momenti (definizione, validazione e integrazione) e contesti (momenti pubblici, piattaforma di consultazione, tavoli di partenariato) hanno attivamente concorso alla definizione delle possibili traiettorie tecnologiche su cui basare il processo di specializzazione del dominio Beni Culturali-turismo-edilizia sostenibile.

Di seguito si dà evidenza del percorso di sviluppo

FASE	PERIODO	ATTIVITÀ REALIZZATE	RISULTATI RAGGIUNTI
Prima fase: Coinvolgimento degli attori qualificati dell'innovazione e proposta del framework per la definizione delle priorità della RIS3 Campania	Ottobre 2013 – Febbraio 2014	Analisi desk delle condition of innovation (settori produttivi strategici e ambiti di specializzazione tecnologica)	Scelta dei domini tecnologico-produttivi
		Predisposizione degli strumenti per la consultazione	Definizione della struttura dei <i>Position Paper</i> per dominio tecnologico produttivo Progettazione della <i>Piattaforma di consultazione pubblica</i>
		Coinvolgimento dei rappresentanti dei Distretti Tecnologici e dei Laboratori Pubblico Privati aggregati per filiera	Proposta di Position Paper per ciascuno dei domini tecnologico-produttivi
Seconda fase: Consultazione pubblica, selezione delle aree di specializzazione arricchimento e presentazione del Documento RIS3 Campania	Marzo 2014 – Giugno 2014	Attivazione della Piattaforma di consultazione pubblica	Consultazione massiva per la definizione di una prima proposta di traiettorie tecnologiche di specializzazione Prima stesura dei Position Paper per ciascuno dei domini tecnologico-produttivi
		Momenti di animazione e diffusione (Technology BIZ e SMAU Napoli 2014)	
		Consultazione istituzionale: Tavolo di partenariato Pubblico-Privato	Approvazione della prima stesura del Documento RIS3 Campania oggetto di negoziazione con la Commissione Europea nel corso del 2015
Terza Fase:	Dicembre	Attivazione di percorsi di	Realizzazione di workshop tematici

FASE	PERIODO	ATTIVITÀ REALIZZATE	RISULTATI RAGGIUNTI
Consultazione in itinere con gli stakeholders dell'innovazione e revisione delle priorità della RIS3 Campania in coerenza con le prescrizioni emerse nella fase di negoziazione con la Commissione Europea	2015- – Luglio 2016	animazione e coinvolgimento fattivo con gli stakeholders nel corso degli eventi tematici	per la validazione finale delle scelte delle priorità della RIS3 Campania e di un grande evento per la presentazione della versione finale della RIS3 Campania
		Riattivazione della Piattaforma di consultazione pubblica per la raccolta dei nuovi contributi	Aggiornamento dei Position Paper e selezione delle Traiettorie tecnologiche prioritarie per dominio tecnologico-produttivo
		Elaborazione della versione definitiva della RIS3 Campana	Approvazione del documento finale della RIS3 Campania

Il processo di consultazione, nelle diverse fasi suindicate, ha visto la partecipazione attiva nel complesso per il dominio dei Materiali avanzati Nanotecnologie di 48 soggetti, di cui il 33% composto dai rappresentanti delle imprese, il 60% dai rappresentanti di Organismi di Ricerca e la restante parte dai rappresentanti di soggetti istituzionali (DAT, APP, CRDC, Unione degli Industriali).

I successivi paragrafi danno evidenza delle risultanze dei diversi momenti di consultazione e si pongono come base di conoscenza per la selezione delle **traiettorie tecnologiche di specializzazione** al dominio tecnologico concorrente a caratterizzare la piattaforma tecnologica di filiera Materiali avanzati e nanotecnologie attraverso le fasi di:

- *analisi delle condizioni industriali*, in termini di: Dimensione macroeconomica (Fatturato, Valore Aggiunto, Numero di occupati, Valore delle Esportazioni); Presenza di Grandi imprese internazionali; Livello di diffusione dell'indotto; Settori industriali prioritariamente interessati alle applicazioni tecnologiche e ai risultati della ricerca riferibili a ciascun dominio tecnologico; Specificità regionali dei settori rispetto al contesto nazionale ed internazionale; posizionamento all'interno della catena del valore globale.
- *analisi delle Condizioni scientifiche*, in termini di Ricerca e formazione (Dipartimenti interessati, Numero complessivo di ricercatori, Corsi di Laurea attivati e di Dottorato di ricerca attivati, Presenza di ER Specializzati) e capacità di valorizzazione della ricerca (Numero di Pubblicazioni negli ultimi 5 anni, Numero di brevetti conseguiti), relativamente ai settori scientifici prioritariamente interessati alla valorizzazione dei risultati della ricerca rispetto al predefinito dominio tecnologico.
- *raccolta delle proposte* da parte degli stakeholders delle traiettorie tecnologiche ritenute in grado di favorire un processo di specializzazione per il dominio.

3. IL DOMINIO TECNOLOGICO-PRODUTTIVO MATERIALI AVANZATI NANOTECNOLOGIE: CONDITIONS OF INNOVATION & TRAITTORIE TECNOLOGICHE PERSEGUIBILI

3.1 LE CONDIZIONI INDUSTRIALI

L'evoluzione tecnologica che ha permesso di realizzare materiali avanzati innovativi dalle caratteristiche sempre più performanti e la crescente sensibilità del mercato per il risparmio energetico, hanno reso i compositi a matrice polimerica particolarmente versatili e adatti a diverse applicazioni. Il contributo delle nanotecnologie ha dato, inoltre, origine a nuovi compositi con funzionalità di grande interesse. I settori di applicazione sono i più vari dall'aeronautico/aerospazio, all'automotive, al nautico, al ferroviario, al biomedicale, al microelettronico, alla difesa, tutti presenti nella regione Campania.

L'attenzione rivolta, oggi, ai materiali compositi è in costante crescita: negli ultimi anni è sempre più forte la richiesta di sostituire i materiali tradizionali con materiali innovativi ad alte prestazioni ed ecosostenibili. Ma non solo: molte soluzioni già consolidate in alcuni settori diventano innovative se applicate ad altre tipologie di prodotto, grazie al trasferimento tecnologico. Infatti, le applicazioni tecnologiche, qualunque sia la loro tipologia, richiedono materiali con una specializzazione sempre maggiore, pertanto i materiali del futuro saranno necessariamente multifunzionali, in grado cioè di esplicare al contempo proprietà meccaniche e chimico-fisiche molteplici.

È possibile così sviluppare prodotti completamente nuovi o risolvere specifiche problematiche di progetto o ancora realizzare prodotti con materiali che richiedano meno energia nella loro produzione e trasformazione in semilavorati, in grado di ridurre il costo energetico del loro fine vita.

I compositi in carboresina sono ampiamente utilizzati in campo **aeronautico**. Infatti, oggi, intere parti dell'aeromobile vengono integralmente realizzate in composito polimerico (es. Boeing-787 e velivolo regionale ATR). In tale contesto, l'Italia ha assunto un ruolo sempre più determinante nella diffusione dei compositi nell'industria aeronautica e numerose realtà industriali connesse con la ricerca, la progettazione, l'industrializzazione, la produzione e la manutenzione di questi materiali sono presenti sul territorio Campano.

Altro settore che utilizza materiali compositi fibrorinforzati e tecnologie realizzative avanzate è quello **aerospaziale** che in Campania si caratterizza per competenze, asset e aree di eccellenza focalizzandosi nella costruzione di componenti complesse del velivolo e manutenzione e subfornitura specializzata di parti in materiale composito.

Anche in campo **automotive**, principalmente nel caso di auto supersportive o ad alte prestazioni (es. Ferrari F150, Lamborghini Murcielago, Porsche Carrera GT, Ferrari 599, Alfa Romeo 4C), sono state adottate, in diversa misura, soluzioni basate su materiali compositi sia per la parte telaio sia per la parte carrozzeria. In questo momento storico i principali costruttori mondiali si stanno indirizzando da produzioni di nicchia a produzione più significative. La crescente esigenza di costruire automobili sempre più leggere per ridurre il consumo di carburante e le emissioni di gas inquinanti, imposto dalle normative europee, sta orientando sempre più questo settore verso l'utilizzo di materiali compositi così come riportato nel documento New Automotive Innovation and Growth Team (NAIGT). Nella Regione Campania è presente una parte importante della filiera produttiva dei compositi per l'automotive (componentista ed end user).

I compositi avanzati sono utilizzati con grandi vantaggi sia progettuali che realizzativi anche nel settore **navale** dove vetroresine e carboresine vengono utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali e semistrutturali (pannelli add-on, paratie per la compartimentazione interna, strutture per imbarcazioni da diporto). A livello mondiale, tali materiali risultano utilizzati per specifiche applicazioni militari (Visby Corvette prodotta dalla Kockums AB) e civili (HMS Shoreham prodotta

dalla società Vosper Thornycroft). Considerazioni analoghe possono essere fatte per il settore **ferroviario** in cui i compositi stanno entrando sempre di più soprattutto per la realizzazione di interiors per quella classe di vetture per le quali è fortemente richiesta la riduzione dei pesi (tram urbani, metropolitane).

L'introduzione di cariche nanoscopiche nell'ambito dei compositi polimerici ha, poi, ampliato le potenzialità applicative dei compositi. Infatti, la multifunzionalità è tipica dei materiali nanostrutturati che abbinano ad esempio trasparenza a caratteristiche come fluorescenza, antisetticità, superparamagnetismo, ecc. (tipico è l'esempio del grafene che risulta elettricamente conduttivo e trasparente al contempo). Altre peculiarità sono la modulabilità (stretta correlazione tra proprietà e struttura) e la disponibilità di proprietà inesistenti su scala massiva (es. risonanza di plasma, superparamagnetismo, SERS, ecc.). Per cui si può prevedere che i materiali del futuro saranno, quindi, nanostrutturati ed eterofasici. Ad esempio, nell'ambito dell'**elettronica polimerica**, le plastiche ottiche possono ora essere rinforzate o funzionalizzate senza perdere le proprie caratteristiche di trasparenza e flessibilità attraverso l'introduzione di cariche dalle dimensioni ridottissime. Particolarmente rilevante tra i settori tecnologici il cui sviluppo è di maggiori potenzialità è quello dei materiali per l'energia ove numerosi materiali tradizionali possono essere riproposti in forma di composito polimerico con numerosi evidenti benefici (processabilità con nuove tecnologie come quelle di microelettronica organica, con possibilità di realizzare dispositivi flessibili, trasparenti, deformabili, leggerissimi, ecc.).

Nell'ambito dei nano-compositi la carica può essere costituita sia di nano-particelle ceramiche sia metalliche e consistere in nanostrutture unidimensionali, come i nanotubi di carbonio (CNT), o bidimensionali, come il grafene o gli organosilicati. Queste nanostrutture introducono ulteriori caratteristiche legate alla loro conducibilità elettrica e termica ed alle caratteristiche meccaniche. Queste proprietà sono tutte controllabili finemente variando la dimensione e la percentuale delle nanoparticelle. Ad esempio, nel settore della **difesa e delle telecomunicazioni** è possibile utilizzare cariche inorganiche o layer funzionali di opportuno spessore per indurre in strutture composite la capacità di essere selettive in frequenza rispetto alle radiazioni elettromagnetiche (Frequency Selective Surface o Radar Absorbing Materials).

Inoltre, nell'ambito **biomedicale**, attraverso l'utilizzo di polimeri biodegradabili e biocompatibili, di nuovi materiali nanostrutturati e nanocristallini è possibile realizzare dispositivi biomedicali a basso costo ed elevata biocompatibilità (ortodonzia, protesi ossee, valvole o bypass cardiovascolari...) basati su materiali avanzati o piattaforme micro e nanocomposite per la veicolazione ed il rilascio controllato di farmaci per la cura di specifiche patologie. In aggiunta, negli ultimi anni si è resa più e idente l'esigenza di mantenere gli ambienti confinati e sovraffollati con alta presenza di inquinanti (compreso fumo passivo e clima caldo umido) legati alla vita quotidiana (centri commerciali, palestre, scuole, luoghi di culto, strutture ospedaliere, aeroporti, stazioni etc) sempre più igienizzati. Coating metallici (nanocristalli Ti, Ag, Au, Al, Zn etc) nanostrutturati, anche fotocatalitici, applicabili a superfici di diversa natura come film superficiali contenenti specifici componenti attivi in superficie sono progettabili in modo da ottenere materiali resistenti, specifici, autopulenti, con elevata e prolungata performance, con adesione superficiale, resistenza all'impatto, lento invecchiamento e rigenerazione per irraggiamento. Tali materiali, di grande versatilità, hanno applicabilità in diversi ambiti biomedicali e in altri quali industria aeronautica, alimentare, chimica e servizi per comunità.

Nell'ambito del **settore edilizio**, si assiste a un notevole incremento dell'uso dei compositi a matrice polimerica sia come materiale per rinforzo e ripristino di strutture che come materiale da costruzione. I motivi della loro espansione sono da attribuire alle eccellenti proprietà meccaniche rapportate al loro peso specifico, alla durabilità ed alla versatilità, grazie alle loro ottime proprietà di isolamento acustico e resistenza agli impatti.

Al di là dei materiali compositi a matrice polimerica nell'ambito dei materiali funzionali vanno emergendo nuovi materiali e materiali già noti ma con migliori prestazioni rispetto al passato, con applicazioni nel campo della diagnostica medica, dell' immagazzinamento energetico e dell'elettronica ad alte prestazioni. Tali materiali potranno aprire la strada a nuove attività od introdurre elementi di grande innovazione in settori produttivi già consolidati in Campania.

3.2 LE CONDIZIONI SCIENTIFICHE

Il contesto regionale della ricerca pubblica nel campo dei Materiali avanzati e delle nanotecnologie è caratterizzato da una ricca offerta di know-how, in alcuni campi frutto di storiche scuole di ricerca che si pongono a livelli di eccellenza nel mondo. Con competenze tra loro complementari, e non di rado trasversali ai fabbisogni tecnologici dei settori industriali in precedenza esaminati.

Nel dettaglio le aree di ricerca concorrenti a definire le condizioni scientifiche del dominio in esame sono riconducibili a:

- Area 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione
- Area 03 - Scienze chimiche
- Area 02 - Scienze Fisiche

POTENZIALE TECNICO-SCIENTIFICO RISPETTO AI FABBISOGNI DI FILIERA	AREA 09 - INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE	Area 03 - Scienze chimiche	AREA 02 - SCIENZE FISICHE	AREA 08 - INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Settori disciplinari dell'area prioritariamente interessati (Allegato A al D.M. 4 ottobre 2000)	ING-IND/03, ING-IND/04, ING-IND/05, ING-IND/06, ING-IND/07, ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/11, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/22, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/31, ING-INF/01, ING-INF/03, ING-INF/04, ING-INF/05; ING-INF/06	CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/04, CHIM/05, CHIM/06, CHI/07, CHI/09, CHIM/11	FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05 FIS/07	ICAR/08 ICAR/09 ICAR/13
Numero di ricercatori afferenti	Oltre 200	Oltre 50	Oltre 50	Oltre 50
Numero di Pubblicazioni ultimi 5 anni	Oltre 5.000	Oltre 1.000	Oltre 1.000	Oltre 500
Numero di brevetti conseguiti	Oltre 40	Oltre 20	Oltre 15	Oltre 5
Corsi di laurea attivati e numero di formandi	19 (≈ 18.000)	3(≈ 600)	4 (≈750)	10 (≈750)
Corsi di dottorato attivati	19	2	5	2

Le conoscenze e competenze delle suddette aree disciplinari rispetto ai materiali avanzati e alle nanotecnologie sono complementarizzate da numerose competenze appartenenti all'area delle Scienze biologiche, in particolare, ma non solo al settore BIO/10 da tempo impegnati nella produzione, caratterizzazione ed applicazione industriale di biomateriali derivanti da biomacromolecole derivanti anche dal riciclo di materiali organici di scarto.

Sulla base di un primo censimento presso gli attori istituzionali alle diverse aree, concorrono

alla relativa qualificazione e dimensionamento i principali Organismi di Ricerca pubblici e privati presenti in Regione

AREA 09 - INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE	
Dipartimenti Universitari	Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale; Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione; Dipartimento di Fisica Seconda Università di Napoli: Dipartimento di architettura e disegno industriale "Luigi Vanvitelli"; Dipartimento di Ingegneria industriale e dell'informazione; Dipartimento di Matematica e fisica; Dipartimento di Scienze politiche "Jean Monnet" Università di Salerno: Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Ingegneria dell'informazione, Ingegneria elettrica e Matematica applicata; Dipartimento di Studi e Ricerche Aziendali (Management & Information Technology); Dipartimento di Informatica; Dipartimento di Farmacia Università degli Studi del Sannio: Dipartimento di Ingegneria; Dipartimento di Scienze e Tecnologie Università Parthenope: Dipartimento di Ingegneria, Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Centri di ricerca specializzati in Regione	Consiglio Nazionale delle Ricerche: Istituto di Ricerche sulla Combustione; Istituto di Microelettronica e Microsistemi; Istituto dei Materiali Polimerici, Compositi e Biomateriali; Istituto superconduttori, materiali innovativi e dispositivi; Istituto di Calcolo e Reti ad alte prestazioni; Istituto di cibernetica "E. Caianello"; Istituto per le applicazioni del calcolo "Mauro Picone"; Stazione zoologica Anton Dohrn, Test Scarl Cerict Scarl CRdC Tecnologie

AREA 03 - SCIENZE CHIMICHE	
Dipartimenti Universitari	Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di agraria, Dipartimento di biologia, Dipartimento di scienze chimiche, Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale; Dipartimento di farmaci; Seconda Università di Napoli: Dipartimento di Medicina Sperimentale, Dipartimento di Scienze e tecnologie ambientali, biologiche e farmaceutiche Università di Salerno: Dipartimento di chimica e biologia, Dipartimento di ingegneria industriale, Dipartimento di farmacia
Centri di ricerca specializzati in Regione	Consiglio Nazionale delle Ricerche: Istituto di Chimica Biomolecolare, Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri, Istituto per i materiali compositi e biomedici, Istituto per l'ambiente marino costiero, Istituto di cristallografia ENEA INGV AMRA CRdC Tecnologie

AREA 02 - SCIENZE FISICHE	
Dipartimenti Universitari	Università degli Studi di Napoli Federico II : Dipartimento di Fisica Seconda Università di Napoli : Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'informazione; Dipartimento di Matematica e Fisica Università di Salerno : Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Fisica 'E.R. Caianiello'; Seconda Università di Napoli : Dipartimento di Matematica e Fisica Università Parthenope : Dipartimento di Ingegneria-, Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Centri di ricerca specializzati in Regione	Consiglio Nazionale delle Ricerche : Istituto superconduttori, materiali innovativi e dispositivi (SPIN), Istituto di cibernetica "E. Caianello"; Istituto Nazionale per la Fisica della Materia; Istituto Nazionale di Ottica; Istituto superconduttori Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Istituto Nazionale di Astrofisica : Osservatorio astronomico di Capodimonte CRdC Tecnologie ENEA

AREA 08 - INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA	
Dipartimenti Universitari	Università degli studi di Napoli Federico II : Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale; Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura; Dipartimento di Architettura Seconda Università di Napoli : Dipartimento ingegneria civile, design, edilizia e ambiente Dipartimento di Architettura e disegno industriale "Luigi Vanvitelli"; Università di Salerno : Dipartimento di Ingegneria civile Università del Sannio Dipartimento di Ingegneria Università Parthenope : Dipartimento di l'Ingegneria, Dipartimento di Scienze e Tecnologie
Centri di ricerca specializzati in Regione	CNR : Istituto per le Tecnologie della Costruzione; Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali AMRA INNOVA : CRdC Tecnologie

La ricerca Campana, pubblica e privata, sull'Ingegneria dei materiali polimerici e dei compositi a matrice polimerica occupa un posto di assoluto rilievo a livello nazionale e internazionale. Questa valutazione si basa su tre elementi: il numero significativo di ricercatori presenti sul territorio (circa 500 ricercatori, di cui il 65% in strutture pubbliche), la rilevanza delle pubblicazioni campane (circa 25% degli articoli italiani pubblicati in materia sulle più importanti riviste specialistiche internazionali), il numero di brevetti depositati nel settore (15% del totale nazionale) e la rete delle collaborazioni con prestigiose istituzioni internazionali (ad esempio Stanford University, Penn State University, MIT e CNRS).

Vanno infine menzionati i laboratori di cui dispone la Campania per lo sviluppo delle tecnologie nell'ambito dei materiali avanzati e nanotecnologie: Centro di Servizi Metrologici Avanzati-CESMA; Laboratorio per Sistemi LIDAR; Laboratorio Polveri Sottili; Laboratorio LEOSIR (Laboratorio elettronica organica per strumentazione innovativa di ricerca); Laboratorio per le Nanotecnologie; Laboratorio Film Sottili di Materiali Innovativi; Laboratorio ad altissime frequenze (THz); Laboratorio MUSA per caratterizzazioni elettriche su scala submicrometrica; Master Lab per caratterizzazioni crio-elettromagnetiche. .

3.3 LE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE REGIONALI PROPOSTE

L'evoluzione tecnologica ha permesso di realizzare materiali avanzati innovativi dalle caratteristiche sempre più performanti. Tali sviluppi, stimolati dalle crescenti necessità del mercato per il risparmio energetico, hanno consentito la sintesi di materiali innovativi multifunzionali particolarmente versatili e adatti a diverse applicazioni: i compositi a matrice polimerica, gli ossidi basati sulla tecnologia a film sottili, i materiali organici e materiali ibridi organici/inorganici. In questi ambiti, le Nanotecnologie hanno da un lato contribuito alla profonda comprensione di questi materiali (molti di essi sono per loro natura nanostrutturati) e dall'altro hanno consentito una loro funzionalizzazione in diversi ambiti applicativi di grande interesse

Le nanotecnologie oggi consentono la realizzazione di materiali caratterizzati da funzionalità assenti quando gli stessi sono sotto forma massiva. Ad esempio, è possibile introdurre cariche nanoscopiche in compositi polimerici oppure inserire strati atomici opportuni in film epitassiali di ossidi, che ne modificano le proprietà elettriche e termoelettriche, meccaniche e magnetiche, così ampliando drasticamente gli ambiti applicativi di tali materiali e rendendoli multifunzionali.

Di fatto, la multi-funzionalità è tipica dei materiali nanostrutturati, che abbinano ad esempio caratteristiche quali la trasparenza e la buona conducibilità elettrica (tipici esempi sono materiali bidimensionali come il grafene, le interfacce tra ossidi isolanti e gli ossidi conduttivi trasparenti quali l'ITO) proprietà di fluorescenza, antisettività, ferromagnetismo e super-paramagnetismo, etc....

Altra peculiarità dei nuovi materiali nanostrutturati sono la modulabilità delle proprietà funzionali attraverso nano-strutturazione (per esempio introducendo singoli strati atomici o sostituendo atomi con diverse dimensioni per modificare la struttura dei materiali e le proprietà grazie alla stretta correlazione tra proprietà e struttura), attraverso stimoli esterni (quali campi elettromagnetici, deformazioni meccaniche, catalisi), ed infine la disponibilità di proprietà inesistenti su scala massiva (es., conduttività di interfaccia tra ossidi isolanti, risonanza di plasma, superparamagnetismo, SERS, ecc.).

Parallelamente è proseguita l'evoluzione dei materiali ferrosi (acciai) e leghe leggere, al fine di contribuire alle tematiche dell'alleggerimento, anche in ottica di conseguire i target sempre più sfidanti attesi al 2020 per la riduzione delle emissioni di CO₂, per l'ambito automotive. Un tema di particolare interesse è rappresentato dalle strutture multimateriali e relativi sistemi innovativi di giunzione.

Di seguito si riportano alcune delle sfide che nei prossimi anni caratterizzeranno il dominio tecnologico dei materiali compositi e le possibili aree di intervento per perseguire coerenti obiettivi di sviluppo tecnologico.

CHALLENGE	DRIVER INNOVATIVI
Challenge 1 – Mezzi di trasporto sicuri, leggeri ed a basso emissione di agenti inquinanti per una mobilità sostenibile. Aumento dell'uso di veicoli elettrici a 2 e 4 ruote	• materiali compositi innovativi per la fabbricazione di mezzi di trasporto leggeri (elementi strutturali e semistrutturali di vetture automobilistiche, carrozze ferroviarie, navi ed aerostrutture critiche) nell'ottica della riduzione dei pesi, dei consumi e delle emissioni di inquinanti • compositi multifunzionali con proprietà elettriche e di morphing per la riduzione del sistema di cablaggio (alleggerimento) e dei tempi di assemblaggio e disassemblaggio dei mezzi di trasporto • tecnologie avanzate di manifattura di compositi polimerici idonee per alti volumi produttivi medio-alti (processi di produzione industrializzati e automatizzati) • materiali metallici innovativi (acciai a elevata resistenza e leghe leggere) • materiali innovativi in grado di rispondere all'esigenze di

CHALLENGE	DRIVER INNOVATIVI
	recycling/ecocompatibilità • materiali, strumenti e metodi avanzati per il controllo/repairing di strutture in composito • soluzioni di giunzione per strutture multimateriale • Sistemi nanostrutturati innovativi per l'igenizzazione di ambienti pubblici e privati ad uso residenziale, commerciale, mobility, sanitaria, scolastica e sportivo
Challenge 2 – Spostamento della popolazione verso la terza età ed aumento dell'incidenza di malattie croniche degenerative, gestione del paziente meno invasiva, più preventiva e con medicinali fatti sempre più "su misura", tecnologie e materiali innovativi per la prevenzione, diagnosi e la terapia ed aumento dell'attenzione al benessere delle persone	• sistemi diagnostici basati su materiali avanzati e nanotecnologie per una riduzione dei tempi di diagnosi (biosensori) ed un incremento della compliance del paziente • dispositivi innovativi basati su materiali avanzati e nanotecnologie per la domotica (sensori, attuatori, elaboratori) • sistemi compositi innovativi per il drug delivery e messa a punto di terapie innovative basate su nanodevices per la cura di patologie croniche • dispositivi medici a basso costo ed elevata biocompatibilità basati su materiali avanzati • sistemi elettronici basati su dispositivi e sensori innovativi realizzati su substrati flessibili • Metodi di EHD printing ad alta risoluzione per fabbricazione di materiali innovativi
Challenge 4 – Incremento dell'efficienza energetica e generazione di energia pulita (riduzione delle emissioni di CO₂)	• dispositivi a basso costo per la generazione di energia da fonti rinnovabili (solare, eolico...), elettromagnetiche e termoelettriche • celle fotovoltaiche di nuova generazione ad elevato rendimento • materiali nanocompositi basati su ossidi non convenzionali con specifiche funzionalità • dispositivi per lo stoccaggio di energia e per il miglioramento della qualità di reti complesse collegata all'utilizzo combinato di più fonti energetiche • Partecipazione allo sviluppo ed alla caratterizzazione di nuovi materiali per nuove soluzioni nel campo della ricerca di nuove fonti di energia senza emissione di CO₂
Challenge 5 – Utilizzo di materiali rinnovabili e riciclabili e processi ecocompatibili per una maggiore tutela dell'ambiente	• fibre e sistemi matrice ecosostenibili • sistemi compositi a ridotto impatto ambientale ed alta riciclabilità • processi produttivi ottimizzati e riduzione degli scarti di produzione • miglioramento dell'efficienza energetica dei processi di produzione di componenti in composito • sviluppo di derivati chimici da risorse rinnovabili o ad esempio da terreni agricoli contaminati • materiali ceramici non convenzionali a basso impatto ambientale (ridotto consumo materie prime, ridotta emissione di CO₂) e alte prestazioni (resistenza al fuoco, durabilità) • trattamenti superficiali di ceramici ad alte prestazioni (fotocatalitici, idrofobi, etc.) con aggiunta di nanoparticelle funzionalizzate • fibre tessili ecocompatibili naturali o artificiali certificate • tecnologie omiche innovative per la valutazione degli effetti di nano-materiali sulla salute dell'uomo mediante approcci di genomica e trascrittomica • Miglioramento della eco-compatibilità ed efficienza (atom-economy) di processi catalitici convenzionali omogenei o eterogenei • Biorisanamento di acque reflue

Fonti: EUMAT, Strategic Research Agenda, 2012; Energy challenges and policy Commission contribution to the European Council of 22 May 2013; Top technologies trends in health and wellness - Frost and Sullivan.

In risposta alle suddette sfide, e in coerenza con le aree prioritarie di intervento per la ricerca e l'innovazione proposte, per il settore dei materiali avanzati e nanotecnologie in Campania sono state proposte svariate traiettorie tecnologiche, classificabili sui due filoni di ricerca:

- sviluppo di sistemi e materiali multifunzionali;
- processi avanzati di manufacturing.

Considerata la trasversalità delle possibili applicazioni e un orientamento *science based* del dominio tecnologico produttivo da specializzare, le traiettorie tecnologiche sono state caratterizzate, a differenza di quanto fatto per gli altri domini produttivi, in funzione delle conoscenze e competenze da valorizzare anziché degli obiettivi industriali attesi. Questi ultimi sono stati considerati nel processo di selezione, rispetto alla dimensione di valutazione "Grado di cambiamento atteso".

Nel leggere le successive tabella, si fa notare che in blu sono evidenziate le traiettorie tecnologiche che, emerse nella terza fase del processo di consultazione, vanno ad integrare le traiettorie tecnologiche indicate dagli stakeholders nella prima fase (inserite in tabella con il colore nero).

AMBITO TECNOLOGICO: Sviluppo di sistemi e materiali multifunzionali

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
Nuovi materiali compositi "fire retardant" più sicuri in presenza di alte temperature per applicazioni aeronautiche, aerospaziali, automotive, navali, ferroviarie e costruzioni progettazione integrata di sistemi polimerici con incrementata resistenza al fuoco	• sviluppo di elementi micro e nanostrutturati con migliorato comportamento alla fiamma • modellazione termomeccanica di strutture in composito in condizioni estreme di alta temperatura (ad es. in scenari di incendio) • sviluppo di compositi ablativi come sistemi di protezione • sviluppo di sistemi di protezione termica basati su fogli in grafene
Componenti strutturali multifunzionali innovativi leggeri e con migliorate proprietà meccaniche, con peso, tempi e costi di assemblaggio e disassemblaggio ridotti	• progettazione integrata e realizzazione di compositi polimerici multifunzionali con caratteristiche di sensing e di morphing • progettazione integrata e realizzazione di materiali polimerici alveolari a celle aperte o chiuse, nanofoams; aerogels; compositi aerogel"
Nuovi materiali compositi funzionalizzati con migliorate proprietà superficiali (compatibili con pigmenti, coloranti, additivi antifiamma, materiali di rinforzo ecc...)	• modellazione del comportamento di materiali compositi ed ibridi con struttura e funzioni arbitrariamente complesse. • ottimizzazione integrata attraverso approcci di omogeneizzazione multi-fisica e multiscala
Sistemi polimerici ibridi leggeri, con porosità multiscala, ad alte prestazioni meccaniche e dotati di specifiche funzionalità (isolamento termico, acustico)	• tecniche nucleari, molecolari ed ottiche per la caratterizzazione di materiali innovativi • sviluppo di compositi polimerici fibrorinforzati e nanostrutturati multiprestazionali • sviluppo di compositi ad elevato tenore di grafene • sviluppo di coating polimerici nanostrutturati e nanocristallini multifunzionali (autopulenti, fotocatalitici, antiusura, anticorrosione, isolanti, resistenti ad alte temperature)
Nuovi materiali compositi da utilizzare per sensori e strutture integrate complesse per sistemi aerospazio e Difesa	• sviluppo di sistemi compositi polimerici fibrorinforzati elettricamente conduttivi • sviluppo di resine adesive ad elevata conducibilità termica/elettrica a base di grafene

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
Realizzazione di pannelli di tamponatura degli edifici con fortissimo potere di isolamento termo-acustico	- sviluppo di materiali avanzati con funzionalità distribuita embedded per il monitoraggio ed il self healing - sviluppo di sistemi polimerici per l'isolamento acustico - materiali compositi a base di nano carboni - leghe leggere nuove e ibride; - nuove plastiche rinforzate o auto-rinforzanti e materiali plastici in sostituzione dei vetri; - soluzioni per garantire la protezione dalla corrosione e l'adesione della vernice per strutture multi-materiale; - materiali plastici e compositi con coefficiente d'espansione termica simile a quello dei metalli; - materiali avanzati, bio-materiali e materiali da riciclo con prestazioni equivalenti o superiori a quelli convenzionali
Adesivi innovativi per l'incollaggio di componenti in composito, o parti in composito con elementi metallici, più sicuri per i passeggeri (alta resistenza al fuoco e bassa emissione di fumi)	- sviluppo di materiali intrinsecamente riciclabili (compositi a matrice termoplastica e self reinforced plastics) e materiali "green" da fonti rinnovabili (come i biopolimeri) ed i compositi con fibre naturali - sviluppo di sistemi polimerici adesivi multifunzionali micro e nanostrutturati per l'incollaggio di componenti - procedure e sistemi polimerici innovativi per il repairing di strutture in composito capaci di auto-ripararsi, o comunque di attivare elementi di riparazione quasi contemporaneamente al danno
Nuovi materiali polimerici multifunzione tramite processi a singolo stadio (direttamente da sintesi) con potenzialità di scale up industriali	- nuovi materiali polimerici e coating nanocristallini con specifiche funzionalità superficiali - nuove leghe polimeriche ottenute combinando polimeri non polari con gomme sature ed insature mediante estrusione allo stato fuso
Nuovi materiali con coating nanostrutturati per rivestimento di pareti esterne ed interni, pavimenti, tubature (ad azione igienizzante, di abbattimento degli agenti inquinanti e qualità tecniche elevate di resistenza e durata)	
Materiali micro e nanocompositi espansi attraverso tecniche di foam injection molding, in-situ foaming	nuovi materiali porosi attivi, con elevate proprietà meccaniche per unità di volume e con la possibilità di modulare le stesse attraverso interazione con campi magnetici
Elementi di fusoliera multifunzionali (isolamento acustico, resistenza al fuoco, funzioni stealth), realizzati mediante tecnologie avanzate di manufacturing e dotati di un sistema automatico per la diagnosi	- materiali multifunzionali conduttivi per il sensing distribuito di strutture aeronautiche - compositi polimerici fibrorinforzati per elementi di fusoliera - sviluppo di coating super-idrofobici a base di polimerici nano-caricati e coating nanocristallini per applicazioni aeronautiche - progettazione integrata di elementi in composito multifunzionali idonei per applicazioni nel settore difesa - materiali e processi innovativi finalizzati alla realizzazione di sistemi compositi organizzati in strutture gerarchiche con porosità, rinforzi e orientazioni controllate sulle scale molecolari, nano e micrometriche - progettazione integrata di elementi in composito multifunzionali idonei per applicazioni nel settore aerospaziale e difesa.
Coating polimerici per il de-icing di superfici aeronautiche (metalliche/composite)	
Materiali biomimetici con proprietà locali e direzionali differenziate (es. sistemi a gradiente di proprietà)	
Nuove interfacce uomo-macchina per applicazioni nell'aerospazio e difesa	
Membrane nanostrutturate e nanocaricate per la specifica applicazione biomedicale di	

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
scaffold per rigenerazione di tessuti	
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione e lo stoccaggio di energia	sviluppo di nuovi materiali (alternativi al silicio) che permettano di gestire la potenza elettrica e le trasmissioni ad alta frequenza con un'altissima efficienza energetica
Nuovi materiali avanzati per applicazioni elettroniche (fotovoltaico, fuel cells, sensori, catalizzatori ambientali e MEMS) o dotati di specifiche proprietà proprie della nanoscala (risonanza di plasma, magnetoplasmonica, superparamagnetismo, SERS, ecc...)	sviluppo di materiali, sistemi nano-compositi e dispositivi per applicazioni fotovoltaiche di nuova generazione (strutture nanofotoniche, plasmoniche, celle solari a base di ossidi inorganici sensibilizzati con coloranti organici, materiali fotovoltaici innovativi basati su materiali ossidi multiferroici e/o derroelettrici, celle solari ibride a base di polimeri e nanocristalli, ecc...)
Metasuperficie per la selezione e manipolazione della razione elettromagnetica	- sistemi nanocompositi e materiali artificiali basati su multistrati di ossidi funzionali per la produzione di energia da fonti rinnovabili, elettromagnetiche e termoelettriche - materiali nanocompositi basati su ossidi non convenzionali, anche in forma nanostrutturata, a forte correlazione elettronica (perovskiti, manganiti, rutenati,) e nanocompositi con nuove specifiche funzionalità a base di nanotubi di carbonio, cristalli atomici e gas di elettroni bidimensionali (grafene, silicene, interfacce tra ossidi isolanti) per applicazioni che vanno dall'elettronica flessibile, all'energia, all'elettronica innovativa, allo schermaggio elettromagnetico
Dispositivi a banda millimetrica e THz per sistemi di telecomunicazione di nuova generazione	sviluppo di materiali, sistemi nano-compositi e dispositivi (fluorescenza, antisettività, ferroelettricità e piezoelettricità, ferromagnetismo e superparamagnetismo, superconduttività e a magneto resistenza gigante, ecc...) e nuovi materiali con proprietà liquido-cristalline, di ottica non lineare ed elettroconduttrici per applicazioni avanzate in optoelettronica e memorie ottiche
Innovazione nella produzione low cost di materiali da utilizzare in tecnologie ecosostenibili di cattura della CO2 e separazione dell'O2 dall'aria	- realizzazione e funzionalizzazione di materiali nanostrutturati ed autoassemblanti specificamente progettati per la riduzione dell'impatto ambientale di sistemi energetici - progettazione e realizzazione di materiali artificiali (metamateriali) nanostrutturati con proprietà elettromagnetiche ed ottiche innovative
Dispositivi optoelettronici per sensori di nuova generazione	sviluppo di materiali nanostrutturati (quantum dot, materiali 2D -grafene, disolfuro di molibdeno, etc.- strutture nanoplasmoniche) per la fotonica e la sensoristica
Dispositivi optoelettronici a basso costo per l'applicazione nell'ambito dell'ICT, sensoristica e diagnostica medica	- sviluppo di materiali strutturati (photonic crystals) per la fotonica e per la realizzazione di dispositivi optoelettronici a basso consumo - Sviluppo di nanostrutture di ossidi metallici semiconduttori per la fotonica e la sensoristica
Sviluppo di anodi per il miglioramento delle prestazioni delle batterie a litio.	sviluppo di materiali a base di silicio per applicazioni elettroniche e miglioramento dell'efficienza energetica.
Sviluppo componenti elettronici per energy harvesting e miglioramento dell'efficienza energetica	celle termoelettriche e giunzioni molecolari per applicazioni nel recupero energetico
Dispositivi MEMS e NEMS a bassa dissipazione di potenza	tecnologie di produzione MEMS e NEMS (sistemi nanoelettromeccanici) a bassa frizione basate su effetti quanto-

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
	meccanici
Nuovi nanosistemi magnetici biocompatibili per applicazioni biomedicali	• trasduttori ultrasonori per controlli non distruttivi basati su piezoelettrici • Sensori di movimento miniaturizzati basati su materiali piezoelettrici
Dispositivi per applicazioni biomedicali completamente biocompatibili (ortodonzia, protesi ossee, valvole o bypass cardiovascolari...)	• sistemi micro e nanocompositi basati su polimeri biodegradabili e/o biocompatibili • sistemi micro e nanocompositi basati su tensioattivi naturali e sintetici • biomateriali innovativi per dispositivi medici con funzionalità avanzate (biocompatibili e bioattivi) • supporti per la riparazione di lesioni di tessuti biologici e fabbricazione in vitro di dispositivi misti cellule/scaffale • nano compositi (ad esempio a base di grafene) biodegradabili con modulazione delle proprietà barriera all'acqua e quindi della velocità di biodegradazione • sistemi nanocristallini basati su metalli e carbonio con funzionalità igenizzanti • sviluppo di materiali e dispositivi a basso costo basati su nanocompositi ricavati da fonti naturali per applicazioni che vanno dall'elettronica edibile e/o biodegradabile in ambito medicale ai sistemi di accumulo di energia. • modellizzazione dei bio-nanocompositi ed ottimizzazione dei dispositivi elettronici.
Prodotti ad elevata biodegradabilità e biocompatibilità per applicazioni di detergenza a basso impatto ambientale	
Prodotti ad elevata biodegradabilità per applicazioni packaging, orticoltura, raccolta differenziata, tessuti, collanti	
Metalliche igenizzanti per dispositivi medicali	
Dispositivi elettronici flessibili, auto-alimentati, edibili per applicazioni in ambito medicale come il monitoraggio non invasivo delle attività biologiche e stimolazione dei tessuti all'interno del corpo umano.	
Sistemi biocompatibili con proprietà di attuazione elettromeccaniche	
Sviluppo di micro e nanovettori per il rilascio controllato di specifiche molecole bioattive e farmaci (che rispondano a condizioni fisiologiche specifiche e/o a segnali esterni di controllo) per la messa a punto di terapie locali minimamente invasive e dai ridotti effetti collaterali	
Micro e nanosensori per il monitoraggio rapido di parametri fisiologici e la diagnostica precoce	• materiali compositi nanostrutturati ibridi organico-inorganico • nuovi sistemi di trasporto e rilascio di molecole attive • biomateriali per applicazioni biomediche a base di polimeri intelligenti in grado di rispondere a stimoli esterni come temperatura, pH, radiazioni, campo elettrico, chimismo, ecc.... • nuovi materiali compositi bioconiugati e coating nanocristallini • materiali polimerici elettricamente attivi per la realizzazione di dispositivi biocompatibili e in grado di operare in ambiente liquido • Sviluppo di tecniche avanzate per la realizzazione di superfici bio-funzionalizzate
Sensori per il rilevamento di microinquinanti in tracce in sistemi liquidi (ad es. acqua) ed alimentari	
Dispositivi per il biorisanamento di acque reflue	
Sviluppo di materiali innovativi con proprietà biomimetiche e polimeri intelligenti con proprietà biomedicali che rispondano a stimoli esterni per attivare le terapie on demand	
Nuovi foto-sensori per applicazioni a singolo-fotone per l'industria biomedicale	• sviluppo di nuovi materiali per la rivelazione di fotoni dall'ultravioletto ai raggi X e gamma
Nuovi nanodispositivi quantistici per elettronica ed ottica avanzata in nuovi sistemi di crittografia e protezione dati	• sviluppo di dispositivi elettronici nano-strutturati ed ottici per elettronica ed ottica quantistica

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
Sviluppo di nuove celle per trasformazione di energia solar	• sviluppo di materiali di natura organica e inorganica per la realizzazione di celle solari
Nuovi dispositivi elettronici a base organica per l'industria biomedicale	• sviluppo di sensoristica organica per integrazione con sistemi biologici
Nuovi dispositivi OFET per elettronica flessibile destinato al mercato consumerf	• sviluppo di transistor OFET per elettronica flessibile a base organica
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione di luce (OLED)	• sviluppo di materiali conduttivi trasparenti, a base organica e non, a ridotto uso di materiali critici (critical raw materials) quali indio, germanio, gallio, ecc.
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione di energia fotovoltaica (OPV)	• sviluppo di materiali innovativi funzionali, ad alte prestazioni, eventualmente biocompatibili, per generazione di luce, generazione di energia e sensing
Dispositivi sensori per vapori organici, o gas, o grandezze fisiche (temperatura, luce, ecc.), anche con comunicazione wireless	• materiali nanocompositi o nanostrutturati con proprietà ottiche avanzate, compatibili con substrati flessibili e grandi aree • sviluppo di materiali, metodi e processi di incapsulamento per la protezione di dispositivi e sistemi deperibili in aria, anche realizzati su plastica o altri materiali esotici
Dispositivi e circuiti elettronici ed optoelettronici organici per applicazioni innovative (es. agroalimentare, packaging intelligente, biomedicale, sensoristica, smart lighting, automotive, ecc.)	• nanopolveri ceramiche sintetizzate mediante processi innovativi • sviluppo di materiali ottenuti riutilizzando materiali recuperati da rifiuto (es. fibre di carbonio, silicio da pannelli fotovoltaici, ecc.)

AMBITO TECNOLOGICO: *Processi di manufacturing avanzati*

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
Nuovi processi tecnologici per la manifattura di elementi in composito ad alte prestazioni orientati alla riduzione dei tempi ciclo, dei costi dei materiali e di tempi e costi di lavorazione, assemblaggio e disassemblaggio	• tecnologie più adeguate ad una produzione industriale di materiali compositi passando da elevata manualità e bassa produttività ad elevata automazione e produttività (tecnologie di processo automatizzate: fiber placement, filament winding...) • tecnologie eco-compatibili orientate ad una riduzione delle emissioni nella produzione di materiali compositi
Integrazione delle tecnologie Additive in sistemi tradizionali di produzione industriale dei materiali compositi per il raggiungimento di bassa manualità ad alta produttività	• tecnologie per il riciclaggio dei materiali compositi a fine vita basate su incenerimento (e conseguente sfruttamento del calore prodotto per la produzione di energia), triturazione (riutilizzando ad esempio il materiale ottenuto per cementi), pirolisi (carbonizzazione della matrice polimerica e sfruttamento del gas prodotto per la generazione di energia)
Tecniche innovative per un manufacturing avanzato, intelligente ed eco-compatibile di nuovi materiali con un incremento delle performance dei prodotti (proprietà meccaniche, estetiche...) ed una riduzione di tempi e costi di processo	• tecniche di giunzione diverse da quelle tradizionali, per l'assemblaggio di parti in composito, o parti in composito con parti in materiali di tipologia diversa (per esempio metallici). o per l'assemblaggio di parti in differente materiale metallico (leghe leggere). Per le giunzioni di tipo adesivo, sono di grande importanza la preparazione delle superfici ed il controllo del processo • processi cold spray per la realizzazione di strati di interfaccia tra strutture metalliche e CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer). • design ottimizzato delle zone di giunzione per prevenire i fenomeni di corrosione galvanica, a causa della differenza di potenziale fra i diversi materiali (per es. fra la fibra di carbonio e l'acciaio) • sviluppo di nuove soluzioni tecniche, strumenti e metodi per l'analisi di difettosità di vario tipo (porosità, cricche, delaminazioni, etc.), che possono intaccare l'integrità strutturale dei componenti in composito da applicare in fase di produzione o per operazioni di ripristino, sostituzione e riparazione di un componente danneggiato • innovazione del processo di Resin Transfer Molding - RTM attraverso lo sviluppo di resine a bassissima viscosità e implementazione di tecnologie High Pressure RTM (riduzioni del tempo ciclo) • innovazione del processo di compression molding per cadenze produttive elevate con materiali strutturali (Glass Fiber e Carbon Fiber), utilizzando nuovi laminati termoplastici ad elevata riciclabilità • nuove tecniche di giunzione che prevedono l'utilizzo di nuovi adesivi strutturali e funzionali, giunzioni meccaniche con inserti metallici, saldatura a induzione o laser • processi innovativi che contemplano l'introduzione di parametri non convenzionali (ad esempio campi elettrici, magnetici, fluidi supercritici) al fine di migliorare le prestazioni dei manufatti in composito polimerico • innovazione del processo di stampaggio ad iniezione con controllo rapido della temperatura dello stampo per utilizzare

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PROPOSTE	CONOSCENZE E COMPETENZA DA VALORIZZARE
	matrici polimeriche normalmente non processabili tramite questa tecnologia • modellazione multiscala dei processi di manufacturing per la previsione delle proprietà finali dei prodotti
Tecnologie innovative per la realizzazione di sistemi biocompatibili e biodegradabili	• tecnologie innovative per il processo di polimeri biocompatibili per la realizzazione di strutture biofunzionali (elevata manualità latura, elettrospraying, prilling, microwave, processi assistiti da fluidi supercritici) • progettazione integrata e realizzazione di filamenti compositi e polveri per processi di prototipazione rapida basati su materiali da riciclo e/o materiali naturali"
Nuovi processi ad elevata tecnologia per la manifattura di materiali con proprietà di superficie, inesistenti su scala ordinaria, con elevata funzionalità ottica (assorbimento, colore), di wetting antisettica, per il sensing biologico, e per lo sviluppo di nuovi dispositivi e manufatti low-cost.	Tecnologie innovative di "laser processing" di materiali tradizionali (metalli, semiconduttori, vetri, polimeri, etc.) per lo sviluppo di sistemi con nuove proprietà multifunzionali della superficie realizzati mediante processi single-step ad elevata velocità in condizioni ambiente normali.
Fabbricazione di dispositivi e sistemi dell'elettronica organica e stampata a grande area, per grandi produzioni a basso costo e basso impatto ambientale	• sviluppo di processi di stampa su nastro continuo (roll-to-roll), per materiali a base organica ed ibridi organico-inorganico, a basso costo, basso impatto ambientale e con ridotto uso di materiali critici • sviluppo di processi di deposizione di materiali organici e non, per dispositivi elettronici ed opto elettronici organici innovativi ad alte prestazioni (OLED, OPV, sensori, circuiti elettronici, RFID, ecc.)
Dispositivi e sistemi dell'elettronica organica e stampata a basso consumo di energia ed alte prestazioni, facilmente riciclabili a fine vita	• sviluppo di processi di trattamento per dispositivi e sistemi a fine vita o di scarti di produzione, per il recupero di valuable materials (materie prime seconde) • progettazione e realizzazione di dispositivi e sistemi dell'elettronica organica e stampata utilizzando metodi di LCA, eco design, green chemistry, ecc., e attraverso l'applicazione di principi di sostenibilità dei processi e di economia circolare
Miglioramento delle rese produttive e delle prestazioni metaboliche di sistemi vegetali di interesse mediante allevamento in condizioni controllate	sviluppo di protocolli di allevamento per sistemi vegetali di interesse, anche in ambito spaziale, mediante l'ausilio di sistemi dell'elettronica organica e stampata
Fabbricazione di materiali e dispositivi su scala micro e nanometrica realizzati per additive manufacturing e 3D printing.	EHD Printing
Miglioramento dei processi produttivi di dispositivi elettronici e sensori basati su materiali innovativi	Tecnologie innovative per l'analisi dei processi di trasporto in dispositivi elettronici di nuova generazione

4. LA SELEZIONE DELLE TRAIETTORIE TECNOLOGICHE REGIONALI PER LA SPECIALIZZAZIONE NEL DOMINIO TECNOLOGICO-PRODUTTIVO MATERIALI AVANZATI NANOTECNOLOGIE

Punto di partenza del processo di selezione delle priorità di sviluppo tecnologico per l'area di specializzazione MATERIALI AVANZATI NANOTECNOLOGIE è stata la capacità di risposta, in termini di soluzioni tecnologiche sviluppate/sviluppabili da parte degli attori del dominio produttivo-tecnologico alle principali sfide sociali a livello globale.

Rispetto alle singole sfide, e in coerenza con le capacità industriali e potenzialità tecnologiche dell'area di specializzazione MATERIALI AVANZATI NANOTECNOLOGIE, sono state caratterizzare le proposte delle possibili traiettorie tecnologiche di sviluppo emerse nel corso del processo di consultazione pubblica.

Nel dettaglio, in relazione a ciascuna delle possibili sfide, le traiettorie tecnologiche sono state opportunamente raggruppate in specifici sottodomini tecnologici (anche nell'ottica di evitare duplicazioni) e valutate applicabili/perseguibili nel breve/medio periodo ovvero non perseguibili/non credibili in funzione di due dimensioni di analisi:

- a) il **TRL** (technological readiness level) della traiettoria rispetto all'operatività dei sistemi industriali di riferimento dell'area di specializzazione interessata, e
- b) il **grado di cambiamento atteso**, in termini di evoluzione/potenziamento/riqualificazione del sistema socio-economico locale.

La prima variabile, ampiamente utilizzata per caratterizzare il livello di maturità di una soluzione tecnologica, assume valori da 1 a 9, con 9 il livello della maggiore maturità tecnologica; la seconda variabile traduce in termini qualitativi (alto, medio alto, medio, medio-basso, basso) le opportunità connesse allo sviluppo di una data soluzione tecnologica in funzione della capacità di valorizzare/attivare le risorse endogene del territorio (es. tradizione industriale, livello di competitività internazionale del settore, ecc...) e/o di soddisfare i fabbisogni del sistema socio-economico campano (capacità della soluzione di rispondere ad una emergenza sociale).

Dalla combinazione delle due variabili le traiettorie tecnologiche proposte possono essere classificate in:

- ***traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo*** → tecnologie già disponibili presso il sistema industriale campano che, attraverso il passaggio da innovazione a prodotto per mercato, possono consentire una modernizzazione del sistema
- ***traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo*** → tecnologie che si caratterizzano per un livello di industrializzazione basso (con TRL medio-basso) e per le quali ci si attende una diversificazione o transizione del sistema socio economico ovvero un cambiamento in grado di produrre rilevanti impatti per l'area di specializzazione di riferimento.
- ***traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili*** → tecnologie che si caratterizzano per un livello di industrializzazione medio-basso rispetto al contesto di riferimento e grazie alle quali è possibile perseguire processi di diversificazione del sistema socio-economico di riferimento dell'area di specializzazione considerata, in virtù della pre-esistenza di una componente industriale in grado di validare la "bontà" della traiettoria tecnologica e pronta ad assumersi il rischio del relativo sviluppo industriale;
- ***traiettorie tecnologiche già sviluppate*** → tecnologie che si caratterizzano per un livello di avanzamento elevato presso il sistema della ricerca e/o di industrializzazione alto già ampiamente diffuse presso il sistema industriale locale per le quali non risultano necessario

l'intervento pubblico

- **traiettorie tecnologiche non perseguibili** → tecnologie caratterizzate da un basso livello di maturità tecnologica per il sistema industriale di riferimento che richiedono significati investimento per il relativo sviluppo a fronte di ritorni in termini di cambiamento non significativamente impattanti e per le quali, quindi, non è giustificato l'intervento pubblico in termini di rapporto costi-benefici.
- **traiettorie tecnologiche non credibili** → "tecnologie" attualmente rilegate ad un livello di ricerca di base e per le quali il rischio risulta estremamente elevato: l'assenza di una componente industriale in grado di validare la "bontà" della traiettoria tecnologica e pronta ad assumersi il rischio del relativo sviluppo industriale porta a scartare tali traiettorie tra gli ambiti di intervento per la specializzazione intelligente

A concorrere quindi allo sviluppo di un percorso di specializzazione intelligente del dominio esaminato sono le traiettorie tecnologiche classificate come traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo ovvero traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo ovvero le traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili.

Sono invece da considerarsi **traiettorie non prioritarie**, e quindi ad oggi escluse dagli interventi della programmazione regionale 2014-2020, le traiettorie tecnologiche classificate come **traiettorie tecnologica già sviluppata** ovvero **traiettorie tecnologica non perseguibile** ovvero **traiettorie tecnologica non credibile**. Le traiettorie tecnologiche non prioritarie, sono indicate in rosso nelle successive tabelle.

Infine, nel corso del processo di valutazione alcune traiettorie tecnologiche proposte sono state non selezionate, non in quanto non prioritarie, ma perché incluse nel processo di selezione delle traiettorie tecnologiche prioritarie di altri domini (ad esempio Aerospazio; Trasporti di superficie Logistica; Energia&Ambiente)

AMBITO TECNOLOGICO: Sviluppo di sistemi e materiali multifunzionali

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
Nuovi materiali compositi "fire retardant" più sicuri in presenza di alte temperature per applicazioni aeronautiche, aerospaziali, automotive, navali, ferroviarie e costruzioni progettazione integrata di sistemi polimerici con incrementata resistenza al fuoco	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Componenti strutturali multifunzionali innovativi leggeri e con migliorate proprietà meccaniche, con peso, tempi e costi di assemblaggio e disassemblaggio ridotti	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Nuovi materiali compositi funzionalizzati con migliorate proprietà superficiali (compatibili con pigmenti, coloranti, additivi antifiamma, materiali di rinforzo ecc...)	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Sistemi polimerici ibridi leggeri, con porosità multiscala, ad alte prestazioni meccaniche e dotati di specifiche funzionalità (isolamento termico, acustico)	5	Alto	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
Adesivi innovativi per l'incollaggio di componenti in composito, o parti in composito con elementi metallici, più sicuri per i passeggeri (alta resistenza al fuoco e bassa emissione di fumi)	6	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo</i>
Nuovi materiali polimerici multifunzione tramite processi a singolo stadio (direttamente da sintesi) con potenzialità di scale up industriali	6	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo</i>
Nuovi materiali con coating nanostrutturati per rivestimento di pareti esterne ed interni, pavimenti, tubature (ad azione igienizzante, di abbattimento degli agenti inquinanti e qualità tecniche elevate di resistenza e durata)	6	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo</i>
Materiali micro e nanocompositi espansi attraverso tecniche di foam injection molding, in-situ foaming	6	Alta	<i>traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo</i>
Materiali biomimetici con proprietà locali e direzionali differenziate (es. sistemi a gradiente di proprietà)	4	Medio-bassa	<i>traiettorie tecnologiche non perseguibili</i>
Nuovi materiali avanzati per applicazioni elettroniche (fotovoltaico, fuel cells, sensori, catalizzatori ambientali e MEMS) o dotati di specifiche proprietà proprie della nanoscala (risonanza di plasma, magnetoplasmonica, superparamagnetismo, SERS, ecc...)	4	Medio	<i>Traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>
Metasuperficie per la selezione e manipolazione della razione elettromagnetica	2	Media	<i>traiettorie tecnologiche non credibili</i>
Dispositivi a banda millimetrica e THz per sistemi di telecomunicazione di nuova generazione	3	Bassa	<i>traiettorie tecnologiche non perseguibili</i>
Innovazione nella produzione low cost di materiali da utilizzare in tecnologie ecosostenibili di cattura della CO2 e separazione dell'O2 dall'aria	2	Bassa	<i>traiettorie tecnologiche non credibili</i>
Sviluppo di anodi per il miglioramento delle prestazioni delle batterie a litio.	4	Bassa	<i>traiettorie tecnologiche non perseguibili</i>
Coating polimerici per il de-icing di superfici aeronautiche (metalliche/composite)			<i>Traiettorie incluse nel processo di selezione del dominio Aerospazio</i>
Nuovi materiali compositi da utilizzare per sensori e strutture integrate complesse per sistemi aerospazio e Difesa			
Elementi di fusoliera multifunzionali (isolamento acustico, resistenza al fuoco, funzioni stealth), realizzati mediante tecnologie avanzate di manufacturing e dotati di un sistema automatico per la diagnosi			
Nuove interfacce uomo-macchina per applicazioni nell'aerospazio e difesa			
Realizzazione di pannelli di tamponatura degli edifici con fortissimo potere di isolamento termo-			<i>Traiettorie incluse nel processo di selezione del dominio Beni Culturali, Turismo, Edilizia</i>

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
acustico			<i>sostenibile</i>
Sviluppo di nuove celle per trasformazione di energia solar			<i>Traiettorie incluse nel processo di selezione del dominio Energia&Ambiente</i>
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione e lo stoccaggio di energia			
Sviluppo componenti elettronici per energy harvesting e miglioramento dell'efficienza energetica			
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione di energia fotovoltaica (OPV)			
Dispositivi a basso costo, elevata efficienza ed ecosostenibili per la generazione di luce (OLED)			
Dispositivi per il biorisanamento di acque reflue			
Membrane nanostrutturate e nanocaricate per la specifica applicazione biomedicale di scaffold per rigenerazione di tessuti			<i>Traiettorie incluse nel processo di selezione del dominio Salute, biotecnologie agroalimentare</i>
Nuovi nanosistemi magnetici biocompatibili per applicazioni biomedicali			
Dispositivi per applicazioni biomedicali completamente biocompatibili (ortodonzia, protesi ossee, valvole o bypass cardiovascolari...)			
Sviluppo di materiali innovativi con proprietà biomimetiche e polimeri intelligenti con proprietà biomedicali che rispondano a stimoli esterni per attivare le terapie on-demand			
Metalliche igienizzanti per dispositivi medicali			
Dispositivi elettronici flessibili, auto-alimentati, edibili per applicazioni in ambito medicale come il monitoraggio non invasivo delle attività biologiche e stimolazione dei tessuti all'interno del corpo umano.			
Nuovi dispositivi elettronici a base organica per l'industria biomedicale			
Sviluppo di micro e nanovettori per il rilascio controllato di specifiche molecole bioattive e farmaci (che rispondano a condizioni fisiologiche specifiche e/o a segnali esterni di controllo) per la messa a punto di terapie locali minimamente invasive e dai ridotti effetti collaterali			
Prodotti ad elevata biodegradabilità per applicazioni packaging, orticoltura, raccolta differenziata, tessuti, collanti			
Nuovi foto-sensori per applicazioni a singolo fotone per l'industria biomedicale			
Micro e nanosensori per il monitoraggio rapido di			

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
parametri fisiologici e la diagnostica precoce			
Sensori per il rilevamento di microinquinanti in tracce in sistemi liquidi (ad es. acqua) ed alimentari			
Prodotti ad elevata biodegradabilità e biocompatibilità per applicazioni di detergenza a basso impatto ambientale	7	Medio-alta	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Sistemi biocompatibili con proprietà di attuazione elettromeccaniche	6	Alta	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Nuovi nanodispositivi quantistici per elettronica ed ottica avanzata in nuovi sistemi di crittografia e protezione dati	7	Alta	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Nuovi dispositivi OFET per elettronica flessibile destinato al mercato consumer	5	Medio-alta	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo
Dispositivi optoelettronici per sensori di nuova generazione	8	Medio-alta	traiettorie tecnologiche già sviluppata
Dispositivi optoelettronici a basso costo per l'applicazione nell'ambito dell'ICT, sensoristica e diagnostica medica	7	Medio-alta	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Dispositivi MEMS e NEMS a bassa dissipazione di potenza	5	Alta	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo
Dispositivi e circuiti elettronici ed optoelettronici organici per applicazioni innovative	8	Medio-alta	traiettorie tecnologiche già sviluppata

AMBITO TECNOLOGICO: *Processi di manufacturing avanzati*

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
Nuovi processi tecnologici per la manifattura di elementi in composito ad alte prestazioni orientati alla riduzione dei tempi ciclo, dei costi dei materiali e di tempi e costi di lavorazione, assemblaggio e disassemblaggio	5	Alto	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio-periodo
Integrazione delle tecnologie Additive in sistemi tradizionali di produzione industriale dei materiali compositi per il raggiungimento di bassa manualità ad alta produttività	4	Alto	traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili
Tecniche innovative per un manufacturing avanzato, intelligente ed eco-compatibile di nuovi materiali con un incremento delle performance dei prodotti (proprietà meccaniche, estetiche...) ed una riduzione di tempi e costi di processo	6	Alto	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo
Tecnologie innovative per la realizzazione di sistemi biocompatibili e biodegradabili	3	Medio-bassa	traiettorie tecnologiche non perseguibili

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE DA SELEZIONARE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
Nuovi processi ad elevata tecnologia per la manifattura di materiali con proprietà di superficie, inesistenti su scala ordinaria, con elevata funzionalità ottica (assorbimento, colore), di wetting antisettica, per il sensing biologico, e per lo sviluppo di nuovi dispositivi e manufatti low-cost.	4	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>
Fabbricazione di dispositivi e sistemi dell'elettronica organica e stampata a grande area, per grandi produzioni a basso costo e basso impatto ambientale	4	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>
Dispositivi e sistemi dell'elettronica organica e stampata a basso consumo di energia ed alte prestazioni, facilmente riciclabili a fine vita	4	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>
Miglioramento delle rese produttive e delle prestazioni metaboliche di sistemi vegetali di interesse mediante allevamento in condizioni controllate	3	Medio-bassa	<i>traiettorie tecnologiche non perseguibile</i>
Fabbricazione di materiali e dispositivi su scala micro e nanometrica realizzati per additive manufacturing e 3D printing.	4	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>
Miglioramento dei processi produttivi di dispositivi elettronici e sensori basati su materiali innovativi	4	Medio-alta	<i>traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili</i>

Tabella - Le risultanze del processo di selezione le delle traiettorie tecnologie di specializzazione

AMBITI TECNOLOGICI	TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE				TRAIETTORIE TECNOLOGICHE PRIORITARIE				TOTALE
	<i>TT applicabili nel breve periodo</i>	<i>TT sviluppabili nel medio periodo</i>	<i>TT potenzialmente sviluppabili</i>	TOTALE	<i>TT già sviluppate</i>	<i>TT non perseguibili</i>	<i>TT non credibili</i>	TOTALE	
SVILUPPO DI SISTEMI E MATERIALI MULTIFUNZIONALI	7	7	1	15	2	3	2	7	22
PROCESSI DI MANUFACTURING AVANZATI		2	6	8		2		2	10
TOTALE	7	11	13	31	2	7	2	11	42
PESO ALL'INTERNO DEL GRUPPO	22,58%	35,48%	41,94%	100,00%	18,18%	63,64%	18,18%	100,00%	
PESO SUL COMPLESSIVO				73,81%				26,19%	100,00%

5. CONSIDERAZIONI E RACCOMANDAZIONI

L'implementazione della ricerca sui nuovi materiali in Campania costituisce una grande potenzialità di crescita e miglioramento della competitività nei settori del design e della moda.

La Campania nell'ambito della produzione di accessori e abbigliamento vanta una elevatissima reputazione per l'alta qualità manifatturiera e per la cura del dettaglio che rientrano tra i più importanti valori del Made in Italy. Accanto ad alcuni brand campani di eccellenza, noti nel mondo per la forte identità e riconoscibilità, il tessuto produttivo è prevalentemente diffuso e polverizzato con un ruolo quasi sempre fasonista che opera per grandi brand e multinazionali che detengono la componente progetto e quella di ricerca e sviluppo in altri luoghi distanti sia geograficamente che culturalmente dal nostro territorio. Questo rende debole la propensione all'innovazione e l'attitudine strategica e progettuale. La maggior parte delle PMI nel settore fashion si posiziona, inoltre, in una dimensione ibrida artigianale-industriale caratterizzata da fabbisogni di innovazione spesso particolari non facilmente espressi e interpretabili.

Alla luce delle potenzialità ma anche dei limiti e delle debolezze di questo sistema produttivo, è importante creare una filiera integrata che connetta le aziende che non hanno una sufficiente capacità di strategia, design e innovazione al loro interno con Università, Centri di Ricerca e luoghi dell'innovazione specializzati in nuovi materiali e design che colmino i gap di innovazione al fine di mantenere un sufficiente vantaggio di competitività e reputazione rispetto ad altri territori produttivi emergenti come Mediterraneo orientale, Cina e India.

In tutti questi ambiti la Campania vanta un prestigioso tessuto di ricerca grazie alla presenza di Università e centri di ricerca come CNR e Istituto Italiano di Tecnologia che hanno delle competenze molto avanzate ed una ricerca di alta qualità e respiro internazionale. In alcuni casi la ricerca sui nuovi materiali mette a punto soluzioni materiche ed anche brevetti nell'ambito di progetti di ricerca che non risultano perfettamente aderenti alle richieste finali del settore per cui sono stati sviluppati e per questo vengono "scartati" e danno luogo ad una serie di risultati marginali. Spesso la ricerca viene finanziata da settori come aerospaziale o edilizio che richiedono prestazioni strutturali e meccaniche molto elevate che, ad esempio, per materiali biodegradabili o provenienti da fonti vegetali sono difficili da raggiungere. Tali materiali, analizzati dal punto di vista del design nei loro limiti e nelle loro potenzialità, possono trovare ambiti di applicazione alternativi ed anche sbocchi sul mercato in settori diversi come la moda e gli accessori ai quali possono essere più aderenti e nei quali possono innescare processi di rinnovamento o rispondere a specifiche esigenze, fino a riuscire ad avere sbocchi sul mercato. Grazie alla sua capacità di prefigurazione ed alla conoscenza delle dinamiche dei mercati il design è in grado di interpretare i fabbisogni di innovazione delle aziende e di connetterli con la ricerca sui materiali. Nel campo dell'abbigliamento e degli accessori alcune delle potenzialità di innovazione che potrebbe apportare notevoli vantaggi in termini di crescita e competitività sono: implementazione di nuovi materiali funzionalizzati alla scala nanometrica e micrometrica (autopulenti, antipiega, cangianti, luminescenti, antibatterici, magnetici, conduttivi che inglobano chip, reattivi, a memoria di forma, traspiranti, in grado di rilasciare principi attivi, ecc.); utilizzo di fibre naturali rinnovabili ed ad elevato rendimento come canapa e ginestra; miglioramento dell'impatto ambientale nel ciclo di vita dei prodotti (riduzione dei consumi di materia ed energia, uso di risorse rinnovabili, riciclabilità); implementazione del digitale nei processi produttivi nuovi e in quelli tradizionali.

In modo trasversale ai vari driver innovativi, lo sviluppo in Campania di nuovi materiali richiederà il potenziamento delle capacità di sintesi e di analisi strutturale e micro strutturale in riferimento alle quali la Regione Campania potrebbe avere un ruolo di primo piano con la realizzazione di infrastrutture di ricerca non esistenti in campo nazionale e che le permetterebbero un pieno inserimento nei programmi internazionali in questo ambito

Si segnala l'opportunità che, con la confluenza di competenze nazionali dei maggiori Enti di ricerca operanti nel campo della Fisica ed in particolare dell'ENEA, si possa realizzare in Campania una medio-grande infrastruttura per l'analisi di materiali e manufatti mediante neutroni. Mentre tali tecnologie non sono disponibili in Italia, la loro rilevanza in svariati settori (dai materiali, ai beni culturali, al settore aerospaziale ed alla medicina) fa sì che in campo europeo si stanno facendo grandi investimenti.