



RIS3 CAMPANIA

MATERIALI
AVANZATI E
NANOTECNOLOGIE

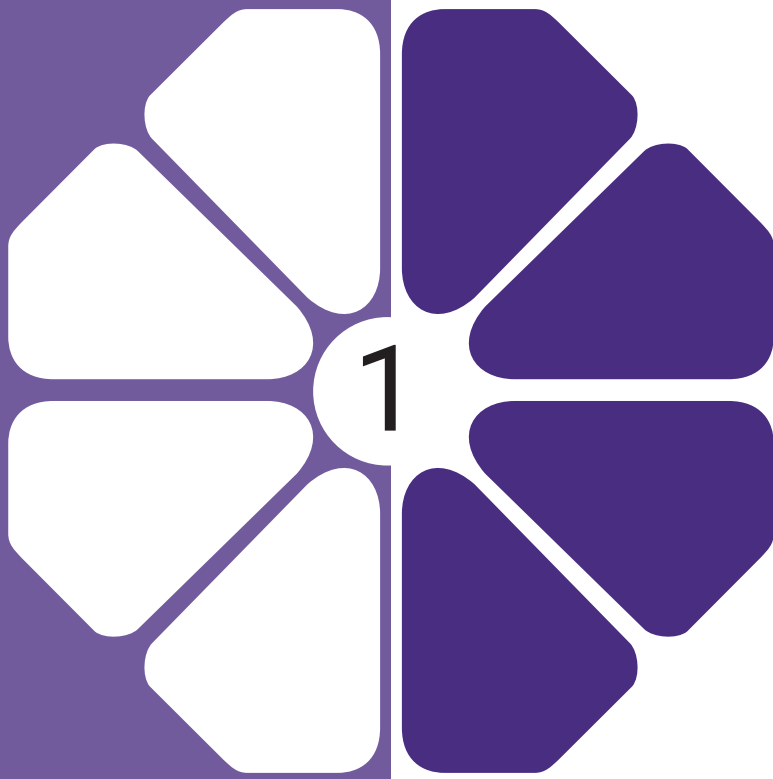


PROGRAMMA
REGIONALE
FESR



RIS3 CAMPANIA

MATERIALI
AVANZATI E
NANOTECNOLOGIE



Evoluzione delle condizioni industriali



La S3 Campania nel periodo di programmazione 2014-2020 ha individuato il dominio tecnologico di Materiali Avanzati e Nanotecnologie prioritariamente identificato dai settori industriali: aeronautico/aerospazio, automotive, nautico, ferroviario, biomedicale, edilizio, microelettronico, difesa.

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.

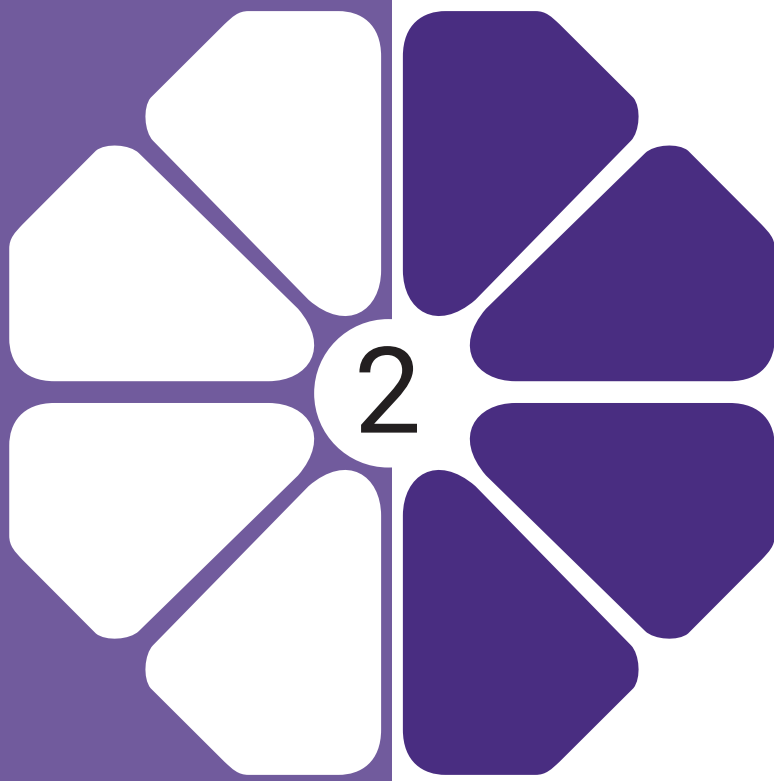
Anche in campo **automotive**, principalmente nel caso di auto supersportive o ad alte prestazioni (es. Ferrari F150, Lamborghini Murcielago, Porsche Carrera GT, Ferrari 599, Alfa Romeo 4C), sono state adottate, in diversa misura, soluzioni basate su materiali compositi sia per la parte telaio sia per la parte carrozzeria. 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 soprattutto per la realizzazione di interiors per quella classe di vetture per le quali è fortemente richiesta la riduzione dei pesi (tram urbani, metropolitane).

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. 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 questo ambito è forte la collaborazione tra i centri di ricerca campani di altissimo livello e strutture analoghe in altre regioni per l'investimento in nanotecnologie da applicare al settore della Chimica Farmaceutica. 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.

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).

¹ https://www.bancaifis.it/app/uploads/2021/10/Innovation-Days_Campania_20211014.pdf



Evoluzione delle 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 02 - Scienze Fisiche
- Area 03 - Scienze chimiche
- Area 08 - ingegneria civile e architettura

POTENZIALE TECNICO-SCIENTIFICO RISPETTO AI FABBISOGNI DI FILIERA	AREA 09 INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE	AREA 02 SCIENZE FISICHE	AREA 03 SCIENZE CHIMICHE	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	FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/07	CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/04, CHIM/05, CHIM/06, CHI/07, CHI/09, CHIM/11	ICAR/08 ICAR/09 ICAR/13
Numero di ricercatori afferenti	Oltre 200	Oltre 350	Oltre 10	-
Numero di Pubblicazioni ultimi 5 anni	Oltre 5.000	Oltre 2.500	Oltre 200	-
Numero di brevetti conseguiti	Oltre 40	Oltre 15	-	-
Corsi di laurea attivati e numero di formandi	19 (≈ 18.000)	6 (≈ 750)	6 (≈ 1.600)	-
Corsi di dottorato attivati	19	2	3	-

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

<p>Dipartimenti Universitari</p>	<p>Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione; Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale; Dipartimento di Matematica e Applicazioni "Caccioppoli".</p> <p>Seconda Università di Napoli: Dipartimento di architettura e disegno industriale "Luigi Vanvitelli"; Dipartimento di Ingegneria</p> <p>Università di Salerno: Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Ingegneria dell'informazione ed elettrica e Matematica applicata; Dipartimento di Ingegneria Informatica; Dipartimento di Scienze Aziendali - Management e Innovation Systems</p> <p>Università degli Studi del Sannio: Dipartimento di Ingegneria</p> <p>Università Parthenope: Dipartimento di Ingegneria; Dipartimento di Scienze e Tecnologie; Scuola delle Scienze, dell'Ingegneria e della Salute</p>
<p>Centri di ricerca specializzati in Regione</p>	<p>Centro Italiano Ricerche Aerospaziale</p> <p>Consiglio Nazionale delle Ricerche: Istituto di Microelettronica e Microsistemi; Istituto per il rilevamento elettromagnetico dell'ambiente; Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali; Istituto superconduttori, materiali innovativi e dispositivi; Istituto di Calcolo e Reti ad alteprestazioni, Istituto di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti.</p> <p>CRDC Tecnologie</p> <p>Distretto IMAST</p>



Area 02 - scienze fisiche

<p>Dipartimenti Universitari</p>	<p>Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Fisica; Dipartimento di Matematica e Applicazioni "Caccioppoli"; Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale</p> <p>Seconda Università di Napoli: Dipartimento di Matematica e Fisica</p> <p>Università di Salerno: Dipartimento di Fisica "E.R.Caianello"</p> <p>Università Suor Orsola Benincasa: Dipartimento di Scienze Umanistiche</p>
<p>Centri di ricerca specializzati in Regione</p>	<p>Centro Italiano Ricerche Aerospaziali</p> <p>Consiglio Nazionale delle Ricerche: Istituto di cibernetica "E. Caianello"; Istituto Nazionale per la Fisica della Materia; Istituto Nazionale di Ottica</p> <p>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio astronomico di Capodimonte Consorzio nazionale Interuniversitario per le Scienze Fisiche della Materia – CNISM Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN</p> <p>CRDC Tecnologie</p>



Area 03 - scienze chimiche

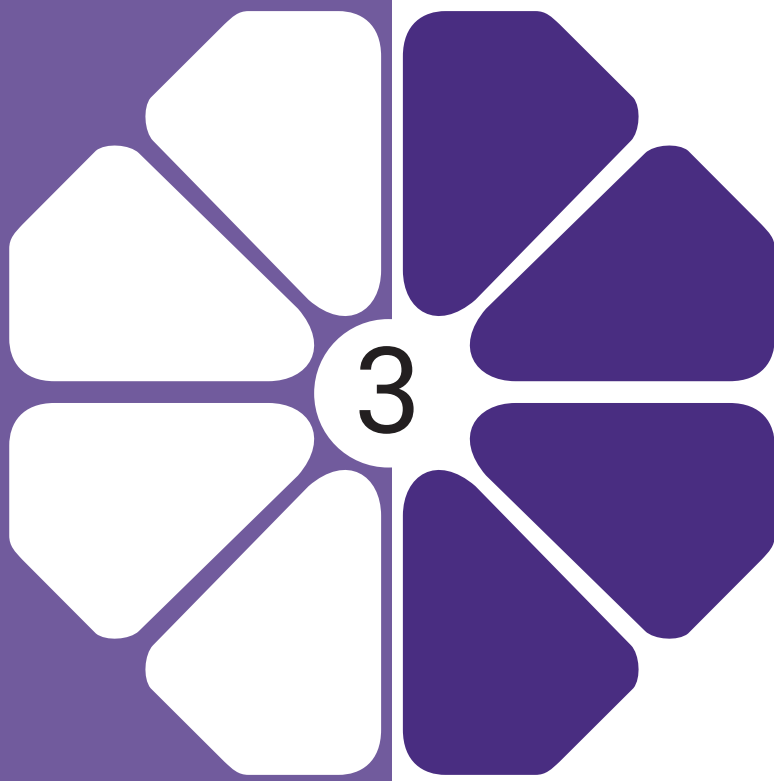
Dipartimenti Universitari	<p>Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Medicina Molecolare e Biotecnologie Mediche; Dipartimento di Scienze Chimiche; Dipartimento di Farmacia; Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale</p> <p>Seconda Università di Napoli: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche</p> <p>Università di Salerno: Dipartimento di Chimica e Biologia "Adolfo Zambelli"; Farmacia;</p> <p>Università Suor Orsola Benincasa: Dipartimento di Scienze Umanistiche</p> <p>UniSannio: Dipartimento di Scienze e Tecnologie</p>
--------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Area 08 - ingegneria civile e architettura

Dipartimenti Universitari	<p>Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale; Dipartimento di Architettura; Dipartimento di Ingegneria Industriale; Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura</p> <p>Seconda Università di Napoli: Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale; Dipartimento di Ingegneria;</p> <p>Università di Salerno: Dipartimento di Ingegneria Civile</p> <p>Università Parthenope: Dipartimento di Ingegneria</p> <p>Università Suor Orsola Benincasa: Dipartimento di Scienze Umanistiche</p> <p>UniSannio: Dipartimento di Ingegneria</p>
Centri di ricerca specializzati in Regione	CESMA





Traiettorie tecnologiche prioritarie per la Regione Campania



La Selezione e l'aggiornamento delle Priorità di sviluppo tecnologico è stata condotta in base all'analisi delle possibili risposte che ciascuna area di specializzazione (dominio tecnologico-produttivo) era in grado di produrre in termini di soluzioni tecnologiche, alle principali sfide sociali a livello globale e in linea con le proposte ricevute dal territorio. La finalità è stata quella di studiare l'evoluzione del dominio di specializzazione e di produrre informazioni a supporto dell'aggiornamento delle traiettorie tecnologiche ritenute in grado di favorire il processo di definizione degli ecosistemi regionali dell'innovazione.

La selezione è avvenuta in base a:

- il TRL (technological readiness level) della traiettoria rispetto all'operatività dei sistemi industriali di riferimento dell'area di specializzazione interessata;
- il livello di impatto atteso in termini di cambiamento per il sottosistema socioeconomico dell'area di specializzazione analizzata.

Le traiettorie tecnologiche individuate dalla S3 Campania per il Dominio tecnologico "Materiali Avanzati e Nanotecnologie" fanno riferimento agli ambiti di seguito elencati:

1. Materiali avanzati;
2. Nanostrutture;
3. Processi innovativi;
4. Sostenibilità.

Questi vanno a sostituire quelli proposti per il periodo 2014-20 (che erano: 'Sviluppo di sistemi e materiali multifunzionali' e 'Processi avanzati di manufacturing').

Di seguito si riporta il quadro sinottico delle traiettorie tecnologiche organizzate per ambito di riferimento.



1. Ambito tecnologico: materiali avanzati

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
<p>Coating con proprietà funzionali</p> <ul style="list-style-type: none"> Coating mediante funzionalizzazioni chimiche e/o materiali nanostrutturati ad elevata compatibilità con le tecnologie esistenti (proprietà ghiacciofobiche, protettive, antinquinamento, anticorrosive, antimicrobiche, autopulenti e sensoristiche) Nuovi materiali compositi ed adesivi con elevate prestazioni al fuoco 	6-7	Medio- alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo
<p>Materiali per la produzione sostenibile di energia e per l'accumulo della stessa</p> <ul style="list-style-type: none"> materiali per celle fotovoltaiche e per celle a combustibile materiali per lo stoccaggio e la produzione di idrogeno, per l'efficientamento di batterie a ioni di litio, materiali per batterie 'post litio-ione'. 	6	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo
<p>Materiali con applicazioni nell'Elettronica e nella Sensoristica</p> <ul style="list-style-type: none"> Nuovi materiali avanzati, nanomateriali e sistemi nanometrici per l'elettronica ed ottica avanzata 	6-7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo
<p>Materiali per applicazioni biomedicali</p> <ul style="list-style-type: none"> materiali per il monitoraggio di parametri biochimici biologici, fisiologici e fisici e per la stimolazione dei tessuti, per scaffold nanostrutturati, per protesi e dispositivi impiantabili, per superfici metalliche igienizzanti, per sistemi elettro-meccanici biocompatibili ed elettronici a base organica, per fotosensori, per micro- e nano-vettori per il rilascio controllato di farmaci 	7	Medio	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
<p>Materiali di nuova concezione in termini di struttura e proprietà</p> <ul style="list-style-type: none"> Materiali polimerici e relativi micro e nanocompositi attraverso processi in-situ Materiali avanzati multifunzionali leggeri ad elevate prestazioni e relativi componenti progettati per l'assemblaggio e disassemblaggio Nanocompositi multifunzionali contenenti smart materials e con proprietà meccaniche peculiari (auxetici). 	5	Alto	traiettorie tecnologiche sviluppabili nel medio periodo
<p>Materiali per applicazioni nei trasporti</p> <ul style="list-style-type: none"> Compositi strutturali a matrice termoplastica riciclabili, sostenibili e ad alte prestazioni. 	6	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo



2. Ambito tecnologico: nanostrutture

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
<p>Nanostrutture per applicazioni biomedicali:</p> <ul style="list-style-type: none"> nanosistemi magnetici biocompatibili, nanoparticelle biocompatibili per utilizzo in ambito diagnostico 	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
<p>Nanotecnologie quantistiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> nanodispositivi quantistici, quantum computing, qubit, circuiti e sensori quantistici 	4	Alto	traiettorie tecnologiche potenzialmente sviluppabili
<p>Nanostrutture con proprietà funzionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> nanostrutture finalizzate al conferimento di proprietà antimicrobiche, antiossidanti, di foto e termo resistenza e autopulenti, per elettronica e ottica avanzata, nanosensori superconduttivi per telecomunicazioni. 	6	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo



3. Ambito tecnologico: processi innovativi

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
<p>Tecnologie di Additive Manufacturing</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecniche innovative per un manufacturing avanzato, intelligente ed eco- compatibile di materiali con migliori ad elevate prestazioni e migliori performance produttive 	6	Medio-Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo
<p>Sistemi avanzati di modellazione per il controllo di qualità e la diagnostica nei processi produttivi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemi di indagine e modellazione innovativi 	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
<p>Tecnologie di trattamento superficiale e di deposizione di coating</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processi per l'ottenimento di proprietà di superficie con elevate funzionalità ottiche, di wetting, antisettiche, di sensing biologico. 	6	Medio-Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
<p>Processi ad incrementata sostenibilità</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processi industriali legati alla produzione di Growing Materials e trasformazione di polimeri/materiali biobased 	7	Alto	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
<p>Processi per l'elettronica organica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie per la sostenibilità dei processi di fabbricazione di dispositivi e sistemi per l'elettronica 	5-6	Medio	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo





4. Ambito tecnologico: sostenibilità

TRAIETTORIE TECNOLOGICHE	TRL	GRADO DI CAMBIAMENTO ATTESO	CLASSE DELLA TECNOLOGIA
Materiali biodegradabili, biocompatibili, sostenibili e di origine naturale <ul style="list-style-type: none"> Materiali polimerici e compositi biodegradabili, biocompatibili, sostenibili e di origine naturale 	7	Medio	traiettorie tecnologiche applicabili nel breve periodo
Materiali per la tutela dell'ambiente <ul style="list-style-type: none"> Materiali e tecnologie ecosostenibili per la cattura della CO₂, rilevamento di microinquinanti, biorisanamento di acque reflue 	5	Medio	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo
Catalizzatori ambientali <ul style="list-style-type: none"> materiali dotati di specifiche proprietà proprie della nanoscala 	6	Medio	traiettorie tecnologiche applicabili nel medio periodo





Considerazioni riguardanti l'aggiornamento delle Traiettorie Regionali proposte



L'analisi dei risultati della consultazione relativa al Tavolo Tematico 'Materiali Avanzati e Nanotecnologie' ha portato all'individuazione di diverse traiettorie tecnologiche determinate sulla base della conferma delle traiettorie facenti parte della precedente RIS3 (2014-20) e delle modifiche o aggiunte che sono emerse dalla recente consultazione. Si evidenzia come dalle proposte emerga, oltre l'indicazione di aggiunta di nuove traiettorie, la richiesta del mantenimento di quanto proposto nella precedente RIS3.

Sulla base delle proposte presentate, si è ritenuto, nell'individuazione delle traiettorie, di operare in modo diverso da quanto riportato per la RIS3 precedente, modificando la denominazione delle Traiettorie Tecnologiche. Le singole Traiettorie Tecnologiche sono state articolate, a loro volta, in diverse tematiche. Il dettaglio delle Traiettorie Tecnologiche è riportato qui di seguito. L'individuazione di tali traiettorie evidenzia il ruolo altamente trasversale dei Materiali Avanzati e delle Nanotecnologie che impattano su tutte le altre tematiche tecnologiche. Come già richiamato, la consultazione ha fatto emergere l'attualità delle proposte relative alla precedente RIS3, con aggiunte significative legate alla maturazione e crescita in termini di applicazioni tecnologiche ed industriali di discipline quali i materiali multifunzionali e i metamateriali, di progresso nel campo dei materiali biodegradabili, biocompatibili e di origine naturale e, più in generale, dei materiali 'sostenibili', di sviluppo dell'ingegneria delle superfici, di sviluppo di materiali per l'energia, l'elettronica e di tecnologie quantistiche, di innovazione dei processi produttivi con particolare riferimento all'additive manufacturing.

Tali traiettorie sono ottimamente supportate dal ricco sistema della ricerca campano nel campo della scienza e tecnologia dei materiali polimerici, ceramici, metallici e compositi che è fortemente attivo su base interdisciplinare che coinvolge aspetti ingegneristici, fisici e chimici con forti connessioni ad aspetti biomedici e biochimici. A questo si unisce l'impatto rilevante non solo su comparti industriali tradizionalmente ben consolidati in Regione Campania, quali aerospazio, automotive, agroalimentare, tutela dei beni culturali e moda e design, ma anche sullo sviluppo di nuove attività manifatturiere di piccole e media dimensioni che si basano sull'introduzione di tecnologie di produzione flessibili ed innovative.

A In dettaglio, le traiettorie individuate relativamente all'ambito tecnologico **MATERIALI AVANZATI** riportate nelle tabelle precedenti sono le seguenti:

- Coating con proprietà funzionali:** Si è ampliata la traiettoria tecnologica relativa ai coating nell'ambito tecnologico 'Materiali avanzati' e si è incrementato il TRL. Di particolare interesse è lo sviluppo di superfici strutturate che combinino diverse proprietà sfruttando le interazioni tra micro- e nano-strutture. Le applicazioni industriali spaziano dall'elettronica al settore biomedicale, dall'aerospazio e dal settore automobilistico a quelli del packaging e delle tecnologie sostenibili per l'energia. In ambito campano, lo sviluppo di coating funzionali è di particolare rilievo nel packaging alimentare, nell'industria dei laminati in alluminio, nell'industria aerospaziale e automobilistica, nell'industria tessile e delle pelli.
- Materiali per la produzione sostenibile di energia e per l'accumulo della stessa:** Tale traiettoria è stata aggiunta, con particolare riferimento ai materiali per applicazioni nel fotovoltaico ed alle celle a combustibile e all'accumulo per mezzo di batterie e di idrogeno. Nel 2020, la Campania si è posizionata in decima posizione in Italia per numero di impianti fotovoltaici residenziali installati (più di 30000 impianti residenziali per più di 150 MW). Le imprese italiane di produzione di pannelli fotovoltaici sono principalmente collocate nel Nord-Est con la presenza in Campania prevalentemente di imprese di vendita, progettazione e installazione, fatte salve un'impresa nell'avellinese ed una nel salernitano. Questo è un settore nel quale è importante il sostegno dello sviluppo industriale come dimostrato da un nuovo progetto italiano per la produzione di celle e moduli solari innovativi che ha visto un recente accordo (novembre 2021) tra il Ministero dello Sviluppo Economico, la Regione Puglia e Midsummer Italia (di proprietà della omonima società svedese). Tale progetto è finalizzato a finanziare attività di ricerca e un nuovo insediamento industriale, con un investimento di circa 66,3 milioni di euro per la produzione di pannelli costituiti da moduli flessibili linea con celle solari con tecnologia CIGS (Copper, Indium, Gallium e Selenium) e moduli fotovoltaici a film sottile e per il supporto di attività di ricerca e sviluppo sperimentale per la realizzazione di moduli fotovoltaici con celle CIGS. Un altro importante settore industriale in sviluppo è quello delle celle a combustibile e degli elettrolizzatori, che sta vedendo l'importante impulso legato all'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico. È importante svilupparne le tecnologie produttive per ridurre drasticamente i tempi di produzione. Attualmente le fuel cell vengono prodotte assemblando componenti fabbricati da diversi produttori con fasi separate di sagomatura, pulizia, rivestimento e unione delle parti. Si ritiene che il mutato panorama tecnologico debba far dedicare attenzione all'accumulo di energia in virtù del processo di decarbonizzazione che ha visto sviluppo delle tecnologie legate all'elettrificazione della mobilità ed allo sviluppo dell'idrogeno come vettore di energia. Con riferimento al settore delle batterie, per una serie di fattori, tra i quali il basso costo, la bassa tossicità e la lunga vita operativa, quelle a ioni di litio, ed in particolare quelle LFP (lithium ferrophosphate), sono le più diffuse ed utilizzate in campo automobilistico e necessitano di un intervento di efficientamento anche in considerazione del contingente incremento dei costi di produzione previsto per il 2022. Relativamente all'accumulo di energia in forma di idrogeno, un obiettivo tecnologico importante è quello di sviluppare materiali per lo stoccaggio di idrogeno in fase solida ad incrementata capacità ed, al contempo, a ridotta pressione di stoccaggio (<50bar).
- Materiali con applicazioni nell'Elettronica e nella Sensoristica:** Tale traiettoria è stata confermata ed ampliata, incrementandone il TRL associato in virtù dello sviluppo tecnologico del settore ed inserendo nuovi campi applicativi emersi nel corso del tavolo di consultazione. Di particolare rilievo sono il settore dell'elettronica flessibile che trova applicazioni nei materiali organici per il fotovoltaico, nell'elettronica indossabile, il settore dei materiali per filtri a onda acustica di volume (BAW) operanti a frequenze di diversi Hz o i filtri ottici elettroacustici che utilizzano materiali come il niobato di litio che operano nello spettro delle centinaia di GHz e dei THz, per finire con i sistemi micro- e nano-elettromeccanici il cui mercato è in forte espansione.



- **Materiali per applicazioni biomedicali:** Dalla consultazione con i portatori di interesse, è emersa la richiesta di confermare questa traiettoria. Nella formulazione qui proposta, la stessa aggrega diverse traiettorie, presenti separatamente nel precedente documento RIS3 2014-2020, anche in considerazione di possibili sinergie nello sviluppo delle diverse tematiche tecnologiche che ricadono in tale ambito. Il tessuto industriale campano, pur vedendo la presenza di alcune grandi imprese internazionali, è composto prevalentemente da piccole imprese. Importante la presenza di una significativa attività di ricerca presso università ed enti di ricerca (CNR, IIT) e Distretti (Distretto ad Alta Tecnologia Campania Bioscience, Distretto IMaST). Il buon livello della Ricerca nel settore e la sua vitalità hanno portato alla nascita di diversi spin-off e start-up. Da valutare eventuale sovrapposizione con il dominio tecnologico "Salute, biotecnologie agroalimentare"
- **Materiali di nuova concezione in termini di struttura e proprietà:** Si sono aggregate in questa unica traiettoria le tematiche tecnologiche legate a materiali di nuova concezione dal punto di vista della loro struttura e delle loro proprietà significativamente diverse da quelle dei materiali 'tradizionali', materiali e metamateriali che ben si prestano ad essere utilizzati in applicazioni tecnologiche innovative, per le quali le potenzialità sono già state identificate. La maggior parte delle tematiche di tale traiettoria sono emerse in seguito alla recente consultazione dei portatori di interesse.
- **Materiali per applicazioni nei trasporti:** In essa sono raccolte le tematiche legate allo sviluppo ed applicazione di diverse tipologie di materiali nei vari settori di interesse per i trasporti. Le tematiche citate sono in massima parte di nuova indicazione essendo emerse nel corso della recente consultazione del luglio 2021. Alcune tematiche erano già presenti nel documento RIS3 relativo al periodo 2014-2020: 1) Elementi di fusoliera multifunzionali è una tematica di cui si è richiesta la conferma e che era già presente nel documento precedente, pur se inclusa anche nel precedente dominio 'Aerospazio'; 2) la tematica degli Adesivi era anch'essa presente nel precedente documento e se ne è richiesta la permanenza nell'ambito delle traiettorie da perseguire, nel corso della recente consultazione. Tale traiettoria si inquadra nel solido comparto industriale campano dei trasporti nei settori aerospaziale, automobilistico, ferroviario e navale, Supportato dalla presenza di attività di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico di livello internazionale portate avanti in Campania sui materiali per tali applicazioni da gruppi accademici, enti di ricerca, Distretti e Centri di Competenza Regionali.



B Lo sviluppo dei materiali nanostrutturati legato alle acquisite capacità di controllo della struttura a livello nanometrico ha aperto la strada ad una serie di nuove applicazioni legate alla possibilità di sfruttare nuove proprietà dei materiali ed alla miniaturizzazione dei dispositivi che con essi può conseguirsi. Le traiettorie individuate relativamente all'ambito tecnologico **NANOSTRUTTURE** sono le seguenti:

- **Nanostrutture per applicazioni biomedicali:** In seguito alla consultazione recente nell'ambito del tavolo tematico MATERIALI AVANZATI E NANOTECNOLOGIE è emersa la richiesta di confermare la tematica relativa a Nanosistemi magnetici biocompatibili e ad inserire la tematica relativa a Nanoparticelle biocompatibili per utilizzo in ambito diagnostico. Tali settori sono di particolare importanza per lo sviluppo delle applicazioni biomedicali ed hanno peculiarità tecnologiche ed industriali che suggeriscono la individuazione di una traiettoria separata rispetto a quella individuata con riferimento all'Ambito Tecnologico 'MATERIALI INNOVATIVI'.
- **Nanotecnologie quantistiche:** rispetto alla precedente formulazione del documento RIS3, si è registrato negli scorsi anni un forte impulso allo sviluppo delle tecnologie quantistiche con particolare riferimento al Quantum computing, come anche testimoniato dall'inserimento di tale tematica in diverse misure attivate nell'ambito del PNRR. Rispetto al precedente documento, si propone infatti l'inserimento di tale tematica e di quella relativa a qubit, circuiti e sensori quantistici, in aggiunta a quella relativa a Nanodispositivi quantistici già presente in precedenza. Tali tematiche, pur presentando un TRL relativamente basso (4) sono senz'altro da guardare con attenzione anche in considerazione del livello avanzato della ricerca accademica presente in territorio campano.
- **Nanostrutture con proprietà funzionali:** in tale traiettoria sono state aggregate le tematiche applicative di nuova introduzione emerse nell'ambito del recente tavolo di consultazione e caratterizzate da un livello di maturità che le rende applicabili nel breve-medio periodo in diversi settori industriali (elettronica, tessile, edile, packaging, energia, telecomunicazioni).



- C Lo sviluppo di nuove tecnologie che sfruttano l'innovazione nell'ambito dei materiali non può prescindere dal parallelo sviluppo dei processi di trasformazione finalizzati alla realizzazione dei materiali stessi e dei dispositivi su di essi basati. Tematiche rilevanti in tale ambito sono la messa a punto di processi che consentano di operare alla micro- ed alla nano-scala, l'incremento di efficienza e produttività dei processi finalizzati alla realizzazione di materiali e dispositivi innovativi, lo sviluppo di processi innovativi per la produzione e trasformazione di materiali di nuova concezione, la sostenibilità ambientale ed energetica di tali processi e l'implementazione di tecnologie innovative (quali l'Additive Manufacturing) che non impattano solo sulla produzione e trasformazione di materiali innovativi ma anche su quella di materiali 'tradizionali'.

Le traiettorie individuate relativamente all'ambito tecnologico **PROCESSI INNOVATIVI** sono le seguenti:

- **Tecnologie di 'Additive Manufacturing'**: La necessità di realizzare dispositivi di cui sia controllata la struttura a livello micro- e nano-metrico pone problemi legati alla lunghezza dei tempi di lavorazione ed al costo elevato che vanno affrontati attraverso il riadeguamento dei processi produttivi, evoluzione già in atto da tempo. L'implementazione di tecnologie di manufacturing avanzato, incluso l'ulteriore sviluppo di sistemi robotizzati, è di fondamentale importanza nella produzione di manufatti ad alto contenuto tecnologico, quali gli elementi in materiale composito, di interesse per settori strategici in ottica regionale in settori industriali quali l'aerospazio, l'automotive, il ferroviario ed il navale. In tale ambito, rivestono un particolare rilievo tutte le tematiche attinenti l'Additive manufacturing, alcune già presenti nel precedente documento e per le quali si è richiesta la riproposizione aggiornandone il TRL ad un valore più elevato ed altre di nuova introduzione (tematiche legate anche alla sostenibilità e all'estensione di tale tecnologia a pezzi strutturali e di maggiori dimensioni). La tecnologia dell'Additive Manufacturing si sta sviluppando su diverse scale dimensionali che vanno dal nanometrico alla scala macroscopica, interessando, di fatto, un grande numero di settori produttivi. L'interesse è determinato dal controllo molto efficace della struttura dei manufatti e dalla possibilità di realizzare parti che altrimenti non potrebbero realizzarsi utilizzando tecnologie produttive tradizionali. Anche l'ibridazione dei sistemi produttivi tradizionali con tali tecnologie produttive può indurre un notevole impulso tecnologico per le aziende che ancora non utilizzano manifattura additiva.
- **Sistemi avanzati per il controllo di qualità e la diagnostica nei processi produttivi**: È una traiettoria tecnologica la cui introduzione è stata proposta nel corso del recente tavolo di consultazione. Un tema di rilievo in tale ambito è dato dallo sviluppo di approcci diagnostici che consentano il monitoraggio on line della qualità dei prodotti così da poter agire in tempi brevi, attraverso strumenti di controllo basati sulla conoscenza e la modellazione delle relazioni di causa-effetto tra parametri di produzione e qualità del prodotto, per correggere possibili difetti. L'impatto dell'implementazione di tali approcci sulla produttività e sulla qualità della produzione manifatturiera regionale è estremamente rilevante.
- **Tecnologie di trattamento superficiale e di deposizione di coating**: Si propone la conferma della traiettoria tecnologica relativa a trattamenti superficiali e di deposizione di coating superficiale aggiungendo i trattamenti a plasma freddo ed incrementando il TRL. Come già evidenziato nell'ambito tecnologico MATERIALI AVANZATI, le tecnologie di trattamento superficiale e la deposizione di coating si vanno sempre più diffondendo per impartire nuove e diversificate proprietà funzionali ed incrementi della loro durabilità ai materiali intervenendo in una fase di post-processo dei manufatti con alta efficacia e senza modificare il processo produttivo che precede i trattamenti. L'efficacia dei trattamenti e dei coating progettati ed ottimizzata su scala di laboratorio e pilota si traduce in impatto effettivo sul prodotto finale solo attraverso l'opportuna messa a punto dei processi industriali deputati alla loro realizzazione sulla linea di produzione anche attraverso l'implementazione su scala industriale di processi innovativi. L'impatto dello sviluppo di tali processi è estremamente significativo nella maggior parte degli ambiti produttivi di interesse per la Regione Campania.

- **Processi ad incrementata sostenibilità:** È una traiettoria tecnologica di nuova proposizione che si colloca a cavallo tra gli ambiti tecnologici PROCESSI INNOVATIVI e SOSTENIBILITÀ. Lo sviluppo sempre maggiore di materiali generati da microrganismi (Growing Materials: materiali generativi dalle prestazioni avanzate per contrastare le problematiche ambientali collegate alle industrie estrattive) ed, in generale, di materiali di origine naturale e da fonti rinnovabili ha richiesto la rivisitazione e, in molti casi, la riformulazione dei processi produttivi, prevedendo la implementazione di tecnologie di produzione dei materiali che si riferiscono ad una ibridazione di competenze biotecnologiche e di competenze relative ai processi di trasformazione tradizionali.
- **Processi per l'elettronica organica:** Questa traiettoria, già presente nel precedente documento RIS3 relativo al periodo 2014-2020, viene riproposta in seguito alle risultanze del recente tavolo di consultazione con un TRL incrementato da 4 a 5-6. I recenti sviluppi dell'elettronica organica che ha un importante impatto nella sensoristica flessibile per il settore automobilistico, biomedicale, nella logistica e nella tracciabilità dei prodotti, sta trovando recentemente maggiore impulso come alternativa all'utilizzo dei materiali inorganici, di minore disponibilità nel contesto attuale, per la realizzazione di componenti elettronici. Ovviamente i dispositivi organici hanno una minore efficienza e problemi di durabilità a fronte, però, di un minore costo ed una maggiore disponibilità della materia prima, di maggiore leggerezza e flessibilità dei prodotti realizzati da un lato e di una maggiore semplicità e di un minor impatto ambientale ed energetico dei processi produttivi necessari per la loro realizzazione, dall'altro. Ne deriva un tasso di crescita del mercato molto rilevante legato soprattutto all'introduzioni di funzioni avanzate accoppiate a costi non elevati. Questa nuova tipologia di materiali per la realizzazione di semiconduttori, dielettrici, conduttori e substrati ha visto l'introduzione di nuove tecnologie e processi produttivi basati sulla stampa dei componenti per applicazioni quali, in primo luogo, schermi, celle fotovoltaiche, illuminazione e batterie, ma anche transistor, inchiostri conduttivi, biosensori, dispositivi di memoria e RFID.





D Le traiettorie individuate relativamente all'ambito tecnologico **SOSTENIBILITÀ** sono le seguenti:

- **Materiali biodegradabili, biocompatibili, sostenibili e di origine naturale:** La traiettoria individuata risulta in massima parte dall'aggregazione di tematiche di nuova proposizione unitamente ad una tematica già presente nel documento precedente e di cui si è indicata la riproposizione (Prodotti per applicazioni di detergenza a basso impatto ambientale). La risposta ai problemi di sostenibilità dei materiali plastici di origine sintetica per varie tipologie di applicazione è nella loro sostituzione con materiali sostenibili che appartengono alla grande categoria delle bioplastiche cioè i) materiali biodegradabili e non di origine naturale o prodotti da fonti rinnovabili e ii) materiali sintetici biodegradabili. Si prevede nei prossimi 5 anni una crescita con tasso molto elevato del mercato delle bioplastiche (tasso annuo di crescita composto (CAGR) > 17% tra il 2022 ed il 2028) che potrebbe crescere oltre l'orizzonte di attesa con l'adozione di opportune strategie attese da parte dei player chiave. Quasi il 50% di tale mercato è in ambito packaging. Questa crescita del mercato va alimentata con il continuo sviluppo di nuovi materiali in grado di rispondere alle diversificate esigenze prestazionali che le applicazioni tecnologiche richiedono. La Campania si colloca al terzo posto tra le regioni italiane per numero di aziende attive nel settore delle plastiche bio ed al primo per numero di addetti dedicate (principalmente per la riconversione della produzione di prodotti in plastica monouso).
- **Materiali per la tutela dell'Ambiente:** Nell'ambito di tale traiettoria, sulla base delle indicazioni emerse dal recente tavolo di consultazione, vengono riproposte le seguenti tematiche 1) la richiesta relativa a Materiali e tecnologie ecosostenibili di cattura della CO₂ e separazione dell'O₂ dall'aria, che era stata scartata nel precedente documento in quanto giudicata 'non credibile'. Gli sviluppi tecnologici intervenuti e le incrementate esigenze ambientali suggeriscono l'introduzione di tale tematica, con un TRL più elevato, 2) la tematica Dispositivi per il biorisanamento di acque reflue, scartata nel precedente documento perché già presente nel dominio "Energia&Ambiente".
- **Catalizzatori ambientali:** Traiettoria in parte già presente nel documento precedente nel quale veniva indicata come 'Traiettoria tecnologica potenzialmente sviluppabile' con un TRL pari a 4. In base alle risultanze della consultazione, viene qui riproposta con indicazione di TRL pari a 6. Tali catalizzatori vengono utilizzati per ridurre il livello di inquinanti e di emissioni nocive (come ossidi di azoto, idrocarburi, monossido di carbonio) associati alla produzione di energia, a processi manifatturieri, alla bonifica dei rifiuti urbani e industriali ed in campo automobilistico. Le tipologie tradizionali più diffuse includono prodotti a base di setacci molecolari, carbone attivo, gel di silice e altri, ma le nanotecnologie stanno portando allo sviluppo di catalizzatori più efficienti. E' un mercato fortemente segmentato per il quale si prevede un forte tasso di crescita nei prossimi 6 anni.



Tabella - Le risultanze del processo di selezione delle traiettorie tecnologiche di specializzazione

Ambiti Tecnologici 14-20	Traiettorie Tecnologiche 14-20				Ambiti Tecnologici 21-27	Traiettorie Tecnologiche 21-27			
	TT applicabili nel breve periodo	TT applicabili nel medio periodo	TT potenzialmente sviluppabili	Totale		TT applicabili nel breve periodo	TT applicabili nel medio periodo	TT potenzialmente e sviluppabili	Totale
Sviluppo di sistemi e materiali multifunzionali	4	2		6	Materiali avanzati	1	5		6
					Nanostrutture	1	1	1	3
Processi di manufacturing avanzati		1	1	2	Sostenibilità	1	2		3
					Processi Innovativi	3	2		5
Totale	4	3	1	8	Totale	6	10	1	17
Peso all'interno del gruppo	50%	37,5%	12,5%	100%	Peso all'interno del gruppo	35,3%	58,82%	5,88%	100%







PROGRAMMA
REGIONALE
FESR