

Report su foresight tecnologico ed educativo. Muner 2023



ACKNOWLEDGMENTS

La pubblicazione del presente studio non sarebbe stata possibile senza il prezioso e fattivo contributo di numerosi stakeholders del settore nei confronti dei quali si formula il più sentito ringraziamento, ed il dettaglio dei quali è riportato di seguito.

Persone: Prof.ssa Margherita Russo (Professore ordinario, Dipartimento di Economia "Marco Biagi" UNIMORE), Francesco Paolo Ausiello (Strategic Project Director ART-ER), Lorenzo Calabri (Project Manager ART-ER), Francesco Sgromo (responsabile indagine sulle value chain del Clust-ER MECH), Andrea Pontremoli (CEO di Dallara), Livia Cevolini (CEO di Energica Motor Company), Lara Porciatti (Project Manager di ART-ER), Federico Cosci (Head of Business Department presso AKKODiS Italy), Francesco LEALI (Professore Ordinario - Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"-UNIMORE), Claudio Rossi (Professore associato - Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" -UNIBO), Emiliano Mucchi (Professore associato - Dipartimento di Ingegneria-UNIFE), Alberto Broggi (Fondatore di VisLab), Prof. Filippo Sala (IPSIA Ferrari di Maranello), Prof. Taparelli e Scaltriti (Liceo Tassoni (Modena), Fabio Malagoli (E-HUB), Prof. Marcello Romagnoli (Centro H2 UNIMORE).

Aziende/enti/istituzioni: HPE COXA, Ducati Motor Holding, CNH Industrial Italia, AVL Italia, ST Microelectronics, UNIMORE, UNIBO, Pirelli, E-gap engineering, ALKE' Electric Vehicles, Autodromo Di Modena, Bylogix srl

AUTORI

Il presente lavoro è stato realizzato da SUSTAINABLE TRANSITION SOCIETA' COOPERATIVA, in sigla SUTRA SOC. COOP. (info@sutra-coop.eu), nata nel 2022 con lo scopo di fornire un supporto specializzato ad aziende ed enti pubblici per scrivere, creare, comunicare e finanziare la realizzazione

di idee innovative che possano guidare l'umanità verso una nuova era sostenibile. Hanno lavorato al presente studio i soci SUTRA Giacomo Cantini, Francesco Guaraldi, Roberto Maresca, Enrico Marulli, supportati dai collaboratori esterni Chiara Marino, Francesco Mastrandrea, Claudio Vittori. Le opinioni espresse nel presente lavoro sono attribuibili esclusivamente agli autori e non rappresentano posizioni ufficiali dell'associazione MUNER, né impegnano in alcun modo la responsabilità della stessa. Nel citare i lavori del presente studio, non è pertanto corretto attribuire le argomentazioni ivi espresse all'associazione MUNER o ai suoi Vertici.

Tutti i contenuti sviluppati nell'ambito del presente lavoro usano *Licenza Creative Commons 4.0 Internazionale Non Commerciale – Condividi allo stesso modo*



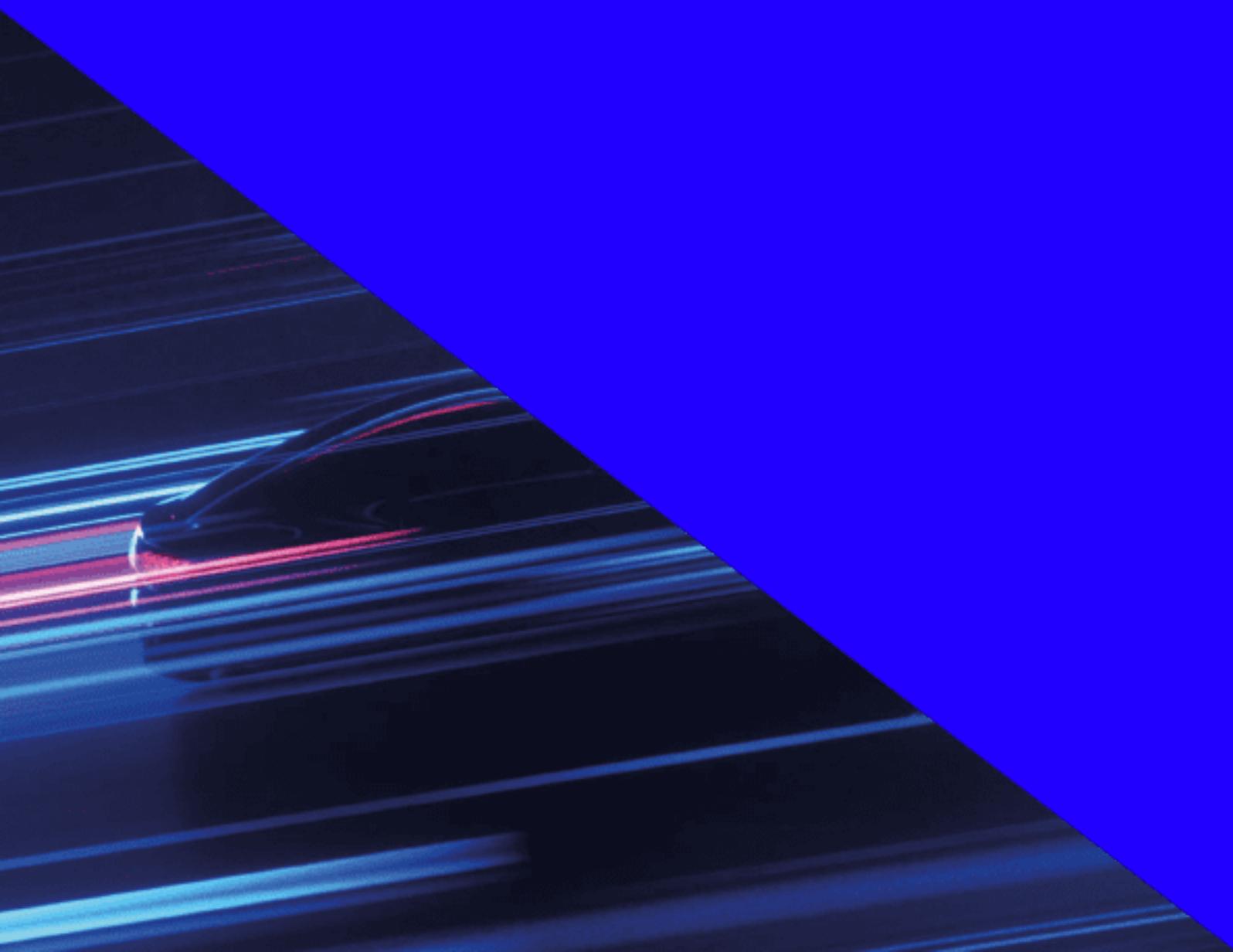
Sutra

Indice

Prefazione	5
Introduzione	7
Metodologia	13
Foresight tecnologico	18
Foresight educativo	58
Incubatori	66
Conclusioni e raccomandazioni	70

1.

Prefazione



1.

Prefazione

MUNER, "MOTORVEHICLE UNIVERSITY OF EMILIA ROMAGNA", è un'Associazione apartitica e apolitica e svolge la propria attività senza fini di lucro avente come scopo il potenziamento dell'innovazione dell'Emilia-Romagna nell'ambito del settore "Automotive" e della relativa componentistica, incluso il settore "Motor e Motorsport", attraverso la sinergia tra Università, Enti di Ricerca e Industria, in coerenza con gli obiettivi e le priorità tecnologiche della "Strategia di Specializzazione Intelligente", la promozione e il potenziamento dell'offerta formativa nel Settore, per la formazione di profili professionali in grado di competere sul mercato del lavoro presente e futuro e di favorire la crescita del sistema dell'innovazione nella filiera regionale nel contesto della competizione internazionale.

Il presente studio si inserisce nell'ambito del Programma regionale Fondo europeo di sviluppo regionale (POR - FESR), in particolare nel bando per azioni di sistema per la definizione di programmi strategici di intervento per la presentazione di progettualità in ambito regionale, nazionale ed europeo.

Le priorità strategiche assumono a riferimento l'anticipazione dei fabbisogni di alte competenze specialistiche relative ai fondamentali driver di cambiamento per sostenibilità e digitalizzazione dei prodotti e dei processi del settore automotive, in particolare del segmento delle auto da competizione e ad alte prestazioni e della relativa filiera.

Nell'individuare le priorità, si è considerata la mission dell'Associazione di sviluppare ed erogare programmi formativi interuniversitari sulle alte competenze di progettazione e produzione di veicoli da competizione e stradali ad alte prestazioni, anticipando i fabbisogni di competenze distintive delle principali imprese della Motor Valley e accreditando sul piano internazionale l'eccellenza dell'offerta formativa dedicata delle Università regionali, specie nella prospettiva dell'attrazione dei talenti.

2.

Introduzione



2.

Introduzione

Sebbene i veicoli passeggeri elettrici esistano dall'inizio del XX secolo, lo scenario del trasporto è stato dominato dall'utilizzo di veicoli con motori a combustione interna, noti anche come veicoli ICE. Globalizzazione, regolamenti governativi, progressi tecnologici e preferenze dei clienti hanno spinto l'industria automobilistica verso rapidi cambiamenti. Le preoccupazioni per i cambiamenti climatici, l'inquinamento atmosferico e l'esaurimento dei combustibili fossili spingono verso un trasporto più sostenibile, che sta promuovendo sempre più l'adozione di soluzioni alternative come ad esempio le motorizzazioni con celle a combustibile (FCEV) e quelle elettriche a batteria (BEV).

Risale invece al 2015 il famoso scandalo divenuto noto con il nome di "dieselgate" e relativo ai dati delle emissioni inquinanti delle auto alimentate dal Diesel rivelatesi poi artefatte, che ha travolto alcune case automobilistiche tra le più importanti sul panorama internazionale. Sebbene i regolamenti che normano i livelli di emissione dei veicoli passeggeri esistevano da prima di allora e diversi produttori di automobili avevano già investito nello sviluppo di veicoli con propulsione alternativa, è opinione comune che il "dieselgate" possa essere stato un punto di svolta con il quale l'intero settore industriale ha iniziato a concentrarsi sullo sviluppo dell'elettrificazione, piuttosto che continuare a concentrarsi sulla produzione e lo sviluppo dei Veicoli ICE. Ad avvalorare tale ipotesi c'è l'evidenza che proprio in seguito a tale scandalo diverse case automobilistiche mondiali abbiano ufficializzato l'intenzione di investire nello sviluppo e nella produzione dei veicoli elettrici. Ad esempio, la casa automobilistica Audi (appartenente al gruppo Volkswagen) ha annunciato nell'aprile 2016 lo sviluppo dei propri veicoli ICE terminerà nel 2025.

Volkswagen ha seguito l'esempio nel settembre 2017, affermando di stare già lavorando ad una conversione completa del gruppo propulsore in un motore completamente elettrico. Nel dicembre 2017, Toyota ha annunciato di prevedere il 2025 quale anno in cui ognuno dei loro modelli dovrebbe essere disponibile come ibrido o completamente elettrico. Pertanto quelle stesse aziende che inizialmente si sono opposte allo - o comunque non hanno scommesso sullo - sviluppo dei veicoli ad emissioni 0, concentrandosi invece sul miglioramento dell'efficienza o del comportamento in termini di emissioni dei veicoli ICE, poiché il passaggio ai veicoli elettrici comporterebbe ampie revisioni delle loro linee di produzione e richiede grandi investimenti in Ricerca e Sviluppo, ha dovuto rivedere le proprie reticenze iniziali¹. D'altro canto, l'ultimo decennio ha visto la rapida ascesa di un'azienda automobilistica che produce esclusivamente veicoli elettrici, vale a dire Tesla. Nel 2017, il valore di mercato di Tesla ha superato quello del gigante del settore Ford, società americana che vantava almeno un secolo di esistenza in più di Tesla. Se si osservano le vendite di auto elettriche e si guarda alla capitalizzazione di mercato, Tesla è il dominatore incontrastato, pur essendo azienda nuova e con numeri relativamente piccoli. Se altri leader di mercato pensavano erroneamente che la tecnologia per poter fornire un veicolo elettrico fosse ancora lontana, l'azienda californiana ha invece dimostrato che ideazione, sviluppo e produzione di veicoli totalmente elettrici fosse invece una possibilità concreta.

¹ Maurits Terwindt et al., [Explaining the role of dieselgate in the rise of Electric Vehicles](#), Delft University of Technology, 2021

Una ulteriore e decisiva spinta verso una mobilità totalmente ad "emissioni 0" è stata poi data dalla Commissione Europea con la cosiddetta strategia "Fit for 55", che ha fissato limiti temporali entro cui, seppur gradatamente, le automobili immatricolate potranno esclusivamente essere ad impatto neutro, per raggiungere l'ambizioso traguardo di neutralità climatica totale entro il 2050. In particolare, a partire dal 2035 non potranno essere immatricolate vetture a combustione interna.

Ci si trova pertanto in un contesto totalmente nuovo nell'ambito dello sviluppo industriale automobilistico. Se in passato infatti il progresso delle autovetture era scandito dai tempi fisiologici e di certo più lenti e cadenzati, la situazione attuale, dovuta dal legislatore europeo ma anche dalle richieste del mercato, con gli automobilisti moderni sempre maggiormente attenti e consapevoli in tema di rispetto dell'ambiente e consumi, pone le aziende automobilistiche a dover affrettare i tempi per poter fronteggiare la sfida e mantenere se non incrementare le quote di mercato acquisite nel corso degli anni.

Il nuovo scenario, pertanto, spinge le aziende coinvolte da questa epocale novità a dover sviluppare ed investire non solo per quanto riguarda la "semplice" implementazione di autovetture con motori elettrici o a carburanti alternativi, ma prevede una ben più complessa ed olistica revisione di tutte le componenti della vettura stessa, che dovrà essere "in toto" meno impattante sull'ambiente ma al contempo soddisfare tutta una serie di esigenze accessorie, dal comfort di guida alla connettività, dalla sicurezza alla digitalizzazione, che nel frattempo sono divenute influenti per il guidatore, sempre più attento ai dettagli.

I cambiamenti di paradigma che rivoluzioneranno (o meglio, stanno già rivoluzionando) in maniera radicale la struttura e i contenuti tecnologici dell'Industria Automotive sono legati principalmente a due fattori che sempre di più caratterizzeranno i mezzi per la mobilità: i sistemi di propulsione alternativi (elettrico, idrogeno, carburanti alternativi) e la digitalizzazione. L'utilizzo di propulsioni da fonti alternative a quelle classiche e la completa digitalizzazione del veicolo e della filiera rappresentano una necessità ormai recepita non solo a livello governativo ma anche a livello di mercato. Tuttavia, le dinamiche tecnologiche legate all'utilizzo nelle vetture di dispositivi elettrici ed elettronici impongono all'industria automobilistica e a tutta la sua filiera una forte spinta verso l'innovazione tecnologica di processo e di prodotto. A titolo di esempio, basti considerare che il powertrain di un veicolo elettrico può aumentare nel giro di pochi anni la sua efficienza di oltre il 20% anche grazie alle tecnologie digitali. Per non rischiare in fase di pianificazione di mettere sul mercato prodotti ormai obsoleti (tradizionalmente, fra il progetto di sviluppo di un veicolo e la produzione di serie possono passare diversi anni), la progettazione, la prototipazione, l'integrazione, la validazione, l'omologazione e la produzione devono far parte di un'unica struttura di sviluppo veicolo.

Inoltre, la modularità e l'intercambiabilità tra componenti e dispositivi di diversi veicoli diventa, oggi, un fattore fondamentale per abbattere notevolmente i costi di queste nuove tecnologie. Si tratta di un approccio integrato e modulare che comporta anche una forte integrazione di diverse competenze fino a poco tempo fa quasi completamente slegate fra di loro o, addirittura, non di diretta competenza del settore Automotive. I veicoli di nuova generazione dovranno essere connessi, autonomi, condivisi, elettrificati, sicuri, ecologici e predittivi, ossia capaci di apprendere dalla propria e dalla altrui esperienza anche in termini di manutenzione².

² Hiwase, S. and JAGTAP, P., "Predictive Maintenance of Automotive Component Using Digital Twin Model," SAE Technical Paper 2022-28-0075, 2022

Da un punto di vista strettamente pratico le caratteristiche che guidano la transizione automotive dagli attuali ICE a quelli del futuro prossimo sono essenzialmente cinque.

Elettrificazione. La discontinuità maggiore rispetto al passato, e già in atto, è il passaggio ad una trazione elettrica del motore, che comporterà una ridefinizione del powertrain che coinvolgerà giocoforza l'intera vettura. Fino all'85% dei componenti del powertrain tradizionale diventerà obsoleto nei nuovi veicoli, dal momento che l'intera architettura del veicolo stesso sarà semplificata (da 1.400 a 200 componenti circa) con l'introduzione di soluzioni di piattaforme completamente integrate per la trasmissione. Si prefigura inoltre una trasformazione delle componenti tradizionali dei veicoli, in quanto molti di essi dovranno essere aggiornati al nuovo sistema propulsivo. Ci sarà inoltre l'introduzione di componenti totalmente nuove rispetto al passato, con una ridefinizione degli standard tecnologici attuali. Di pari passo, nuovi servizi nasceranno, e con essi, nuovi mercati.

Connettività. La connettività sia tra vetture (V2V Vehicle to Vehicle) che tra vetture ed infrastrutture (V2I Vehicle to Infrastructure) rappresenterà un fattore chiave ed abilitante delle nuove funzionalità della vettura del futuro. Le Centraline saranno sempre più performanti, ma al contempo il loro numero sarà destinato a calare del 90%, dal momento che si opterà con molta probabilità con l'introduzione di una intelligenza centrale che consenta immediati calcoli in tempo reale e possa offrire una prestazione superiore e maggiori facilità e rapidità di aggiornamenti "on the air" consentendo calcoli in tempo reale riducendo contestualmente gli attuali problemi di incompatibilità.

Digitalizzazione. La Digitalizzazione riguarda lo sviluppo e l'adozione di funzionalità digitali, con riferimento all'abilitazione del veicolo connesso e a nuovi servizi di bordo. La digitalizzazione si sta già diffondendo in tutti gli ambiti del settore Automotive, anche in quanto consente il reperimento di una mole di dati da monetizzare: dati tecnici (consumo di carburante, chilometraggio pressione degli pneumatici e così via), personali (profilo spostamenti, comportamento alla guida) o derivanti da sistemi di sicurezza. Nuove opportunità e modelli di business nasceranno sulle orme dell'Intelligenza Artificiale (AI) e dell'integrazione dei veicoli connessi in ogni aspetto della vita quotidiana del cliente. Le nuove tecnologie digitali sono previste cogliere la maggior parte del valore aggiunto dell'Automotive. I produttori dovranno puntare ad un'ottimizzazione dell'esperienza a bordo del cliente. Gli interni evolveranno per soddisfare le esigenze dei passeggeri durante il viaggio, con una crescente domanda di veicoli a configurazioni variabili, a seconda dell'utilizzo cui il veicolo sarà adibito.

ADAS. I sistemi di sicurezza avanzati (ADAS: Advance Driver Assistance Systems) rappresentano una ulteriore voce importante di discontinuità rispetto al passato. Ad oggi, alcuni dei sistemi ADAS basilari sono obbligatori per l'immissione sul mercato/immatricolazione dei veicoli di nuova costruzione. Videocamere, radar, lidar sono previsti in forte espansione in termini di volumi, in seguito all'aumentare della diffusione di veicoli con livelli crescenti di autonomia. Al contempo, però, i prezzi di tali sensori sono previsti in forte calo in linea con la democratizzazione della tecnologia.

CCAM. La guida autonoma, le auto connesse, i veicoli elettrificati e la mobilità condivisa (in inglese racchiuse nell'acronimo "Cooperative Connected Autonomous Mobility") sono temi assolutamente attuali di discussione nel settore della mobilità del futuro. I veicoli autonomi sono guidati dagli sviluppi di tecnologie innovative come la realtà aumentata, l'intelligenza artificiale e la navigazione intelligente, che richiedono un intervento minimo o nullo da parte del conducente ma una interazione costante con gli

altri veicoli e l'infrastruttura intelligente delle nostre città e strade. La sfida all'ammodernamento repentino dei veicoli è ancora maggiore considerando che ad oggi l'offerta lavorativa, comprendendo settori così specifici e rinnovati rispetto al passato, non sembra essere totalmente in linea con quanto richiede invece la domanda. Le aziende coinvolte in ognuna delle attività contemplate dalla nuova e rivoluzionata filiera automotive dovranno reperire delle figure professionali in grado di gestire le esigenze che l'evoluzione richiede, recependole ed addirittura anticipandone i bisogni futuri.

È pertanto chiaro che per poter affrontare il futuro nel migliore dei modi, ci sia un'offerta formativa che possa essere in grado di far incontrare domanda ed offerta; solo con una completa e chiara comprensione delle nuove abilitazioni di cui l'automotive ha ora bisogno è possibile indirizzare l'offerta formativa per far sì che possano entrare in organico persone competenti che possano consentire alle regioni che sinora hanno rappresentato un'eccellenza negli ambiti di ricerca, sviluppo, produzione dei veicoli, di mantenere tale posizionamento nonostante, nei fatti, i nuovi veicoli saranno completamente diversi rispetto ai precedenti.

Ultima sfida non meno importante è costituita dal Gender Gap. Per lungo tempo, i veicoli - e l'intero settore produttivo - sono stati associati a interessi prettamente maschili. Tuttavia, con il progresso della società, sempre più donne hanno dimostrato la loro capacità di poter ricoprire ruoli importanti in vari settori, compreso quello automobilistico. In effetti, seppure con numeri ancora poco rilevanti, sempre più spesso le donne occupano posti apicali anche in aziende del settore automobilistico³. Questa rivoluzione del settore potrebbe rappresentare il momento giusto per consentire al gentil sesso di assumere sempre più ruoli chiave nel settore, consentendo di guidarlo ed avere un impatto considerevole sull'intera comunità. Tuttavia, è importante prendersi del tempo per valutare i cambiamenti nel settore e lavorare con le aree che necessitano di ulteriori miglioramenti. Ciò contribuirà ad affrontare gli sforzi globali per ridurre il divario di genere e creare una forza lavoro femminile più emancipata, fornendo al contempo una platea potenziale maggiore di talenti da cui le aziende possono pescare le varie figure lavorative carenti.

Quanto descritto finora è fortemente in linea con il Piano Strategico S3. L'obiettivo principale dell'area tematica "Safe and sustainable mobility" è infatti quello di raccogliere le sfide industriali legate alla transizione verso la decarbonizzazione e la digitalizzazione del sistema di trasporto stradale. Tale transizione è prevista avere un impatto dirompente sulla competitività delle PMI e quindi sull'ambiente socio-economico regionale. Quattordici milioni di posti di lavoro in Europa dipendono dall'industria automobilistica e il settore è il primo in termini di investimenti in R&S nell'UE. In un ambiente in rapida evoluzione, questa industria deve affrontare molte sfide scientifiche, tecnologiche ed economiche.

Il potenziamento dell'innovazione a livello interregionale diventa senza dubbio un fattore chiave e un potente strumento per consentire agli attori dell'industria europea di mantenere la posizione di leader industriale dell'Europa, massimizzando al contempo il contributo dell'industria alla crescita e all'occupazione. Inoltre, poiché il futuro dell'industria automobilistica dipende dalla capacità di affrontare le sfide della mobilità di domani, le questioni ambientali e i nuovi comportamenti di mobilità richiedono che numerosi soggetti pubblici e privati con interessi commerciali diversi lavorino insieme in modo collaborativo e interdisciplinare. Pertanto, i cluster della mobilità e della logistica svolgono un ruolo

³ Deloitte - Women at the wheel | Key findings from the 2020 Diversity, Equity, and Inclusion in Automotive Study

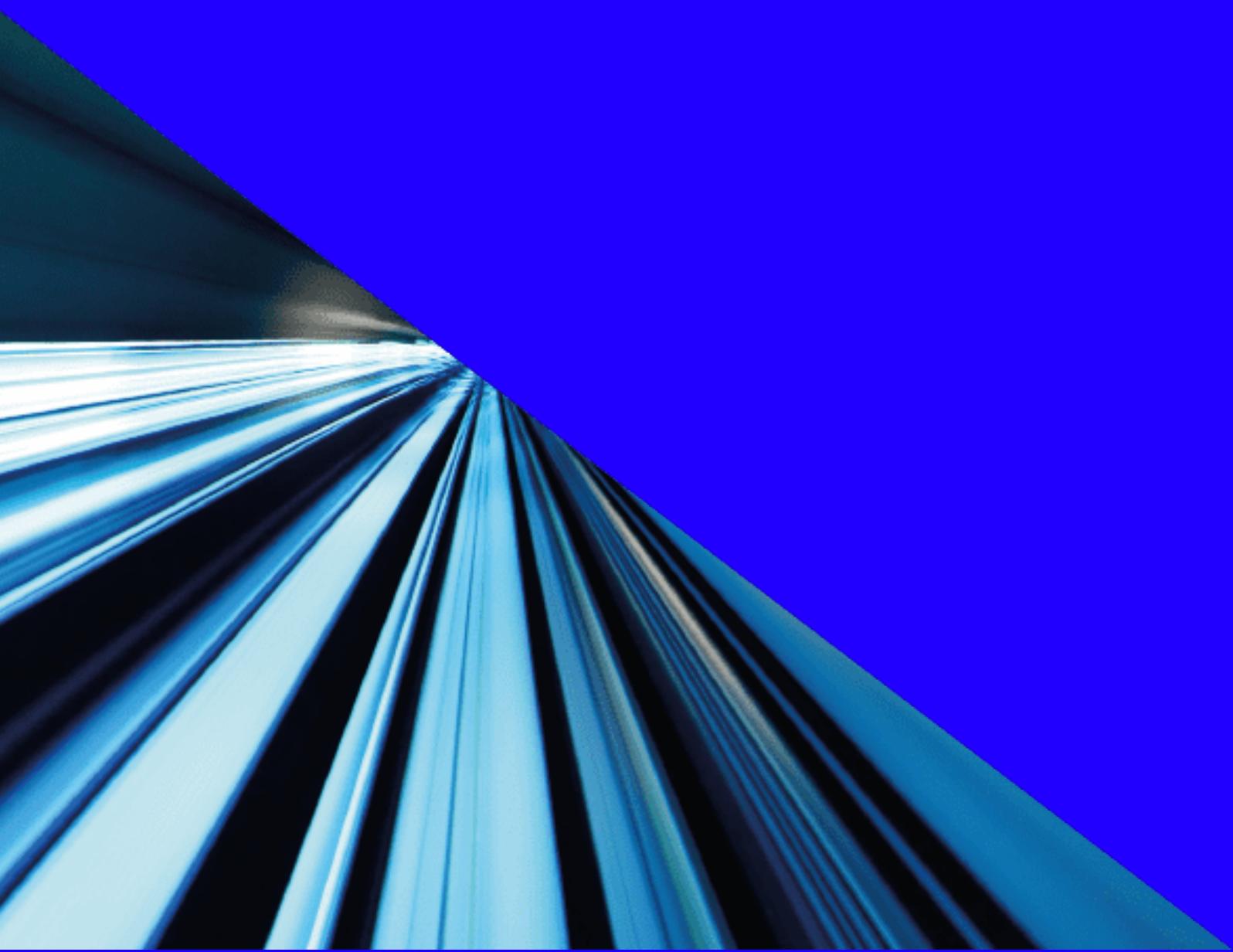
centrale nel contribuire alla competitività dell'industria dei trasporti dell'UE, condividendo le competenze all'interno di un ecosistema comune.

Di conseguenza, l'obiettivo principale di quest'area tematica è quello di rafforzare la capacità innovativa regionale al di là dell'industria automobilistica per facilitare gli investimenti basati su infrastrutture di innovazione aperta e nuove tecnologie fornite dai cluster negli ecosistemi regionali. Attraverso una più stretta collaborazione, le regioni partner e le organizzazioni di cluster completano le competenze interdisciplinari necessarie al fine di sostenere ulteriormente la diffusione di ricerca e tecnologie avanzate lungo la catena del valore, collegando le PMI innovative e i segmenti della catena del valore tradizionali.

Gli argomenti elaborati nel corso del presente studio presentano elementi di forte corrispondenza con almeno tre dei quattro obiettivi strategici identificati dal "Patto per il Lavoro e per il Clima", e più nello specifico "Emilia-Romagna, regione della conoscenza e dei saperi" (produzione e diffusione della conoscenza per guidare il cambiamento incoerenza con i driver di innovazione, anche a garanzia di inclusione) e "Emilia-Romagna regione della transizione ecologica" (neutralità carbonica prima del 2050 ed energie pulite e rinnovabili entro il 2035, generando valore aggiunto e buona occupazione con promozione della mobilità sostenibile), ed "Emilia-Romagna, regione del lavoro, delle imprese e delle opportunità". Nell'alveo dei processi trasversali identificati dal Patto, di sicuro l'obiettivo del presente studio rientra a pieno titolo tra quello della "Trasformazione digitale" dei prodotti e dei processi.

3.

Metodologia



3.

Metodologia

Questo capitolo descrive la metodologia di raccolta dati, e stesura di questo stesso documento. In particolare, si è utilizzata la metodologia strutturata già in essere presso MUNER, che distingue il forecasting tecnologico dal foresight educativo, ma li sfrutta in maniera sinergica ed integrata. Sotto questo aspetto, è fondamentale l'individuazione di tecnologie chiave abilitanti rispetto ai driver di innovazione, che agisce da guida (nel secondo dei due forecast) per anticipare l'evoluzione dei profili professionali referenziati a standard esistenti. Il primo aspetto, forecasting tecnologico, prevede l'azione sinergica fra imprese e università/sistema della ricerca nella creazione di modelli di conoscenza e tecnologie innovative. Tale modello capace di coniugare governance, accademia e imprese è spesso detto "a tripla elica". Sotto questo aspetto, l'innovazione si pone come abilitante chiave orizzontale a diversi ambiti applicativi ed educativi, e non più "verticale" al singolo di essi, sempre nell'ottica di una collaborazione stretta fra le varie value chain, e territori regionali, nazionali e transnazionali (inserendo così l'associazionismo nel modello "a quadrupla elica").

In particolare, in prima battuta, si è effettuata una revisione bibliografica dei seguenti testi rilevanti per lo studio in oggetto:

Indagine di RINA e NET4Partner all'interno dei gruppi di lavoro del Cluster_MECH

- "Risultati dell'attività sui Progetti strategici Clust-ER MECH"
- Specifici manifesti delle value chains
- "Bando per progetti di ricerca industriale strategica rivolti agli ambiti prioritari della Strategia di Specializzazione Intelligente 2023-2024"

Studio "Automotive Revamping" fatto da ART-ER e presentato al Bi-REX

- Documento descrittivo dell'iniziativa
- "Automotive revamping: roadmap 2022"

Reportistica Motus-E: "Rapporto sulle trasformazioni dell'ecosistema automotive italiano"

- "Automotive ed occupazione, le sfide e le opportunità della mobilità elettrica"
- "Vademecum per la realizzazione di una rete di stazioni di ricarica di veicoli elettrici"

Strategia S3 e patto regionale per il lavoro e il clima

- "Strategia di ricerca ed innovazione per la specializzazione intelligente"
- "Documento strategico regionale per la programmazione unitaria delle politiche europee di sviluppo 2021-2027"
- Bando POR-FESR 2021-2027 --> I3 Interregional Innovation Investments

Documenti relativi partnership 2ZERO (programma Horizon EU)

- "2ZERO partnership 2021-2027 - White paper"
- "Memorandum of Understanding for the Co-programmed European Partnership towards Zero-emission Road Transport (2ZERO)"
- "Results from road transport research in H2020 projects - Summary report"

Documenti relativi al Battery Partnership (programma Horizon EU)

- "Batt4EU - Batteries European partnership - Mission and vision statement"
- "BEPA activity report 2021"

- “Strategic Research Agenda for batteries 2020”
- “Batteries Europe suggested R&I topics – Spring 2020”
- “White paper battery innovation – Roadmap 2030”

Studi pubblicati da Ca’ Foscari, a firma ANFIA e Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Torino

- “Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2019”
- “Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021”

Documenti indirizzo CCAM Partnership (programma Horizon EU):

- European Green Deal / Fit for 55

“Report tecnico Anticipazione dei fabbisogni professionali nel settore dell’automotive”
di INAPP – Istituto Nazionale per l’analisi delle politiche pubbliche
EARPA – European Automotive Research Partner Association position papers

- “Life-Cycle Assessment (LCA) for the determination of the environmental im-pacts of road vehicle transport system including air pollution and cli-mate change”
- “Clarification on ZERO emissions”
- “Green Hydrogen in Automotive Road Transport”

Si è inoltre effettuata un’intervista dedicata con Prof.ssa Margherita Russo (UNIMORE), autrice del report “La filiera dell’automotive in Emilia-Romagna”. Inoltre, ci si è confrontati con Francesco Paolo Ausiello e Lorenzo Calabri di ART-ER, autori dei position paper su “Automotive Revamping”, e con Francesco Sgromo (responsabile indagine sulle value chain del Clust-ER MECH).

Per raccogliere *feedback* del tessuto imprenditoriale e della ricerca della regione ER; si è costruito un questionario misto (qualitativo e quantitativo) somministrato a aziende MUNER e non, per la Priorizzazione di **Aree di Ricerca e Tecnologie Abilitanti Chiave** (o Key Enabling Technologies -KET) per la definizione di nuovi **Profili Professionali** e competenze necessarie nel settore automotive sul periodo 2023-2027.

Le entità facenti parte di MUNER che hanno risposto al questionario sono:

- HPE COXA
- Ducati Motor Holding
- CNH Industrial Italia
- AVL Italia
- ST Microelectronics
- UNIMORE
- UNIBO
- Pirelli

Mentre l'elenco completo delle risposte ricevute comprende anche le seguenti entità:

- E-gap engineering
- ALKE' Electric Vehicles
- Autodromo Di Modena
- Bylogix srl

Si sono inoltre svolte interviste Top-Level con i CEO di Dallara (Ing. Pontremoli) e ENERGICA (Ing. Cevolini) al fine di esplorare la visione sull'intero settore con persone di elevata esperienza e consapevolezza strategica dell' settore.

Per la realizzazione del capitolo sul foresight educativo ci si è posti il seguente set di obiettivi:

1. esplorare i bisogni di competenze specifici del settore industriale di riferimento
2. analizzare cosa è attualmente disponibile a livello di offerta formativa
3. evidenziare matching ed eventuali gap
4. fornire raccomandazioni su come colmare il gap

Per la parte sugli acceleratori si sono inoltre indagati i temi della capacità di attrazione/ritenzione di talenti sul territorio Regionale e quello di eventuali sinergie con MUNER.

La ricerca si è svolta adottando una metodologia qualitativa. Come strumenti di indagine si sono utilizzati da un lato un questionario somministrato ad un campione di aziende del settore coinvolte nello studio, dall'altro una serie di interviste semi strutturate a vari attori chiave dell'ecosistema oggetto di studio. Tramite domande aperte, nel questionario si sono esplorate le principali competenze ricercate dalle imprese. Questi dati sono stati incrociati con i piani di studio attualmente disponibili tramite MUNER, e nelle offerte formative ufficiali

che i singoli atenei forniscono ai candidati studenti per mettere in risalto eventuali casi più evidenti di matching o gap. In particolare, per ogni ateneo, e per ogni settore tecnologico e tecnologia abilitante, è stato dato un punteggio quantitativo da 0 a 5, sulla base di:

- Presenza, nei piani di studio, di corsi specifici sull'argomento (1 punto)
- Presenza, nei singoli insegnamenti, di almeno 3 argomenti fondativi (1 punto) o correlati (0.5 punti) del singolo settore o tecnologia (max 1 punto)
- Presenza di gruppi di ricerca e di lavoro nel singolo settore o tecnologia (1 punto)
- Sviluppo di progetti pluriennali sullo specifico settore o tecnologia (1 punto)
- Presenza di progetti formativi/professionalizzanti dedicati agli studenti, per far loro

apprendere l'approccio industriale al singolo settore o tecnologia

- Esempi virtuosi sono il progetto TACC, o il progetto Formula Student

In seguito, un set di interviste semi strutturate sono state invece rivolte a soggetti altri rispetto al questionario ed hanno coinvolto un ampio spettro di attori, rappresentanti di diverse realtà con distinti obiettivi e priorità:

- ART-ER – Lara Porciatti
- AKKODIS – Federico Cosci
- UNIMORE – Prof. Leali
- UNIBO – Prof. Rossi
- UNIFE – Prof. Mucchi
- VISLAB – Prof. Broggi
- IIS Ferrari – Prof. Filippo Sala
- Liceo Tassoni (Modena) – Prof Taparelli e Scaltriti
- HUB – Fabio Malagoli
- Centro H2 UNIMORE – Prof. Romagnoli

Per quanto riguarda

Per alcune realtà non c'è stata necessità di effettuare interviste, essendo già presenti grandi quantità di informazioni disponibili online. Nel caso di Formula Student è stato invece intervistato l'Advisor scientifico UNIMORE della competizione.

- Motor Valley Accelerator
- TACC – Training for Automotive Companies Creation
- StartCUP competition
- Formula SAE (aka: Formula Student)

Grazie alla generosa disponibilità e fondamentale esperienza diretta delle persone coinvolte nei questionari e nelle interviste è stato possibile esplorare approfonditamente e da svariati punti di vista (triangolazione) la natura dell'eventuale gap tra richiesta ed offerta formativa. Tra gli altri, nelle interviste si sono toccati i seguenti temi principali:

- percezione dell'allineamento tra domanda ed offerta di competenze
- dialogo tra aziende e fornitori di competenze in termini di influenza didattica
- interazioni con scuole superiori da parte dell'ecosistema automotive (filiera educativa)
- gender gap

Ogni intervista ha raccolto suggerimenti e raccomandazioni per cercare miglioramenti sui punti critici emersi. Grazie ai molti punti di vista raccolti è stato possibile evidenziare diversi ostacoli e colli di bottiglia, per alcuni dei quali si è proposta una serie di possibili vie per aggirarli o superarli.

4.

Foresight tecnologico



4.

Foresight tecnologico

Come anticipato nella sezione metodologica, l'analisi del forecasting tecnologico è stata sviluppata sulla base della revisione documentale, dei risultati del questionario somministrato alle aziende facenti parti dell'associazione MUNER e altre esterne all'associazione, e delle interviste realizzate a dirigenti di alcune aziende, nonché a personale docente e di ricerca nell'ambito del settore automotive.

A continuazione, si presentano 6 sotto-capitoli, uno per ognuno degli ambiti prioritari di forecasting e fabbisogno tecnologico identificati dall'associazione MUNER. Come settimo e ultimo sotto-capitolo di questa sezione, si presentano alcuni dati su Prospettive di investimento 2023-2027.

Ambiti prioritari

- 1. Incremento delle prestazioni dei veicoli nel rispetto della normativa sulle emissioni e degli obiettivi di contenimento dei consumi**
- 2. Incremento delle prestazioni e dell'autonomia dei sistemi di accumulo e recupero dell'energia nelle architetture ibride e nell'elettrificazione del sistema propulsivo**
- 3. Miglioramento del comfort e della piacevolezza di guida dei veicoli**
- 4. Incremento della sicurezza dei veicoli**
- 5. Validazione per impiego industriale e la produzione ad alti volumi di nuovi processi tecnologici**
- 6. Studio di scenari di mobilità alternativa e di estensione/riconversione del sistema produttivo**

All'interno di ciascun ambito di progettualità individuato vengono approfondite le aree di ricerca e le Tecnologie Abilitanti Chiave prese in considerazione, le quali sono state successivamente presentate alle aziende ed entità che hanno preso parte allo studio in forma di questionario. I risultati di tale esercizio sono presentati brevemente in coda a ognuno dei 6 sotto-capitoli.

4.1

Consumi ed emissioni

Il primo dei macro-ambiti tecnologici di ricerca è relativo alle prestazioni dei veicoli nel rispetto della normativa sulle emissioni e degli obiettivi di contenimento dei consumi. Il settore dei trasporti è responsabile di circa un quarto delle emissioni di gas serra dell'UE, ed il trasporto su strada rappresenta la quota maggiore di queste emissioni, che per di più negli ultimi 30 anni sono aumentate di quasi il 30%. Per supportare i processi decisionali sulle azioni di mitigazione dei consumi e delle emissioni nel settore automotive, è fondamentale applicare l'approccio del Life Cycle Management (LCA) per una più corretta comprensione degli impatti ambientali dei veicoli durante il loro intero ciclo di vita⁴. Anche l'analisi Well-to-Wheel risulta fondamentale per comprendere l'impatto ambientale del veicolo, grazie alle due parti in cui è suddivisa: Well-to-Tank, relativa alla fornitura di energia e Tank-to-Wheel, relativa all'efficienza del veicolo.

Come riportato nella totalità dei documenti strategici consultati a livello europeo allo scopo del presente studio, come ad esempio il documento 2Zero Partnership, e in ambito regionale nell'analisi Automotive Revamping (presentata da Emilia-Romagna Open Innovation-EROI / ART-ER), sul piano dei veicoli passeggeri e su due ruote i veicoli elettrici a batteria (BEV) si configurano al momento come l'opzione più idonea per raggiungere gli obiettivi al 2030, sia in termini di efficienza energetica, sia di riduzione delle emissioni. Lo stop alla vendita dei motori a combustione interna (ICE) a diesel o benzina a partire dal 2035 sta accelerando il processo di trasformazione dell'intero settore. Le principali alternative alle motorizzazioni ICE tradizionali sono veicoli ibridi dotati sia di un motore termico che elettrico, con una batteria che si ricarica solo in fase di decelerazione e frenata (HEV - hybrid electric vehicle), ibridi ricaricabili simili agli HEV ma con la batteria direttamente ricaricabile alla presa (PHEV - plug-in hybrid electric vehicle), elettrici a batteria (BEV - battery electric vehicle) ed elettrici a celle a combustibile (FCEV o HFCEV - (hydrogen) fuel cell electric vehicle).

⁴ EARPA, "Life-Cycle Assessment (LCA) for the determination of the environmental impacts of road vehicle transport system including air pollution and climate change", Position Paper (https://www.earpa.eu/ENGINE/FILES/EARPA/INTRANET/UPLOAD/POSITION_PAPERS/position_paper_4_Energy%20Powertrains%20And%20Electrification.pdf), 2022

Nella tabella che segue sono presentati i rendimenti delle diverse soluzioni sulla base dell'analisi di diversi criteri di valutazione, come l'indice di fabbisogno di energia primaria, il bilancio CO2 rispetto all'attuale mobilità, le emissioni nocive (particolati -PM, ossidi di azoto -NOx) e il grado di copertura della mobilità.

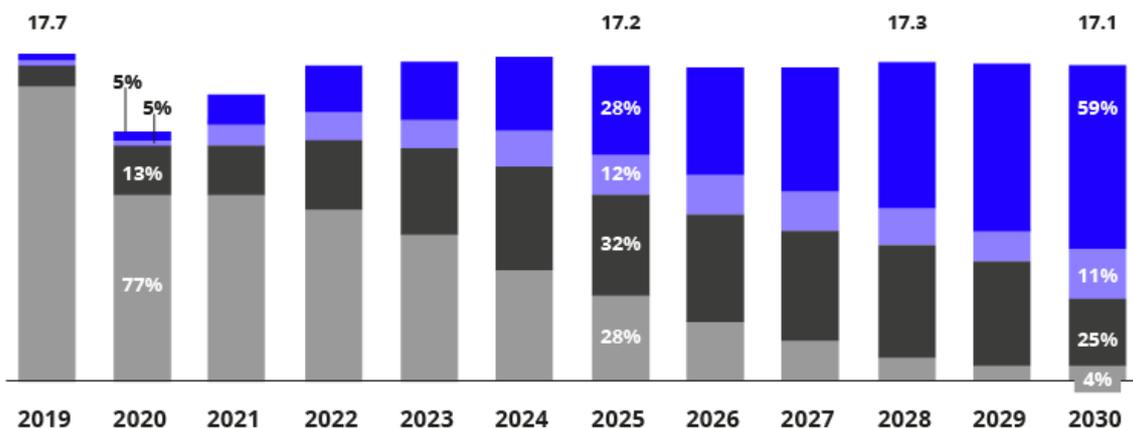
MATRICE DI VALUTAZIONE		L'efficienza Energetica	Indice fabbisogno di energia primaria	Bilancio CO2 rispetto attuale mobilità	Emissioni Nox, PM	Copertura della mobilità
1	Elettrificazione diretta	77%	100	Riduzione CO2	-	Parziale
2	Elettrificazione via FC/H ₂	33%	230	Riduzione CO2	-	Parziale
3	e-Fuel Diesel	20%	385	CO2 non crescente	E-diesel PM, Nox	Applicazioni attuali con motori a combustione interna BAU
	e-Fuel Benzina /metano	16%	480		E-benzina Nox	
4	Uso su motore dell'idrogeno H2 verde H2 blu con Cattura CO2	24%	320	Riduzione CO2 O non crescente	Nox	

Fonte: **Automotive Revamping 2022**

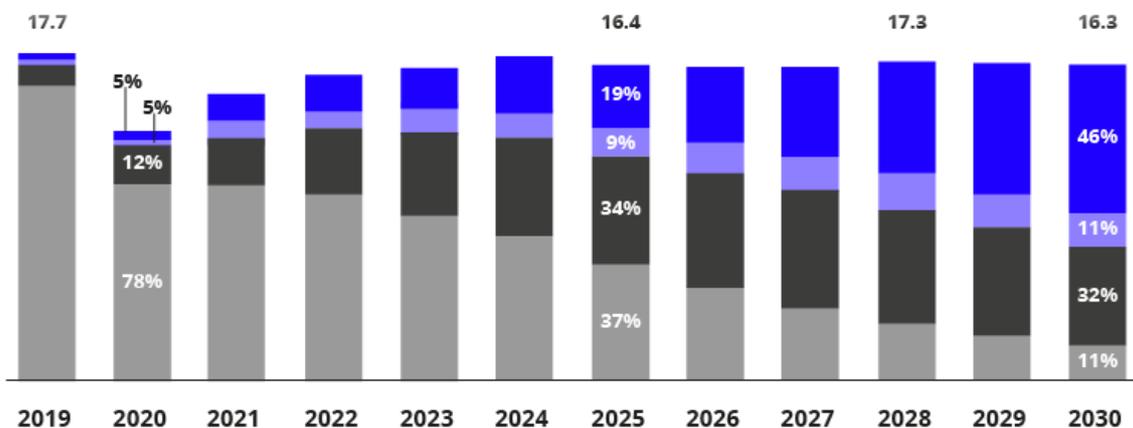
Dalla comparazione realizzata emerge chiaramente che l'elettrificazione diretta è la soluzione più efficiente, sia in termini di fabbisogno di energia primaria, sia in termini di emissioni CO2 ed altre, con la limitazione di non poter garantire la copertura totale del sistema di mobilità, soprattutto per quanto riguarda il trasporto aereo e navale.

gli scenari proposti dal Boston Consulting Group (citato nel recente studio di Motus-E) prevedono che per il 2030 i veicoli elettrici raggiungeranno quasi il 50% tanto delle vendite quanto della produzione europea.

PRODUZIONE VEICOLI (MILIONI DI AUTO)



VENDITA VEICOLI (MILIONI DI AUTO)



- Auto 100% elettriche
- Auto elettriche plug in
- Auto elettriche ibride
- Auto ibride

Fonte: **Motus-E, Rapporto sulle trasformazioni del sistema automotive italiano (2022)**

Per ragioni metodologiche, lo scopo di quest'area tematica è tuttavia di esplorare tecnologie alternative e complementari all'elettrificazione, mentre nell'area tematica relativa ai sistemi di accumulo e recupero dell'energia si concentra l'analisi sulle aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave nell'ambito della elettrificazione. Inoltre, sebbene attualmente sia lo sviluppo dell'elettrico a dominare le trasformazioni, il medio-lungo termine è meno definito e sarà determinato, in larga misura, dai progressi della ricerca applicata. Carburanti alternativi, tecnologia idrogeno, *fuel cell* e alleggerimento strutturale sono dunque le aree di ricerca prioritarie individuate nell'ambito della riduzione dei consumi e delle emissioni.

4.1.1

Carburanti Alternativi

All'interno di questa area di ricerca si situa lo sviluppo di soluzioni alternative ai carburanti tradizionali, come i biocarburanti e i carburanti sintetici o elettro-fuel (E-fuel). Per biocarburanti si intendono tutti i tipi di carburanti, liquidi o gassosi, prodotti da biomasse vegetali. I biocarburanti utilizzati nel settore automotive sono il bioetanolo e il biodiesel, tradizionalmente mischiati alla benzina il primo e al diesel il secondo. Il biodiesel è derivato da oli e grassi vegetali, principalmente di palma, di soia o di colza. Il bioetanolo invece è etanolo derivato dalla fermentazione di piante come la canna da zucchero e il mais, che successivamente viene purificato per poterlo utilizzare come combustibile. Il principale svantaggio dei biocarburanti è noto e ha a che fare con le materie prime. Trattandosi, per la maggior parte, di prodotti per uso alimentare, un aumento della domanda di bioetanolo o biodiesel potrebbe far scattare i prezzi degli alimenti, quale effetto del cambiamento indiretto di destinazione dei terreni (*Indirect Land Use Change* -ILUC). L'immediato futuro in quest'area di ricerca dipende quindi dai cosiddetti **biocarburanti avanzati** o di seconda generazione, derivati da scarti alimentari come paglia, bagassa, gusci di noci o vinaccioli. I trend di mercato sono favorevoli alla crescente adozione di veicoli flex-fuel, dove coesistono carburanti da fonti vegetali e da fonti fossili. Le principali limitazioni invece sono relative alla percezione dei consumatori rispetto alla possibilità di danneggiamento del sistema di propulsione del veicolo, o alla scarsa consapevolezza della disponibilità e dei vantaggi in termini di sostenibilità dei biocarburanti di seconda generazione. Inoltre, gli alti livelli di emissioni di NOx e la bassa efficienza energetica, come mostrato nella tabella, sono ulteriori ostacoli all'adozione di questa soluzione rispetto agli obiettivi di contenimento delle emissioni⁵. Gli **e-fuels** sono combustibili sintetici prodotti convertendo elettricità generata da fonti rinnovabili in combustibile, che viene poi emesso in stato liquido o gassoso. L'obiettivo finale è quello di produrre e-benzina, e-Diesel o e-metano in grado di ridurre significativamente le emissioni di CO2. Nel 2030, i carburanti alternativi (incluso l'idrogeno) dovrebbero coprire più del 60% della domanda di energia per il trasporto su strada di veicoli ICE e fino al 90% considerando i veicoli ibridi. In Europa, visto il dilemma dell'ILUC, è ragionevole pensare che la domanda di e-fuel sarà più alta rispetto a quella di biocarburanti, a meno che non si sviluppino solide soluzioni di seconda generazione in questo senso.

⁵ Transparency Market Research, "Report Automotive Biofuel Market" (<https://www.transparencymarketresearch.com/automotive-biofuel-market.html>), 2022

4.1.1.1

Biocarburanti ed E-fuels

La Tecnologia Abilitante Chiave identificata riguarda appunto lo sviluppo di soluzioni sintetiche in grado di generare carburanti “decarbonizzati” la cui combustione non comporta un aumento della CO₂ in atmosfera. Il più semplice e-fuel da realizzare attualmente è l'idrogeno, che verrà trattato specificatamente nella prossima area di ricerca. Altri e-fuel vengono prodotti combinando l'idrogeno, ottenuto sempre per elettrolisi, con anidride carbonica (CO₂) ottenendo – attraverso particolari e delicati processi chimici – metano, ammoniaca, metanolo e gli equivalenti “green” di benzina e gasolio. Uno tra i principali vantaggi degli e-fuels è quello di utilizzare anidride carbonica emessa, ad esempio, da un centrale a carbone o a petrolio, catturandola e utilizzandola poi come additivo per la produzione di benzine sintetiche. Questo contribuisce ad una riduzione globale delle emissioni anche se va ricordato che i combustibili artificiali non eliminano totalmente gli inquinanti emessi in atmosfera. L'uso di combustibili elettrici, ottenuti dall'idrogeno combinato con la CO₂, si giustifica principalmente per settori della mobilità ove le altre soluzioni non siano praticabili, ad esempio il settore aeronautico. Le e-benzine hanno però anche il vantaggio di essere compatibili sia con gli attuali motori sia con le infrastrutture di trasporto e distribuzione. Questo rappresenta un enorme vantaggio perché permetterebbe di convertire facilmente il parco auto attualmente circolante a combustibili più eco-friendly, elemento fondamentale per garantire la circolazione con carburanti CO₂ neutrali dei veicoli in costruzione ad oggi fino al 2030 e che probabilmente saranno operativi nel 2050. Sarà quindi essenziale continuare a lavorare per un abbinamento ottimale tra questi combustibili rinnovabili e futuri ICE al fine di raggiungere maggiori efficienze (>50%) e ridurre al minimo le emissioni di CO₂ secondo analisi WtW. La ricerca si deve concentrare sullo sviluppo di sistemi di combustione che sappiano sfruttare appieno le proprietà dei combustibili rinnovabili (elevati rapporti idrogeno e carbonio/ossigeno) che consentono processi di combustione puliti ed efficienti (es. accensione spontanea benzina, combustione H₂, combustione a bassa temperatura, ecc.). La **flessibilità del carburante** è di massima importanza in tempi di cambiamento delle infrastrutture. L'opportunità di avere carburanti da fonti di energia rinnovabile a zero emissioni senza limitazioni di operabilità sui motori a propulsione può rappresentare un fattore di crescita importante per il settore automotive e per l'economia europea⁶ Le ulteriori sfide in questo campo sono la riduzione del costo totale in termini energetici dei combustibili elettrici e il loro scale up⁷.

⁶ EARPA, “Research needs on Energy, Powertrains and Electrification”, Position Paper (https://www.earpa.eu/ENGINE/FILES/EARPA/INTRANET/UPLOAD/POSITION_PAPERS/position_paper_Energy%20Powertrains%20And%20Electrification.pdf), 2020

⁷ EROI – ART-Emilia-Romagna, “Report Automotive revamping: roadmap”, 2022

4.1.2

Tecnologia Idrogeno

L'idrogeno può essere utilizzato come materia prima, combustibile o vettore energetico e stoccaggio di energia e ha molte possibili applicazioni. Può essere prodotto in vari modi e da una serie di fonti, che dipendono in parte dall'applicazione finale, ma sempre più in riferimento all'impronta di carbonio associata. L'idrogeno può essere prodotto ad esempio riscaldando la biomassa e mescolandola con vapore e ossigeno per produrre idrogeno senza combustione. Se la fonte di calore è "verde" e il processo produce emissioni inferiori a 8 kg CO₂e/kgH₂, anche l'idrogeno risultante è "verde". La frase idrogeno "blu" descrive invece l'idrogeno prodotto da combustibili fossili quando viene utilizzata la *Carbon Capture and Storage* (CCS), e la definizione "giallo" (a volte "grigio") viene utilizzata per l'idrogeno prodotto da combustibili fossili quando la CO₂ viene rilasciata nell'atmosfera.

Il piano di ripresa economica della Commissione "Next Generation EU" pone l'idrogeno come una priorità di investimento per promuovere la crescita economica e la resilienza, creare posti di lavoro a livello locale e consolidare la leadership globale dell'UE. Dal 2020 al 2024 sarà supportata l'installazione di una capacità di almeno 6 GW di elettrolizzatori per la produzione di idrogeno rinnovabile nell'UE. Dal 2025 al 2030 l'idrogeno diventerà parte integrante del sistema energetico integrato, con una capacità di elettrolisi di almeno 40 GW⁸. Dal 2030 in poi, l'idrogeno rinnovabile sarà distribuito su larga scala in tutti i settori da decarbonizzare, in particolare il sistema dei trasporti⁹. Secondo il rapporto del gruppo di esperti STEMI del Ministero delle Infrastrutture e Mobilità sostenibili¹⁰, l'idrogeno verde potrebbe rappresentare un'opportunità, in particolare nelle cosiddette *hydrogen valley*, distretti in cui la produzione di idrogeno è funzionale alla decarbonizzazione anche di altri settori industriali (chimica, fertilizzanti, acciaio, processi ad alta temperatura). Le principali sfide riguardano: i) Serbatoio: l'invecchiamento, il materiale e il prezzo devono ancora essere ottimizzati. La compressione dell'idrogeno è ancora un collo di bottiglia nell'infrastruttura di rifornimento per la mobilità dell'idrogeno. È auspicabile lo sviluppo di nuovi materiali per la realizzazione di serbatoi ad alta pressione; ii) Idrogeno su motori ICE: sono necessarie modifiche dei sistemi esistenti o nuovi sviluppi incentrati sull'idrogeno per il sistema di alimentazione, il sistema di combustione, il post-trattamento dei gas di scarico, e il sistema di monitoraggio a bordo (OBM); iii) Metodologia e simulazione, per l'ottimizzazione in termini di efficienza e riduzione dei costi dei processi di ricerca e sviluppo della tecnologia relativa all'idrogeno.

⁸ European Commission, "A Hydrogen Strategy for a climate neutral Europe" (https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf), 2020

⁹ European Commission, "The role of hydrogen in meeting our 2030 climate and energy targets" (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/50cd7bed-00e4-11ec-8f47-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-242278367>), 2021

¹⁰ Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili – STEMI, "Report Decarbonizzare I trasporti" (https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2022-04/STEMI_Decarbonizzare%20i%20trasporti_0.pdf), 2022

4.1.2.1

Kit Retrofit e Fuel Cell

Il **retrofit elettrico**, noto in ambito automotive anche come *“riqualificazione elettrica”*, è rappresentato da un complesso di modifiche elettromeccaniche apportate ad un veicolo tradizionale volte a trasformarlo in un mezzo elettrico o ibrido. La riqualificazione può essere applicata anche per la conversione di motori tradizionali a veicoli a celle di combustibile alimentate ad idrogeno (FCEV). Il primo ottobre in Italia è entrato in vigore il Decreto n.141 del 26 luglio 2022 che riguarda il cosiddetto retrofit. La norma stabilisce le nuove regole per l’installazione e l’omologazione della conversione elettrica di motocicli, auto e furgoni entro le 3,5 tonnellate che in origine montavano motore termico. Nonostante gli incentivi messi a disposizione, il costo della riqualificazione rimane alto per veicoli con basso valore commerciale, e rimane il problema dell’omologazione per ottenere il permesso di circolazione. Tra le case automobilistiche che si stanno attivando sul fronte retrofit c’è Renault, che con la sua prima iniziativa retrofit si rivolge solamente ai veicoli commerciali, non alle auto. Le celle a combustibile a idrogeno non producono emissioni nocive, eliminando i costi generalmente associati alla manipolazione e allo stoccaggio di materiali tossici come l’acido della batteria. Tuttavia, come segnalato nello studio Automotive Revamping e nel rapporto STEMI, vi sono tre ragioni per cui è difficile prevedere una competizione efficace dei veicoli a idrogeno con i BEV senza ulteriori sviluppi tecnologici: la prima è legata al consumo di energia elettrica, da 2 a 4 volte maggiore nel caso dei FCEV; la seconda è relativa alla complessità dell’architettura di un veicolo FCEV, che include cella a combustibile, motore elettrico, bombole, batteria, sistema di captazione e purificazione dell’ossigeno dall’ambiente esterno; e la terza si lega ai profili di rischio molto più alti dell’investimento nella infrastruttura dell’idrogeno, per via delle minori opportunità di sviluppo modulare, legato a probabilità più alte di sottoutilizzo rispetto a stazioni per la ricarica elettrica¹¹. Tuttavia la tecnologia fuel cell alimentate ad idrogeno ha un uso sicuramente complementare, ad esempio nel trasporto pesante, per la possibilità di autonomia aumentata che questo settore richiede. European Automotive Research Partner Association (EARPA) afferma che esiste la possibilità di un forte aumento della quota di vendite di autocarri alimentati a fuel cell dallo 0,2% nel 2023 al 16,8% nel 2030¹².

I principali nodi da sciogliere a livello tecnologico sono legati a: i) infrastrutture necessarie per la ricarica e il rifornimento di carburante; ii) impatto ambientale, soprattutto in termini di Life Cycle Analysis (LCA) e possibili colli di bottiglia su alcune materie prime; iii) la riduzione dei costi attraverso la combinazione di un aumento del volume di produzione e sviluppo tecnologico per migliorare la produzione e automatizzare le tecniche, ridurre i costi dei materiali per unità e migliorare i progetti a livello di stack e di sistema.

Al momento tra i progetti di ricerca sull’idrogeno più interessanti sul territorio italiano vi è quello della Punch Hydrocells, centro di progettazione e sviluppo che ha sede accanto al campus universitario del Politecnico di Torino. Oltre a lavorare sul controllo attivo della

¹¹ MIMS – STEMI, “Report Decarbonizzare I trasporti” (op. cit.)

¹² EARPA, “Research needs on Energy, Powertrains and Electrification”, (op. cit.)

gestione termica della cella, per gestire il calore in maniera più intelligente, stanno investigando anche sulle tecnologie di produzione e di immagazzinamento dell'idrogeno, integrando nella ricerca tutti gli aspetti legati a questo nuovo vettore energetico. L'obiettivo è ridurre il costo di produzione dell'idrogeno, puntando ad arrivare a un costo dell'idrogeno di 3 volte superiore a quello del gasolio, soglia che segna una competitività economica tenendo conto anche dei rendimenti energetici. Il raggiungimento dell'obiettivo potrebbe avere un impatto enorme su tutta la filiera dell'automotive.

4.1.3

Alleggerimento strutturale o lightweighting

Quest'area di ricerca comprende uno dei trend presenti nel settore che riguarda la riduzione dei pesi di assemblaggio e componenti che, oltre a perseguire l'incremento delle prestazioni del veicolo in termini di contenimento dei consumi e riduzione delle emissioni, è un ambito che influisce direttamente anche sulla sicurezza e sui processi produttivi dell'automotive. Per un veicolo di dimensioni medie, la riduzione del peso di 100 kg si traduce in un risparmio di carburante del 4%¹³. In realtà, l'obiettivo principale è quello di bilanciare l'aumento di peso dei veicoli -che dagli anni '80 dello scorso secolo hanno seguito un trend in aumento dovuto all'integrazione di sistemi di sicurezza e componenti che prima non erano presenti nell'architettura del veicolo- grazie all'introduzione di nuovi materiali e tecnologie di produzione, risultando così in un non-aumento di peso complessivo. Gli OEMs sono sempre più incoraggiati a implementare materiali più leggeri e sostenibili, con alti indici di riciclabilità¹⁴.

¹³ Massachusetts Institute of Technology - MIT, "On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions", 2008.

¹⁴ La direttiva UE 2005/64/CE stabilisce che tutti i veicoli venduti nell'UE devono essere riciclabili per almeno l'85% del peso del veicolo.

4.1.3.1

Sviluppo materiali compositi o leghe metalliche secondarie

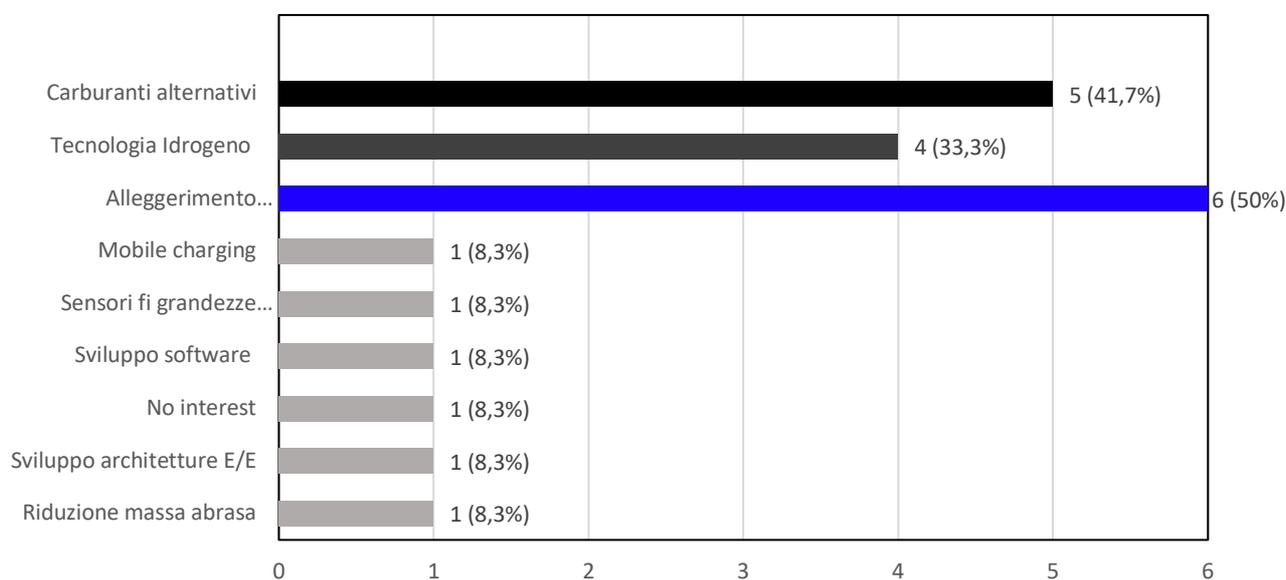
La Tecnologia Abilitante Chiave in questo ambito di ricerca riguarda l'esplorazione di nuove leghe metalliche o metalli con caratteristiche di ripetibilità produttiva, e l'innovazione nei processi di assemblaggio dei veicoli. Parliamo di leghe leggere, superleghe, polimeri, ceramici e compositi a matrice metallica, polimerica e ceramica, compositi fibro-rinforzati, materiali innovativi per sensoristica, ma anche di trattamenti superficiali e rivestimenti protettivi e funzionali con materiali e strutture innovative. La riduzione o contenimento del peso dei veicoli si ottiene grazie all'introduzione di nuovi materiali leggeri e tecnologie di produzione, soprattutto nella fase della produzione automobilistica conosciuta come *Body-In-White*. Per *Body-In-White* (BIW) si intende la fase in cui il telaio di una carrozzeria è stato assemblato, cioè prima della verniciatura e prima che il motore, i sottogruppi del telaio o le finiture siano stati integrati nella struttura. Attualmente, le strategie per ridurre il peso nella fase BIW si concentrano sulla sostituzione dell'acciaio tradizionale come materiale principale e includono l'utilizzo dei seguenti materiali: polimeri rinforzati con fibra di carbonio; alluminio; un maggiore utilizzo di acciai al boro ad alta resistenza (*High Strength Steels-HSS, Advanced High Strength Steels-AHSS, Ultra High Strength Steels-UHSS*); o una combinazione di questi approcci. Le caratteristiche che fanno di questi materiali un'interessante alternativa sono principalmente la alta tenacia, la resistenza ad allungamento, la resistenza alla temprabilità, la resistenza allo snervamento, la duttilità e la maggior riciclabilità. La sostituzione dei materiali può essere appunto una semplice sostituzione o coinvolgere la riprogettazione stessa del veicolo e lo sviluppo di nuovi prodotti. Nel design di veicoli BEV si stanno utilizzando intensivamente AHSS di terza generazione (è il caso ad esempio del *GMC Hummer*, del *Ford Mach-E*, o del *Chevrolet Blazer SS*) per compensare il notevole aumento di peso determinato dai pacchi batterie. Sul piano della tecnologia di produzione, si stanno implementando logiche produttive multi-processo, che includono: stampaggio, fusione, estrusione e laminazione, tra le altre.

4.1.4

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle tre aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito della riduzione dei consumi e delle emissioni, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Carburanti alternativi; Tecnologia idrogeno; Alleggerimento strutturale) ha dato i risultati descritti nel grafico: L'area di ricerca di maggior interesse risulta essere quella relativa all'alleggerimento

Arete di ricerca di interesse per l'azienda nell'ambito - **Consumi ed emisioni**



strutturale, con il 50% delle aziende che affermano il loro interesse. Segue l'area di ricerca sui carburanti alternativi (41,7%) e quella relativa alla tecnologia dell'idrogeno (33,3%). D'altra parte, vista la eterogeneità delle aziende coinvolte, quelle più legate ai processi di elettrificazione hanno esplicitato altre opzioni non previste in questa sezione del questionario, come accumulatori elettrochimici per la ricarica mobile, sensori di grandezze elettriche, sviluppo software legato al veicolo e architetture elettriche elettroniche (E/E) per sistemi misti (elettrico/idrogeno) e cybersecurity, tutte aree o in certi casi Tecnologie Abilitanti Chiave (nella definizione del documento strategico S3) presenti nelle altre sezioni del questionario e del presente documento. Fa eccezione l'area di ricerca proposta da una delle aziende partecipanti su Riduzione massa abrasa degli pneumatici, che ha un effetto diretto sulla riduzione delle emissioni di particolato nell'ambiente. Rispetto alle singole Tecnologie Abilitanti Chiave presentate in questa sezione, su **Biocarburanti ed E-fuels** quasi il 60% delle imprese consultate ha espresso un interesse medio-alto (su una scala da 0 a 5, un punteggio maggiore o uguale a 3), esattamente come sulla tecnologia relativa a **Sviluppo materiali compositi o leghe metalliche secondarie**. La percentuale aumenta invece fino al 66,7% su **Kit Retrofit Elettrico e Fuel Cell**, per la quale 2 aziende su 3 hanno espresso un livello di interesse medio-alto.

4.2

Sistemi di accumulo e recupero energia

Il mercato automotive sta vivendo nuove sfide tecnologiche ed opportunità con l'avvento dell'elettrificazione del sistema di trasporto su gomma. Nel 2021 sono stati immatricolati a livello globale quasi 6,75 milioni di autovetture e veicoli commerciali elettrici (sia BEV che PHEV), registrando un tasso di crescita di oltre il 100% rispetto all'anno precedente. Lo stesso trend si osserva anche rispetto alle altre tipologie di veicoli (LDVs, HDVs, BUS e biciclette) e le aspettative sono di una crescita simile se non maggiore nei prossimi anni¹⁵. Seguendo questa tendenza, si possono identificare gli aspetti strategici legati all'elettrificazione come l'efficientamento del veicolo, il riuso dei materiali, lo sviluppo di tecnologie e componenti innovati tra gli aspetti più importanti da monitorare, che capitalizzeranno gli investimenti in ricerca e sviluppo del settore nei prossimi anni.

Nel quadro delineato di questa area di lavoro sono state identificate delle aree di ricerca di interesse e delle tecnologie abilitanti chiave ad esse connesse:

4.2.1

Batterie al litio seconda vita

Il riciclo delle batterie delle auto elettriche rappresenta un'importante sfida non solo per supplire alla mancanza di accesso alle risorse minerarie primarie ma per promuovere un'economia circolare e rispettosa dei lavoratori che partecipano a tutta la filiera. La tecnologia di smaltimento dei materiali è ancora ben lontana dal poter garantire una strategia consolidata ed efficiente che valorizzi il riciclo completo delle diverse chimiche. Se uno sforzo in questa direzione verrà offerto dall'entrata in vigore del nuovo regolamento *battery passport* che renderà obbligatorio l'utilizzo di litio riciclato nelle celle, siamo ancora lontani da un processo di riciclo delle batterie al litio per tutte le chimiche che non contengono materie rare. La soluzione a cui si guarda nel breve periodo è sicuramente quella di offrire una seconda vita alle batterie automotive per estenderne il proprio periodo di vita e poterle applicare a usi differenti in settori non critici quali quelli dell'accumulo.

4.2.1.1

Sistema modulare batterie per il riutilizzo

All'interno di quest'area di ricerca la tecnologia abilitante chiave identificata è relativa al sistema modulare delle batterie per il loro riutilizzo. Le batterie automotive hanno severe regolamentazioni che impongono parametri di efficienza molto alti per garantire l'utilizzo. Si basti pensare che una batteria non più utilizzabile ha ancora una capacità residua che si aggira intorno al 75% della sua capacità iniziale. Quindi, se è vero che tale disponibilità potrebbe pregiudicare le performance del veicolo, è pur vero che tale capacità è tuttavia più che sufficiente per altri tipi di impiego, come ad esempio diventare un sistema di

¹⁵ Politecnico di Milano, "Smart Mobility Report 2022. La mobilità sostenibile alla prova della crescita: lo scenario competitivo ed i fattori di contesto tecnologici e normativi", 2022

accumulo per impianti fotovoltaici domestici o industriali, per immagazzinare l'energia in eccesso prodotta durante il giorno e utilizzarla la sera o come asset per servizi di flessibilità, per fronteggiare picchi di domanda nei consumi di casa o da gestire come una riserva di energia elettrica da rimettere in circolo al bisogno, come nel caso di distacchi della corrente o quando il prelievo dalla rete sia in qualche modo compromesso.

4.2.2

Componentistica auto di nuova generazione

L'elettrificazione del sistema trasporti richiede e richiederà sempre di più in futuro lo sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche a livello componentistico ed il miglioramento delle soluzioni oggi adottate. Temi come l'incremento della densità energetica delle batterie o la riduzione della dipendenza da alcuni materiali come il litio, il cobalto, il titanato e le terre rare che oggi hanno una stretta correlazione con i rischi geopolitici collegati alla collocazione geografica delle fonti, sono tra le principali sfide che gli operatori del settore stanno cercando di superare investendo in tecnologie emergenti al fine di trovare una soluzione tecnica che, a parità o incremento di efficienza, permetta di ridurre l'impronta ambientale del processo produttivo, la dipendenza geopolitica e i costi di produzione.

4.2.2.1

Progetti di ricerca innovativi per batterie, motori e elettronica di potenza

Come anticipato precedentemente i componenti del powertrain elettrico sono ad oggi gli elementi dove la sfida tecnologica e gli investimenti si concentrano maggiormente. Soluzioni innovative in grado di ridurre la dipendenza da materie rare, e capaci di ridurre l'impatto ambientale e aumentare l'efficienza del veicolo sono al centro degli interessi di tutti gli stakeholders del settore. In ordine di importanza la batteria è quella che ha l'impatto in termini di efficienza del veicolo maggiore. Uno sguardo al passato ci permette di capire immediatamente come l'evoluzione tecnologica e le economie di scala abbiano impattato positivamente lo sviluppo di questo componente ma la strada non è completa e i principali produttori sono ancora alla ricerca di chimiche in grado di meglio supportare lo sviluppo del veicolo. Al secondo posto sicuramente si innesta il tema dei motori elettrici, con un mercato che ancora oggi si basa su soluzioni a magneti permanenti e quindi terre rare (anche in considerazione dei livelli di efficienza che permette di ottenere), il principale target degli operatori del settore è quello ora di esplorare soluzioni alternative in grado di mantenere gli stessi livelli di performance e ridurre la dipendenza dall'oligopolio di alcuni paesi rispetto alla disponibilità e capacità estrattiva del materiale. I due elementi sopra sono sicuramente aspetti critici nel breve medio termine ma sono anche rappresentativi di un percorso tecnologico che è stato intrapreso e che toccherà tutti i principali componenti legati all'elettrificazione.

4.2.3

Innovazione nella ricarica del veicolo

La ricarica del veicolo rimane oggi uno dei principali ostacoli alla ulteriore adozione di veicoli a basse emissioni a livello globale, addirittura più dell'autonomia dei veicoli e del loro prezzo iniziale più alto rispetto alle propulsioni convenzionali. Di particolare rilievo sono i temi legati alla diffusione delle stazioni di ricarica, ai tempi di ricarica e al comfort. Seppur la tecnologia sia sul lato veicolo, che sul lato infrastruttura abbia fatto significativi progressi negli ultimi anni, il raggiungimento di soluzioni in grado di fornire un servizio di ricarica comparabile alla sosta per rifornimento da carburante sembra ancora lontano. Anche la carica domestica, che in linea teorica dovrebbe essere un vero valore aggiunto per chi potrà accedervi, è alla ricerca di soluzioni più confortevoli rispetto all'operazione manuale di collegamento della macchina alla stazione in grado di attrarre tutte le fasce di età verso la nuova tecnologia elettrica. Nella sezione sottostante vengono esplicitati i principali filoni che si stanno perseguendo in questi anni come soluzioni alternative per tutti gli ambiti di ricarica, da quello domestico, aziendale fino a quello pubblico e semi pubblico.

4.2.3.1

Soluzioni innovative di ricarica del veicolo

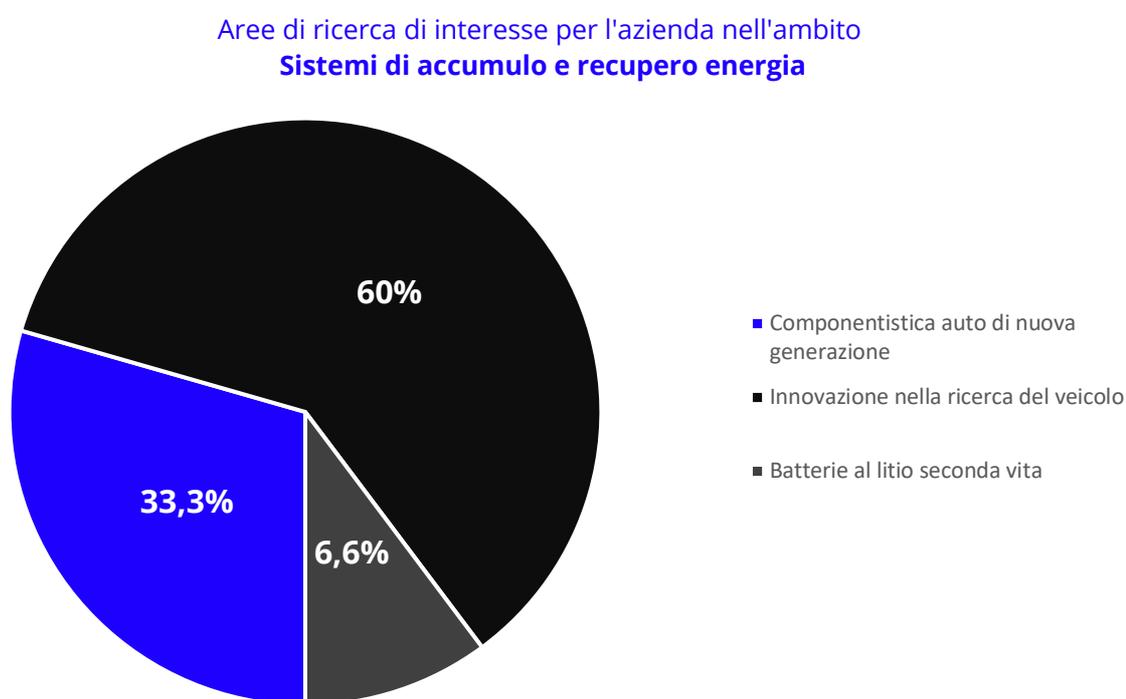
Come anticipato nell'area di lavoro, importanti investimenti sono attualmente in gioco per cercare di rendere l'esperienza di ricarica più soddisfacente per gli utenti finali. I tre filoni che si stanno perseguendo sono specificatamente quelli del wireless charging che prevede la ricarica del veicolo senza fili, il battery swapping la sostituzione rapida dell'intero pacco batterie e la "carica bidirezionale" che si propone di mettere in atto soluzioni tecnologiche in grado di prevenire ulteriori investimenti sulla rete elettrica per soddisfare l'emergente domanda derivante dai veicoli ricaricabili e incrementare la possibilità di risparmio per gli utilizzatori finali grazie ad uno scambio sul posto dell'elettricità con la rete stessa (V2G) o con la propria abitazione (V2H).

4.2.4

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle tre aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito dei sistemi di accumulo e recupero dell'energia, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Batterie al litio seconda vita; Componentistica auto di nuova generazione; Innovazione

nella ricarica del veicolo) ha prodotto i risultati descritti nel grafico:



L'area di ricerca di maggior interesse risulta essere quella relativa all'innovazione nella ricarica del veicolo, con il 60% delle aziende che confermano il loro interesse. Segue l'area di ricerca sulla componentistica auto di nuova generazione (33,3%), mentre quella relativa alla seconda vita delle batterie al litio raccoglie solo una risposta affermativa su 12. Anche in questo caso, alcune risposte sotto l'opzione "Altre" si riferiscono a Tecnologie Abilitanti Chiave individuate all'interno di ciascuna delle Aree di ricerca, ad esempio "Ricarica wireless" o "BESS per ancillary service e ricarica mobile".

Rispetto alle singole Tecnologie Abilitanti Chiave presentate in questa sezione, sulla Tecnologia riguardante i **Sistemi modulari batterie per il riutilizzo** 2 aziende su 3 (il 66,7%) hanno espresso un livello di interesse medio-alto, nonostante sull'area di ricerca relativa alla seconda vita delle batterie al litio l'interesse sia stato manifestato da una sola entità. Riguardo i **Progetti**

di ricerca innovativi per batterie, motori e elettronica di potenza, il 91,7% pari alla quasi totalità delle aziende coinvolte ha espresso un livello di interesse medio-alto, esattamente come sulla tecnologia relativa a **Soluzioni innovative di ricarica del veicolo**.

4.3

Comfort di guida

Uno degli ambiti di prioritizzazione strategica definiti dal presente studio riguarda l'esperienza dell'utente rispetto al comfort di guida del veicolo, concetto che si sta trasformando e influisce direttamente sulla sicurezza delle prestazioni. La posizione di guida, l'ergonomia, la confortevolezza relativa al rumore, alle vibrazioni e alla maneggiabilità del veicolo (in inglese NVH – *Noise Vibration Harshness*), l'accesso al veicolo, sistemi di infotainment, interni efficienti dal punto di vista energetico e incentrati sull'utente sono le caratteristiche principali su cui si sta lavorando nell'ambito di quest'area tecnologica per offrire un veicolo dalle prestazioni ottimali in termini di guidabilità e che possa essere personalizzato sui profili di preferenze del guidatore.

4.3.1

Ottimizzazione sistema gestione termica

L'area di ricerca si riferisce all'ottimizzazione energetica dell'equilibrio termico dei veicoli e comprende lo sviluppo di soluzioni per ridurre l'impatto del surriscaldamento e raffreddamento significativo sia dal lato dei componenti veicolo sia da quello dell'infrastruttura di ricarica. Una serie di fattori e ambiti applicativi ha e continua ad influenzare lo sviluppo della tecnologia. L'elettrificazione (BEV e FCEV, e anche HEV e PHEV¹⁶) di per sè ha rappresentato una spinta significativa, con necessità di raffreddamento e riscaldamento delle batterie e del powertrain elettrico. Con l'incremento della guida autonoma, in risposta ad una crescente necessità di innovazione per l'accettazione da parte dell'utente finale di futuri concetti di veicoli, sistemi di infotainment e ADAS sempre più complessi vengono sviluppati, determinando la necessità di sviluppare sistemi di cogenerazione termica e gestione integrata della dissipazione del calore. Il mercato della gestione termica automobilistica è attualmente valutato in 84,22 miliardi di dollari e si prevede che registrerà un tasso di crescita annuale pari al 5,87% nei prossimi cinque anni¹⁷. Rispetto all'esperienza di guida, un design d'interni incentrato sull'utente che miri a una maggiore efficienza energetica (*bottom-up*) con sistemi avanzati di isolamento, ventilazione e climatizzazione interna (HVAC, per la sua sigla in inglese), compreso il pre-condizionamento, rappresenta una delle aree di ricerca fondamentali per l'aumento del comfort di guida.

¹⁶ Horizon Europe, "ZZERO partnership 2021-2027", White paper, 2021

¹⁷ Mordor Intelligence Group, "Automotive Thermal Management Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2023 - 2028)". <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/automotive-thermal-management-market>, 2022

4.3.1.1

Nuove soluzioni e componenti per ottimizzazione termica

Anche in questo caso la Tecnologia Abilitante Chiave identificata è rappresentata da una serie di soluzioni e componenti del sistema di gestione termica del veicolo, che spaziano dalla fluidodinamica all'aerodinamica, passando per la progettazione di **sistemi ottimizzati di gestione termica**.

Il sistema di gestione termica è composto da diverse parti come il raffreddamento del motore, la gestione termica dell'abitacolo, la trasmissione termica, il recupero del calore residuo/ricircolo dei gas di scarico (EGR), la gestione termica della batteria, del motore e dell'elettronica di potenza. La gestione termica del veicolo comprende due aspetti: la progettazione dell'architettura e la selezione dei componenti. Sulla base dell'integrazione del sistema e dei requisiti di basso consumo energetico, si progetta l'architettura del sistema di gestione termica; e sulla base di questa architettura, combinata con i dati di prova dei componenti, si stabilisce un modello di sistema di gestione termica del veicolo. Da qui lo sviluppo dell'algoritmo di controllo della gestione termica del veicolo, per poi realizzare la calibrazione dei parametri di controllo chiave e l'analisi di ottimizzazione del consumo energetico del sistema di gestione termica. La rivoluzione digitale in corso permette a livello di processi produttivi la creazione di prototipi virtuali con semplicità ed accuratezza, per garantire una ottimale efficienza della progettazione.

A livello di componentistica, per l'ottimizzazione dello stoccaggio e dell'imballaggio del refrigerante si stanno sviluppando circuiti di fluido multipli con un unico serbatoio, integrati da sensori, valvole e pompe per un imballaggio migliore. Per i sistemi di trasporto del refrigerante, sistemi multivalvole e tecnologie di tubazioni a più strati, oltre che sensoristica applicata al monitoraggio dei fluidi. Tra i principali materiali di interfaccia termica (TIM) attualmente in uso vi sono i Thermal Pad (TP) e i Gap Filler Liquid (GFL).

Nell'ambito della ricerca sui macchinari agricoli, invece, ad esempio per quanto riguarda il precision farming, l'evoluzione della fluidodinamica ed in particolare dell'oleodinamica, oltre all'applicazione sulla gestione termica, ha permesso di sviluppare sistemi elettroidraulici abbinati a sensori di ultima generazione i quali consentono di regolare alcuni fattori come distanza e profondità di semina, oppure altezza e quantità di prodotto irrorato, ottimizzando l'efficienza dei mezzi.

4.3.2

Eletrificazione dei componenti auto

In un veicolo a propulsione convenzionale i dispositivi a bordo veicolo come ad esempio il sistema di condizionamento, il servosterzo e tutti i servizi accessori sono alimentati dal motore termico. Con l'avvento dell'elettrificazione la gestione dei dispositivi "ausiliari" dovrà necessariamente cambiare. Questo cambio di paradigma sarà sicuramente una sfida per gli stakeholder del mercato, sia perché alcune logiche consolidate di produzione di alcuni componenti dovranno modificarsi (con l'avvento di nuovi componenti o nuove soluzioni tecnologiche) non avendo più il motore termico come fonte di propulsione, sia perché ognuno di questi componenti dovrà avere una propria fonte di sostentamento energetico per non dover gravare sulla energia necessaria alla trazione che già oggi viene percepito come uno dei fattori limitanti alla transizione all'elettrico. Questo trend seppure ponga sfide importanti offre anche grandi possibilità di sviluppo per il ripensamento di componenti tradizionali da elettrificare (come ad esempio pompe, compressori, sistemi di sterzo e frenata, sospensioni etc) così come lo sviluppo di tecnologie mai esplorate fino ad ora come l'incremento dell'uso di nuovi semiconduttori come il carburo di silicio o GaN, architetture ad altissimo voltaggio (oltre gli 800V) etc.

4.3.2.1

Steer by wire / brake by wire

La Tecnologia Abilitante Chiave proposta come prima applicazione di sistemi tipicamente meccanici che subiscono una trasformazione verso l'elettrificazione è relativa al sistema sterzante e frenante attraverso centralina. Lo *Steer-By-Wire* è un sistema formato da due elementi singoli, il volante e l'unità di comando dello sterzo, senza collegamento meccanico tra di loro. La direzione si controlla attraverso un cavo e non attraverso la barra che unisce il volante con la scatola della direzione, come accade nei veicoli convenzionali. Inoltre, nel sistema di sterzo sono inclusi i sensori che raccolgono le informazioni e i cavi che trasmettono i segnali degli impulsi elettrici. Tecnologia inizialmente applicata alle competizioni di Rally e Formula 1, si sta diffondendo nel mercato dei veicoli passeggeri, per le sue dirette implicazioni sul comfort di guida. In maniera analoga, il *Brake-By-Wire* è un sistema di freni senza collegamento meccanico in grado di non trasmettere più le vibrazioni sul pedale quando si attiva il sistema anti-bloccaggio, e soprattutto in grado di ridurre i tempi dal momento in cui si preme sul pedale a quando la pinza lavora alla massima potenza da 300/500 a 100 millisecondi, con conseguenze positive sulla sicurezza oltre che sul comfort di guida. Una delle sfide su questa tecnologia è la sicurezza, che deve essere garantita anche in situazioni di malfunzionamento dei sensori elettrici. L'elettrificazione di componenti del veicolo implica anche un alleggerimento del veicolo e diverse possibilità di design, in quanto vengono eliminate alcune componenti meccaniche ingombranti come l'asta del freno in questo caso. Questa tecnologia è predisposta per integrarsi con i sistemi di frenata rigenerativa e, come nel caso dello *Steer-By-Wire*, nei sistemi di assistenza avanzata alla guida (ADAS).

4.3.3

Noise Vibration Harshness (NVH) Comfort

Le principali fonti di NVH nei veicoli sono riconducibili al sistema propulsore, la strada ed il vento. Con l'introduzione di veicoli ibridi ed elettrici nei quali il sistema propulsore è molto più silenzioso, sottosistemi come motori elettrici, HVAC, frenata e altri rumori statici diventano improvvisamente più significativi. Le sorgenti NVH possono essere classificate in varie categorie. Le fonti costanti sono il rumore della strada e del vento. Mentre questi possono variare con fattori esterni come velocità, superficie ecc., rimangono una costante per tutto il tempo in cui il veicolo è in movimento. Le fonti periodiche sono quelle che si verificano dal motore o dalla trasmissione. Queste saranno fonti relativamente costanti di NVH. I disturbi casuali sono fonti di NVH che si verificano in modo intermittente. Ciò potrebbe provenire da sottosistemi come pompe, HVAC o anche quando uno pneumatico si trova in diversi tipi di terreno. Quest'area di ricerca considera la totalità delle potenziali fonti di NVH e comprende tutte le misure che contribuiscono alla confortevolezza del veicolo rispetto al livello di rumorosità, le vibrazioni percepite e la ruvidità o durezza dell'andatura del veicolo (NVH Comfort), attraverso l'uso di materiali innovativi e un design intelligente.

4.3.3.1

Soluzioni e componenti per il comfort NVH

Nelle soluzioni per il comfort NVH si inseriscono il testing NVH e il design del veicolo, mediante la creazione di barriere e interruzioni del suono o delle vibrazioni, oltre che i tipi di dispositivi applicati quali gli assorbitori (absorber), gli isolanti (insulator) e gli smorzatori (damper). All'interno di questa Tecnologia Abilitante Chiave si inserisce anche la ricerca e la sperimentazione su materiali innovativi e compositi, come i polimeri, oltre che gomma e resine. L'aumento delle prestazioni di maggior guidabilità e comfort del veicolo stanno provocando infatti un forte aumento nell'adozione di materiali con caratteristiche di assorbimento e smorzamento. Ad esempio Global Market Insights prevede per il 2026 un aumento del 7% del mercato mondiale di poli-propilene. Le fibre estremamente fini del poli-propilene lo convertono in un materiale con un alto indice di assorbimento dell'energia, senza aggiungere peso e densità alla struttura generale¹⁸. Le crescenti applicazioni e i progressi tecnologici per la guida confortevole, e il trend di elettrificazione dei veicoli e dei componenti, stanno orientando la domanda di materiali NVH per il settore automotive nell'immediato futuro.

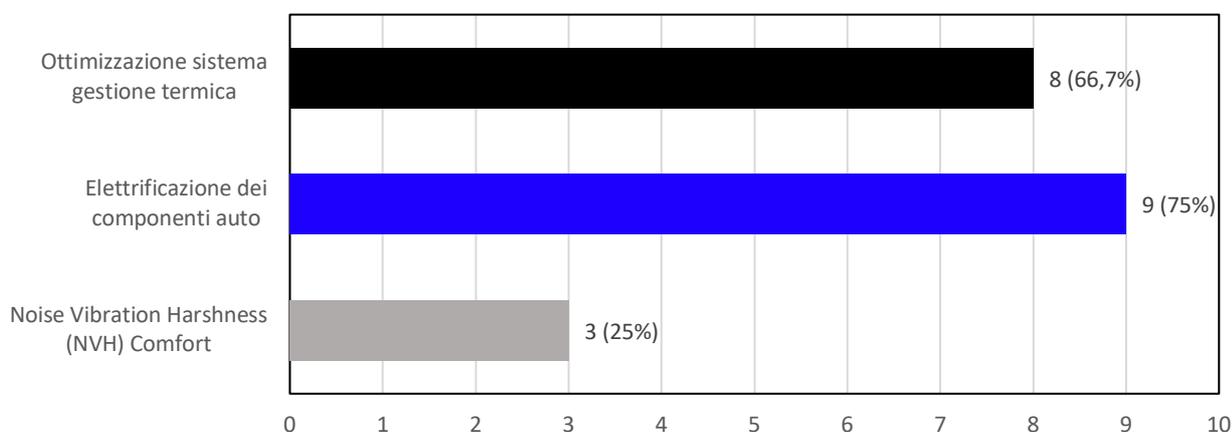
¹⁸ Global Market Insight, "Automotive NVH Materials Market "
(<https://www.gminsights.com/industry-analysis/automotive-nvh-materials-market>), 2022

4.3.4

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle tre aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito del miglioramento del comfort e della piacevolezza di guida, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Ottimizzazione gestione termica; Elettificazione componenti auto; NVH comfort) ha raccolto le preferenze descritte nel grafico:

Aree di ricerca di interesse per l'azienda nell'ambito -**Comfort di guida**



L'area di ricerca di maggior interesse risulta essere quella relativa all'elettificazione dei componenti auto, con il 75% delle aziende che confermano il loro interesse. Segue l'area di ricerca su ottimizzazione gestione termica (66,7%), mentre quella relativa al comfort NVH registra un livello d'interesse decisamente minore (25%).

Rispetto alle Tecnologie Abilitanti Chiave, 2 aziende su 3 (pari a un 66,7%) hanno espresso un livello di interesse medio-alto per la tecnologia su **nuove soluzioni e componenti per ottimizzazione termica**, mentre per la Tecnologia **Steer-By-Wire e Brake-By-Wire** la percentuale è del 75%. Su **soluzioni e componenti del comfort NVH**, invece, solo il 50% (valore decisamente più alto rispetto a quello espresso per la relativa area di ricerca) delle aziende consultate si definiscono interessate.

4.4

Sicurezza dei veicoli

L'incremento della sicurezza dei veicoli è una delle sfide più importanti che si trova ad affrontare il settore. Sicurezza passiva in termini di resistenza alle collisioni, e sicurezza attiva attraverso l'utilizzo di sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) nella direzione di esperienze di guida semi-autonoma o autonoma, o sfruttando la connettività tra veicoli. Considerando che la stragrande maggioranza degli incidenti stradali è causata da errori umani, a livello europeo e non solo si ritiene essenziale ridurre le probabilità che si verificano tali incidenti rendendo obbligatorio l'uso di sistemi di assistenza alla guida rilevanti ai fini della sicurezza. Veicoli a guida autonoma e connessi (*Connected Automated Vehicles - CAVs*), e più in generale i sistemi a guida autonoma dominano la roadmap dell'intero settore automotive. L'auto si sta evolvendo in un dispositivo IoT su ruote in cui le nuove funzioni saranno implementate principalmente attraverso il software, che rappresenterà il nuovo motore dell'innovazione.

Una delle chiavi del successo nel futuro del mercato della mobilità è lo sviluppo di veicoli con un livello di autonomia 4 (elevata automazione di guida) o 5 (completa automazione)¹. Per il momento Tesla e Mercedes-Benz, tra i maggiori competitors a livello globale, si situano ufficialmente sul livello 2 e 3 di automazione, rispettivamente. Ma secondo molti OEMs il livello 3 ha senso sulla carta, mentre nella pratica non è chiaro come il guidatore possa non prestare attenzione ma essere pronto a tornare in azione in un attimo, ed inoltre la tecnologia di livello 3 non è un trampolino di lancio naturale per la tecnologia di livello 4, che è più innovativa e potenzialmente redditizia. È probabile quindi il salto diretto dal livello 2 al livello 4 di autonomia. La *Mercedes-Benz Classe S 2021* è dotata di tutti i dispositivi Livello 4, portando questo livello di autonomia più vicino all'ufficialità e al permesso di circolare nelle strade nei prossimi anni.

La mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (CCAM) ha il potenziale per essere un fattore chiave per ridurre sostanzialmente le collisioni sulle strade (e quindi anche il relativo numero di morti e feriti sulla strada), per una riduzione sistemica della congestione e un contributo decisivo alla riduzione delle emissioni di gas clima alteranti. L'impostazione delle capacità di comunicazione tra i veicoli (V2V) e tra i veicoli e l'infrastruttura (V2I), o tra i veicoli e tutto il resto (V2X) consentirà nuovi servizi di mobilità e una maggiore sicurezza: il veicolo diventerà sempre più un nodo (in movimento) nella rete globale dell'Internet of Things (IoT)². Il mercato europeo delle auto connesse è stato valutato a 10,63 miliardi di dollari nel 2021 e supererà la valutazione netta di 26,95 miliardi di dollari entro il 2027, registrando una crescita CAGR del 16,2% durante il periodo di previsione 2022-2027³. All'interno di questa macro-area tecnologica, sono state identificate tre aree di ricerca, relative a sensoristica veicolo ambientale, componentistica guida autonoma e testing e cybersecurity e tracciabilità.

4.4.1

Sensing Veicolo Ambientale

Sebbene i trend di mercato indichino che i sistemi di guida semi-autonoma ed autonoma saranno i protagonisti delle automobili del futuro, si riscontra tuttavia una resistenza da parte dei consumatori a percepire questa trasformazione come reale. La maggior parte dei sistemi di guida assistita ancora sono visti come *optional* più che parte integrante del design proprio del veicolo. Quest'area comprende la ricerca sui sistemi di sensoristica avanzata per il controllo collaborativo dei veicoli - **Advanced Drive Assistance Systems (ADAS)**, il loro disegno, validazione e strumenti di controllo. Il **software** assume un ruolo sempre più centrale, ridisegnando l'esperienza a bordo; aumenteranno videocamere, radar e sensori, mentre si ridurrà il numero di centraline necessarie. Tecnologie come la NLP (*Natural Language Processing*) combinate con l'intelligenza artificiale consentono l'uso di assistenti virtuali a comando vocale nelle auto per eseguire attività semplici come avviare chiamate, riprodurre musica o aggiungere indicazioni stradali senza dover distogliere lo sguardo dalla strada. I sistemi di guida assistita svolgeranno un ruolo cruciale nella preparazione dei consumatori, delle aziende e dei quadri di regolamentazione che saranno necessari per la realtà a medio termine dei veicoli a guida autonoma. I componenti ADAS offrono un'elevata soddisfazione ai conducenti e, man mano che tali componenti maturano, porteranno sempre più a veicoli semi-autonomi e persino autonomi. Il pieno vantaggio della tecnologia ADAS richiederà un ripensamento radicale degli approcci attuali, in particolare verso la comunicazione del valore della tecnologia ai clienti e la garanzia che venga fornita in modo coerente con le preferenze locali o del segmento di consumatore e le aspettative generali su privacy e sicurezza dei dati. Dominare questi requisiti complessi e a volte contrastanti è la chiave per beneficiare della tendenza verso l'automazione dei veicoli.

4.4.1.1

Testing e simulazione guida autonoma

Una delle Tecnologie Abilitanti Chiave identificata è lo sviluppo di un ambiente di simulazione per veicolo autonomo finalizzato al virtual-testing e la validazione di algoritmi di intelligenza artificiale di guida autonoma, sensoristica, interfaccia fisica e di controllo anche in condizioni meteorologiche estreme come pioggia, nebbia, luce abbagliante o in situazioni di traffico congestionato, con presenza di pedoni, segnali stradali e altri mezzi di trasporto. I software per la guida autonoma dovranno essere capaci di interpretare le diverse informazioni del contesto per poter attuare di conseguenza, di fronte a ogni tipo di imprevisto. Per una corretta validazione, i test devono coprire anche i requisiti esistenti di ripetibilità, tracciabilità e documentazione. L'obiettivo è di poter fare a meno di prototipi fisici.

Attualmente, nel mercato della simulazione e testing di guida autonoma tra le imprese leader merita di essere citata VI Grade, che fornisce simulatori a vari OEMs tra i quali spiccano Ferrari, Maserati e Danisi. Allo stesso tempo, esiste un ruolo già consolidato anche di alcuni Tier1 nello sviluppo di piattaforme di testing. Con l'acquisizione della start-up britannica Five, Bosch ha lanciato una piattaforma di sviluppo e testing *cloud-based* per il software utilizzato nelle auto a guida autonoma. La piattaforma può anche essere

utilizzata per analizzare i dati del mondo reale dei veicoli per il testing, creare una varietà di scenari di prova e creare un ambiente di simulazione che permette una valutazione e una convalida rapida del comportamento del sistema. In questo senso vanno anche l'apertura del nuovo centro di test in Baviera creato da AVL e il progetto di Dallara sul testing guida autonoma.

4.4.2

Componentistica guida autonoma e testing

Lo sviluppo di componenti dedicati alla guida autonoma e al testing include sostanzialmente lo sviluppo di sensori, semiconduttori e software. I sensori, comprese le telecamere, il *Light Detection and Ranging* (LiDAR) e il radar servono per aiutare i veicoli a vedere le condizioni della strada a varie distanze e in diverse condizioni meteorologiche e di illuminazione.

I semiconduttori facilitano l'elaborazione dei dati raccolti dai sensori per prendere decisioni di guida in tempo reale. Algoritmi di intelligenza artificiale basati sul *Machine Learning*, *Deep Learning* e i software di mappatura forniscono gli strumenti per migliorare il funzionamento e il processo decisionale dei veicoli (si parla di *continuous learning*). All'interno dell'area di ricerca vi è anche lo sviluppo dell'hardware relativo, ad esempio della *Human Machine Interface* (HMI). Il solo mercato delle HMI applicate ai veicoli ha fatturato più di 15 miliardi di dollari nel 2022 e si prevede che cresca a un ritmo del 15% annuo dal 2023 al 2032¹⁹. Più in generale, si stanno creando nuove aree di concorrenza e opportunità di riconversione produttiva che stanno definendo i nuovi confini del settore (ad esempio, produttori di veicoli che sviluppano chip o aziende tecnologiche che forniscono componenti automobilistici).

4.4.2.1

Connettività V2V, V2I e Platooning

La Tecnologia Abilitante Chiave proposta all'interno di quest'area di ricerca è relativa alla **connettività veicolo-veicolo (V2V)** e **veicolo-infrastruttura esistente (V2I)**, o **Vehicle-to-Everything (V2X)**, che riunisce le due precedenti) e riguarda la generazione di componenti e interfacce dedicate appunto al collegamento di mezzi e infrastrutture. Le comunicazioni V2X si suddividono in comunicazioni di corto raggio e di lungo raggio. Condividendo i dati, come la loro posizione e velocità, con i veicoli e le infrastrutture circostanti, i sistemi di comunicazione V2X migliorano la consapevolezza del conducente circa i potenziali pericoli imminenti e possono avere **un effetto determinante nella prevenzione delle collisioni**, con una conseguente importante riduzione delle vittime degli incidenti e della gravità degli infortuni. Inoltre, la connettività migliora l'efficienza del traffico, fornendo avvisi per le congestioni del traffico, proponendo percorsi alternativi e garantendo una guida ecologica: riducendo le emissioni di CO2 attraverso il *cruise control* adattivo e una gestione dei trasporti più intelligente. La gestione del traffico intelligente

¹⁹ Global Market Insights, "Automotive Human Machine Interface Market", (<https://www.gminsights.com/industry-analysis/automotive-hmi-market>), 2022

definita come **platooning** riguarda soprattutto la possibilità di fare viaggiare flotte di camion in "carovana", connessi l'uno all'altro in un sistema di guida semi-autonoma, generando vantaggi significativi in termini di sicurezza e riduzione dei consumi e delle emissioni. Con la continua crescita dell'elettrificazione, delle nuove funzioni di guida automatizzata e della connettività, la complessità dei sistemi elettrici ed elettronici del veicolo sta aumentando notevolmente. Elementi chiave dell'innovativa architettura *vehicle-centralized* e *zone-oriented* sono la riorganizzazione della suddivisione delle funzioni e l'ottimizzazione implementata nell'architettura E/E (elettrica/elettronica).

4.4.3

Tracciamento e Cybersecurity

All'interno di quest'area di ricerca vi sono tutte le possibilità di sviluppo di logiche innovative di mappatura della logistica e del ciclo vita dei componenti e sottocomponenti del settore. Tracciare i componenti, la loro disponibilità, rendere le transazioni affidabili. L'importanza di proteggere sia i dati personali di conducenti e utenti, sia di proteggere l'auto stessa da attacchi esterni non può essere sottovalutata. Ad esempio, è stato dimostrato che gli hacker sono in grado di assumere il controllo di un'auto durante la guida. La protezione dei dati personali è al centro dell'attenzione in tutti i settori, e nell'ambito automotive tecnologie per la percezione precoce delle minacce, nonché per la protezione attiva e in tempo reale e la risposta alle minacce alla sicurezza informatica devono essere sviluppate. L'Unione europea sta creando un nuovo quadro normativo per i dati e l'intelligenza artificiale con importanti implicazioni per il settore automobilistico. Un framework che interessa non solo i costruttori di veicoli, ma anche i fornitori e i distributori automobilistici e i fornitori di prodotti e servizi correlati. La proposta di regolamento sulle norme armonizzate in materia di accesso e uso equi dei dati, nota anche come Data Act, è stata adottata dalla Commissione il 23 febbraio 2022. La legge sui dati è un pilastro fondamentale della strategia europea per i dati e contribuirà in maniera significativa all'obiettivo di trasformazione digitale della società.

4.4.3.1

Blockchain

La tecnologia blockchain si riferisce a una struttura dati condivisa e immutabile, rappresentabile come un diagramma ad albero che collega una serie di caselle: ognuna di queste rappresenta una fonte di dati che, una volta inserita, non è più modificabile a posteriori, pena l'invalidarsi di tutta la struttura. Un elemento fondamentale è che una blockchain aiuta nel costruire un registro di informazioni vitali, con un basso impatto economico e di tempo investito, liberando così le risorse a disposizione per un'altra operazione fondamentale, la lettura ed interpretazione dei dati stessi. L'applicazione di questa tecnologia può essere più efficace nel caso di grandi imprese che si trovano a dover gestire una enorme quantità di dati, in questo modo cristallizzati e già inseriti in una catena di effetti e di conseguenze. Ogni *block* corrisponde al registro dei dati in tempo reale del magazzino, degli ordini, dei canali di vendita, delle richieste online, dei tempi di fornitura e subfornitura. *Blockchain-as-a-Service* (BaaS) si riferisce appunto all'applicazione

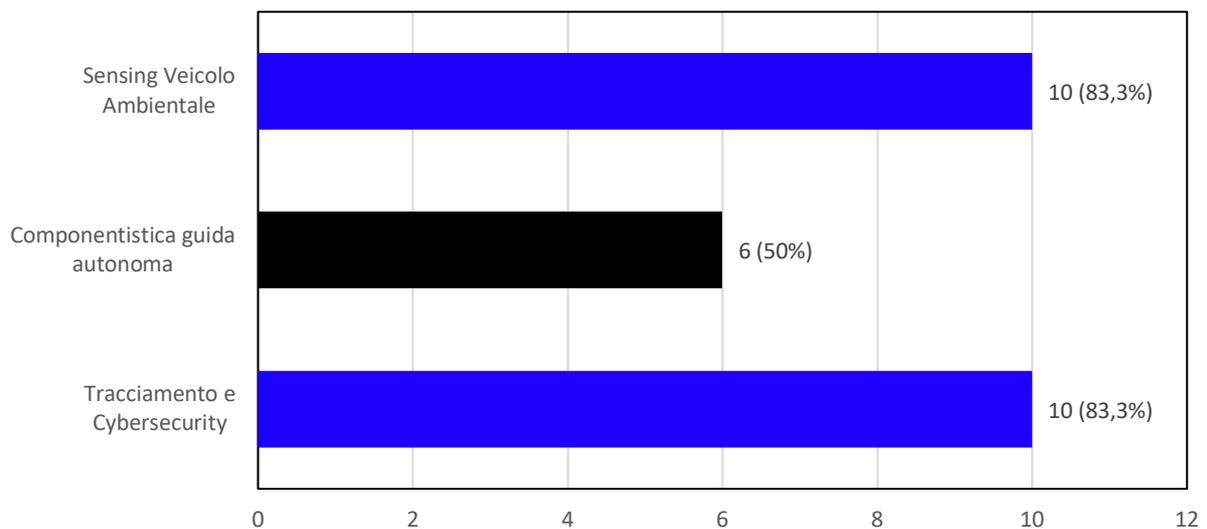
della tecnologia blockchain per disporre di una catena di approvvigionamento in grado di scalarsi fluidamente e prontamente alle esigenze della domanda, secondo la filosofia di lavoro denominata "continuous improvement". Un caso studio prodotto da Marelli, che ha introdotto assieme a BMW un'applicazione basata sulla tecnologia blockchain per rendere più efficiente la catena di fornitura. Marelli ha introdotto l'utilizzo della tecnologia blockchain per ottimizzare la gestione della supply chain in ambito automotive, creando una rete distribuita peer-to-peer per connettere gli stabilimenti dei fornitori e dei produttori in luoghi diversi del mondo.

4.4.4

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle tre aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito del miglioramento della sicurezza dei veicoli, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Sensing veicolo ambientale; Componentistica guida autonoma; Tracciamento e cybersecurity) sono stati raccolti i risultati descritti nel grafico:

Arete di ricerca di interesse per l'azienda nell'ambito - Sicurezza dei veicoli



Le aree di ricerca di maggior interesse risultano essere quella relativa alla sensoristica veicolo ambientale e quella relativa a tracciamento e cybersecurity, con l'83,3% delle aziende che dimostrano il loro interesse. L'area di ricerca su componentistica guida autonoma e testing invece registra un più modesto 50% di preferenze.

Rispetto invece alle singole Tecnologie Abilitanti Chiave, i risultati del questionario confermano che su **Testing e simulazione guida autonoma** e sulla tecnologia **Blockchain** il 66,7% delle aziende intervistate

(overo 2 su 3) ha espresso un livello di interesse medio-alto, mentre sulle tecnologie di connettività **V2V, I2V e Platooning** la percentuale raggiunge l'83,3%.

4.5

Validazione processi tecnologici

In questo capitolo si presentano alcune aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave del settore automotive nell'ambito della Industria 4.0 e 5.0.

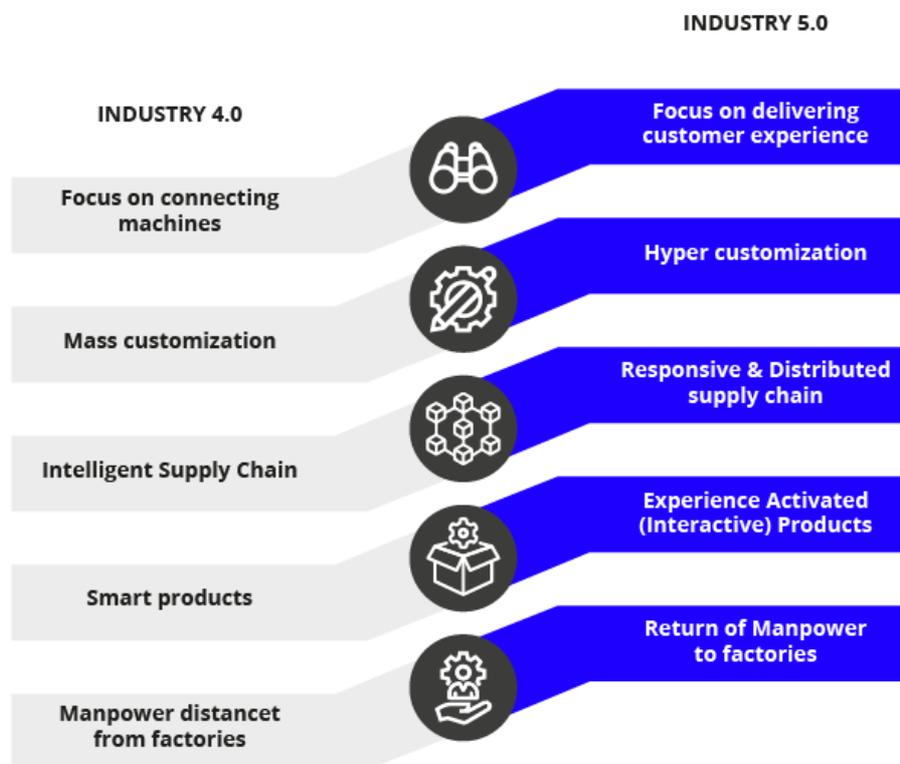
L'evoluzione 4.0 si riferisce alla trasformazione digitale che attraversa tutti i processi produttivi e che sta rivoluzionando il comparto industriale a livello tecnologico, organizzativo e di capitale umano, collegando in maniera intelligente macchine, persone e processi durante l'intero ciclo di vita dei prodotti in quelli che sono definiti come cyber-physical systems.

Questa evoluzione si è concentrata su sensori e dati che hanno radicalizzato la produzione e portato maggiore trasparenza ai processi, in particolare per un singolo prodotto o lotto. Il passo successivo nell'evoluzione dei processi di produzione è la nozione di un essere umano assistito dalla macchina, definita come Industria 5.0, che rimette la persona al centro del processo produttivo, spostando il focus sullo sviluppo di potenti applicazioni cognitive per rendere i dati utili per le persone in modo che persone e macchine possano lavorare insieme come team per costruire un sistema più forte e resiliente, facendo in modo che l'innovazione tecnologica sia un fattore abilitante e integrativo, e non escludente.

Questa evoluzione coinvolge l'IoT industriale di oggi e la nascente intelligenza artificiale industriale per combinare la velocità e l'accuratezza della tecnologia con le capacità creative e cognitive delle persone, che mediante la condivisione di informazioni critiche garantiscono resilienza, responsabilità e conformità delle decisioni. Si parla di cyber-physical cognitive systems. Un altro concetto compreso nella definizione di Industria 5.0 e che sta rivoluzionando i processi industriali è quello di economia circolare. Per quanto riguarda il settore automotive, l'intero sistema di trasporto su strada si sta rapidamente trasformando in risposta al cambiamento climatico e alla conseguente domanda di un'elevata sostenibilità lungo l'intera value chain e si rende necessaria l'adozione di un approccio di valutazione della sostenibilità del ciclo di vita (LCSA), al fine di includere considerazioni riguardanti l'impatto economico e sociale delle potenziali soluzioni tecnologiche già dalla fase iniziale di sviluppo e pianificazione²⁰.

²⁰ EARPA, "Life-Cycle Assessment (LCA) for the determination of the environmental impacts of road vehicle transport system including air pollution and climate change", (op. cit.)

Nella tabella sono presentati i principali focus dell'Industria 4.0 e di quella 5.0.



Fonte: <https://www.frost.com/>

Il settore automotive in Italia presenta situazioni altamente diversificate rispetto all'adozione di Tecnologie Abilitanti Chiave nell'ambito del Manufacturing 4.0, ma rappresenta un trend in crescita. Sebbene nel 2019 il 40,5% dei fornitori del settore automotive in Italia non avesse ancora avviato un piano di innovazione tecnologica Industria 4.0, solo un 14% dichiarava di non essere disposto ad adottare alcuna misura nel futuro immediato²¹. Le trasformazioni 4.0 e 5.0 implicano lo sviluppo e l'assunzione di norme uniformate e standard per diversi settori industriali, non solo l'automobilistico, su sicurezza delle Tecnologie dell'Informazione (IT) e protezione dei dati, che sono aspetti cruciali tanto come il quadro giuridico, i cambiamenti nell'offerta formativa e nei profili professionali e lo sviluppo di nuovi modelli di business e di ricerca corrispondente. Come specificato nel rapporto INAPP e ulteriormente approfondito nelle interviste realizzate per l'elaborazione del presente documento (in particolar modo quella sviluppata con la professoressa Margherita Russo di UNIMORE), in questo contesto di profonda trasformazione dei processi produttivi, diventa imprescindibile rinnovare il modello organizzativo del sistema delle conoscenze del territorio che include la relazione tra i diversi attori della filiera. "Sono, infatti, proprio loro ad avere un ruolo importante nel comporre il valore del prodotto, prendendosi cura della relazione con il consumatore sia nella fase di acquisto che in quella di postvendita e rimanendo stabilmente "connesso" in modo di garantire il flusso informativo che oggi è sempre di più fattore

²¹ Russo, Margherita. "Digital transformation in the automotive supply chain. 10.4324/9780429291142-14", 2019

dirimente per dare una risposta corretta e coerente a mutamenti della domanda²². In sostanza, le soluzioni più innovative avvengono nella capacità di lavorare insieme e di costruire sinergie nel territorio.

In Emilia-Romagna una realtà molto interessante è XiLab, spin-off dell'Università di Modena e Reggio Emilia (UNIMORE) che, attraverso il suo X-in-the-Loop Simulation Lab e gli altri servizi di cui dispone, ha l'obiettivo di sostenere le imprese nei loro processi di innovazione tecnologica a livello produttivo, sviluppando ulteriormente la ricerca in questo senso. In linea con gli obiettivi principali della Value Chain Digital and Advanced Manufacturing (DaAMa) del Clust-ER MECH, per lo scopo del presente documento sono state identificate tre aree di ricerca e relative tecnologie abilitanti chiave, che vengono presentate a continuazione.

4.5.1

Manifattura additiva e Prototipazione rapida (X-in-the-Loop)

La manifattura additiva è una tecnica di produzione che permette di ottenere manufatti dalla generazione e successiva addizione di strati di materiale. Si applica negli ambiti di prototipazione, realizzazione diretta di prodotti, manutenzione e riparazione e nel tooling (realizzazione di stampi, gusci, conchiglie etc. per stampaggi e formature). Il processo di produzione additiva ha come input la realizzazione del modello 3D dell'oggetto (progettazione CAD), a cui segue un processo semi-automatico di conversione del file in formato STL, che prevede la scomposizione dell'oggetto in strati (layer) stampabili dalle stampanti 3D. La corsa al prodotto è diventata una corsa all'innovazione, capace di conciliare le sfide del mercato, delle prestazioni, del time-to-market e dei prezzi competitivi nel rispetto dei vincoli ecologici, di sicurezza e legislativi. La risposta è in prodotti "intelligenti" di elevata complessità, che si affidano a tecnologie eterogenee e che coinvolgono componenti attivi, ovvero capaci di interagire con l'utilizzatore in qualunque modo e forma. Per tenere il passo con questa evoluzione e accelerare ulteriormente il ciclo di progettazione, si sta trasformando l'intero processo di progettazione ingegneristico. Metodologie X-in-the-loop, ovvero l'insieme di Model-, Software- and Hardware-in-the-loop (MiL, SiL e HiL), sono fondamentali perché permettono di identificare il problema nella specifica fase di interesse, che sia essa di progettazione, di implementazione software, oppure di interfacciamento con l'hardware. Il vantaggio principale della metodologia SiL ad esempio è che il software di controllo da verificare viene fatto interagire direttamente con l'emulazione virtuale del sistema a cui è destinato per poterlo sollecitare come se fosse in condizioni operative. In questo modo è possibile effettuare una prima verifica già da quando sono disponibili i soli modelli software funzionanti, senza attendere la disponibilità di prototipi fisici. Anche per quanto riguarda HiL, l'utilizzo per la fase di testing di banchi che riproducono il sistema elettrico ed elettronico del sistema a cui sono destinate permette di anticipare le verifiche su componenti, sottosistemi e sistemi già nella fase di progettazione e prototipazione, senza attendere la disponibilità del prodotto finale a cui sono destinate.

²² Istituto nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche (INAPP), "Anticipazione dei fabbisogni professionali nel settore dell'automotive", 2021 / Intervista a Margherita Russo

4.5.1.1

Adaptive Delocalized Manufacturing e sviluppo componenti IIOT (Industrial Internet of Things)

La Tecnologia Abilitante Chiave riguarda la definizione di nuovi metodi e componenti per migliorare le prestazioni e le applicazioni della robotica industriale, sfruttando le potenzialità degli approcci di prototipazione rapida e Digital Twin. Modelli multi-dominio dettagliati e interdisciplinari consentono l'emulazione dei processi fisici, con l'obiettivo dell'ottimizzazione in tempo reale della qualità di produzione, dell'economicità e della produttività della produzione robotica finale. I sistemi di adaptive manufacturing sono sistemi proattivi in grado di rispondere a problemi nella supply chain e più in generale a qualsiasi tipo di parametro che venga definito, grazie a strumenti come sensori, programmazione personalizzata, occhiali per realtà aumentata, digital twin. Un aspetto cruciale è l'integrazione verticale ed orizzontale delle informazioni per ottimizzare la gestione dei dati lungo l'intera catena del valore e per tutto il ciclo di vita dei prodotti (Big Data Analytics). Grazie all'applicazione delle tecnologie relative a Adaptive Manufacturing e IIOT (tecnologie di flessibilità, riconfigurazione, monitoraggio, zero-defect manufacturing, diagnostica e prognostica in remoto, con l'ausilio di sistemi embedded, sensoristica avanzata, sistemi di visione e Cyber Physical Systems) si aprono nuove opportunità per l'ottimizzazione della produzione, logistica, consumi, per l'analisi dei costi in tempo reale, per l'identificazione di anomalie e la stima del ciclo di vita dei prodotti.

4.5.2

Tecnologie immersive

L'area di ricerca comprende lo sviluppo di soluzioni di realtà aumentata che integrano i principi del Model-based Design (MBD) per eseguire facilmente attività ad alta intensità umana e per fornire un livello più elevato di esperienza utente. Le piattaforme di realtà aumentata integrano le migliori soluzioni per garantire un robusto sistema di tracciamento in ogni condizione operativa, guidando l'operatore 4.0 in compiti specifici, come le procedure di montaggio, manutenzione o controllo di qualità. Creazione di visualizzazioni immersive e interattive ad alto livello di realismo per navigare e interagire con prototipi virtuali al fine di verificare il design e le caratteristiche del prodotto/sistema, secondo un approccio Human-in-the-Loop (HITL) e con l'obiettivo ultimo della piena interoperabilità fra il mondo reale ed il mondo virtuale.

4.5.2.1

Protocolli per processi da remoto e predictive maintenance

La Tecnologia Abilitante Chiave si riferisce allo sviluppo e il testing di protocolli di progettazione integrata, simulazione e virtual engineering in condizioni operative di produzione delocalizzata con controllo remoto per mezzo di interfaccia virtuale con stampa 3D, e implementazione di logiche di Predictive Maintenance su azionamenti elettromeccanici. L'utilizzo di strumenti avanzati di Virtual e Augmented Reality permette di sviluppare sistemi di controllo da remoto e ridurre gli interventi in sito. Per quanto riguarda i processi di manutenzione predittiva, le tecnologie IoT Edge abilitano controlli di stato operativi permettendo di ottimizzare i costi di manutenzione, grazie ad analytics sempre più puntuali ed in grado di rispecchiare in tempo reale quanto sta avvenendo lungo la catena produttiva. In questo caso i risparmi possono essere quantificati fino a un decimo rispetto a quelli degli interventi più tradizionali²³. La riduzione della latenza è uno dei fattori chiave all'interno di quest'area tecnologica.

4.5.3

Disassembly e Re-manufacturing

L'area di ricerca si inserisce all'interno dell'approccio Design for Disassembly (nella fase di disegno dei prodotti si integra la possibilità che vadano smontati per essere rigenerati) e riguarda soprattutto la possibilità di ricostruzione di un prodotto secondo le specifiche del prodotto fabbricato originale utilizzando una combinazione di parti riutilizzate, riparate e nuove. L'assenza di un sistema consolidato di remanufacturing nell'industria si è manifestata drammaticamente durante lo stop forzato delle catene globali di fornitura a causa dell'emergenza Covid-19, arresto che ha mandato in crisi tutte le linee di produzione, per impossibilità di nuove forniture, mostrando tutta la debolezza di un sistema industriale basato sulla continua produzione del "nuovo" per sostituire il "vecchio" o "l'obsoleto".

Per rispondere a questo elemento di vulnerabilità, il Remanufacturing si delinea come una delle soluzioni più efficaci. Con la digitalizzazione dell'intera value chain e dei suoi componenti, l'approccio LCSA fornisce gli elementi per la piena tracciabilità di materiali, componenti e sistemi, nonché la loro durata. La finalità ultima della ricerca è dissociare la crescita economica dall'utilizzo delle risorse e dagli impatti ambientali a essa collegati, valorizzando il sistema dell'economia circolare, attraverso l'innovazione tecnologica in operazioni come il riciclaggio, la ristrutturazione, la rigenerazione, il riutilizzo e la corretta manutenzione, promuovendo nel

²³ Bosisio, Mario. "IoT Edge e Analytics: come usarli per manutenzione predittiva e servitizzazione" (<https://www.industry4business.it/internet-of-things/iot-edge-e-analytics-come-usarli-per-manutenzione-predittiva-e-servitizzazione/>), 2022

contempo l'uso di materiali biocompatibili con capacità di rigenerazione al fine di ridurre al minimo la perdita sistematica di risorse e le esternalità negative²⁴.

Il remanufacturing è uno dei più importanti trend dell'industria mondiale, ed è destinato a crescere fortemente di importanza nei prossimi anni. Secondo le stime dello European Remanufacturing Network, il mercato del remanufacturing in Europa arriverà a valere 90 miliardi nel 2030. I calcoli in termini di benefici ambientali (e di conseguenza anche economici) sono stati fatti dallo European Remanufacturing Network in riferimento al settore dell'auto: risparmio dell'88% sui materiali, del 56% sul fabbisogno energetico, del 53% sull'immissione di Co2²⁵. Il Remanufacturing può produrre effetti positivi anche sull'occupazione e sulla creazione di nuove competenze in un settore che non può essere svolto da lavoratori robot. Smontare, individuare i componenti, effettuare i testing necessari, capire cosa e come va cambiato, è un lavoro non ripetitivo e sempre diverso, cosa che esclude l'implementazione di processi produttivi gestiti da macchine, a tutto vantaggio dell'ingegno e delle intelligenze umane. Tra gli OEMs automobilistici, Renault e Bmw al momento sono i più dedicati al recupero di veicoli fuori uso e a fine vita e dei loro componenti. Già da qualche anno, Renault progetta vetture e componenti prevedendo il riutilizzo o il riciclaggio a fine vita. A livello di componentistica, è invece Bosch a situarsi tra gli stakeholders più attivi in questo senso.

4.5.3.1

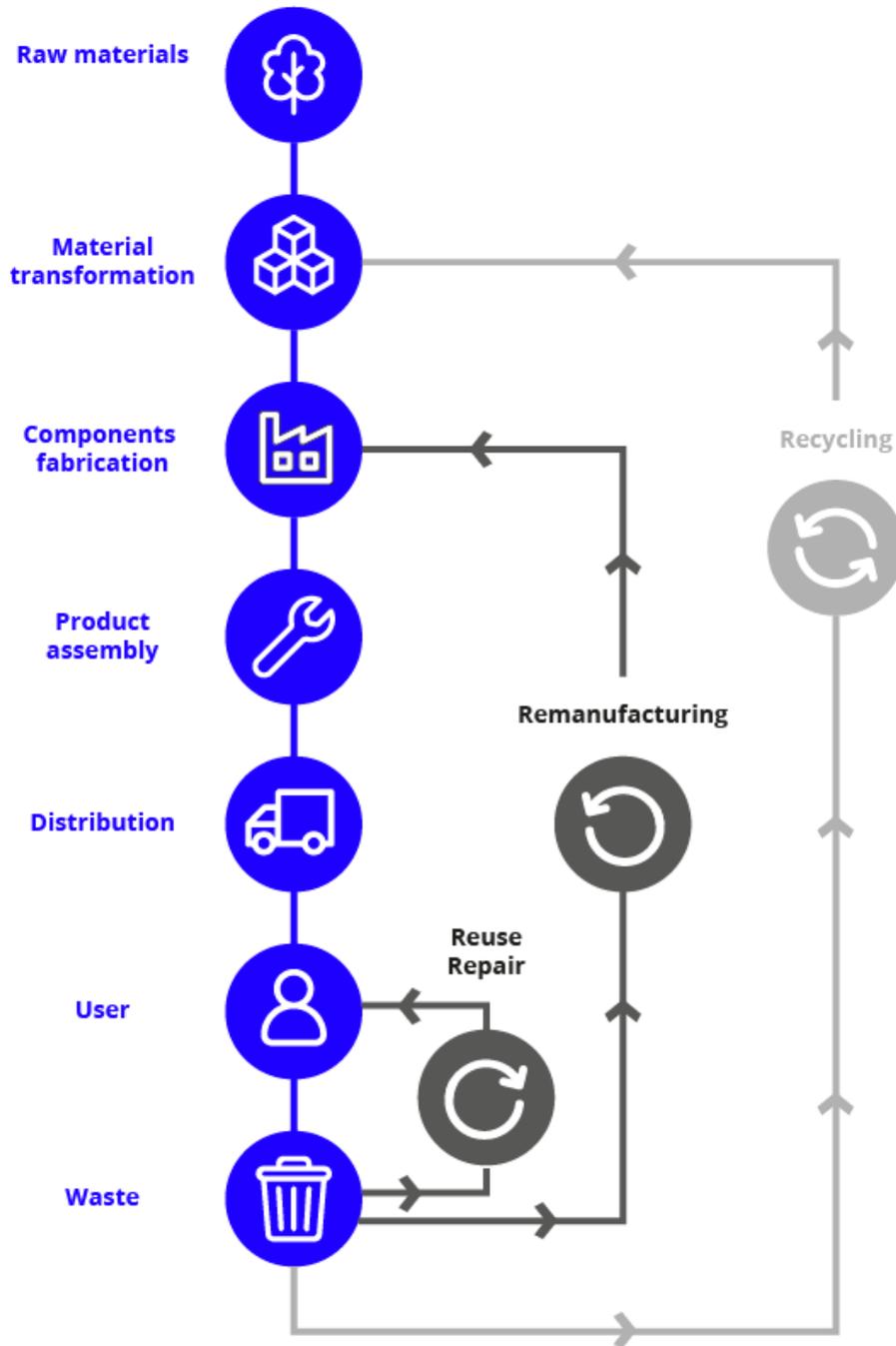
Rimanifattura di componenti usurati

La Tecnologia Abilitante Chiave identificata per quest'area di ricerca è rappresentata dalla rilavorazione di parti con dotazione hardware e logiche embedded per il remanufacturing testato in condizioni operative nella rettifica del componente scelto come caso d'uso. Sono necessarie una profonda conoscenza del prodotto e skills specifiche per rigenerare componenti di diversi produttori, mentre gli impianti per il disassemblaggio devono essere molto flessibili perché il prodotto arriva in condizioni imprevedibili e diverse da caso a caso. Tra le skills principali ci sono reverse engineering e diagnostica avanzata. Il Remanufacturing è un processo di elevata complessità che comprende come prima fase il testing, per capire quale sia lo stato residuo del componente che ritorna dalla fase d'uso. Quando il componente è definito come rigenerabile si inizia a fare il disassemblaggio: la pulizia; l'identificazione delle parti riutilizzabili; la sostituzione delle parti non riusabili con quelle nuovi; e quindi l'assemblaggio finale del componente rigenerato. In termini di riduzione dei costi, i prodotti rigenerati rappresentano un'opportunità per l'intero settore grazie ai risparmi derivanti dal recupero dei materiali e dal contenuto energetico del prodotto. Come segnalato nel report sull'Automotive Revamping, la regione Emilia-Romagna può puntare ad essere un leader internazionale nel settore del riciclaggio dei materiali facendo leva, ad esempio, sui tecnopoli regionali.

²⁴ EARPA, "Life-Cycle Assessment (LCA) for the determination of the environmental impacts of road vehicle transport system including air pollution and climate change", (op. cit.)

²⁵ Remanufacturing Europe, <https://www.remanufacturing.eu/>

Ciclo di vita del prodotto.

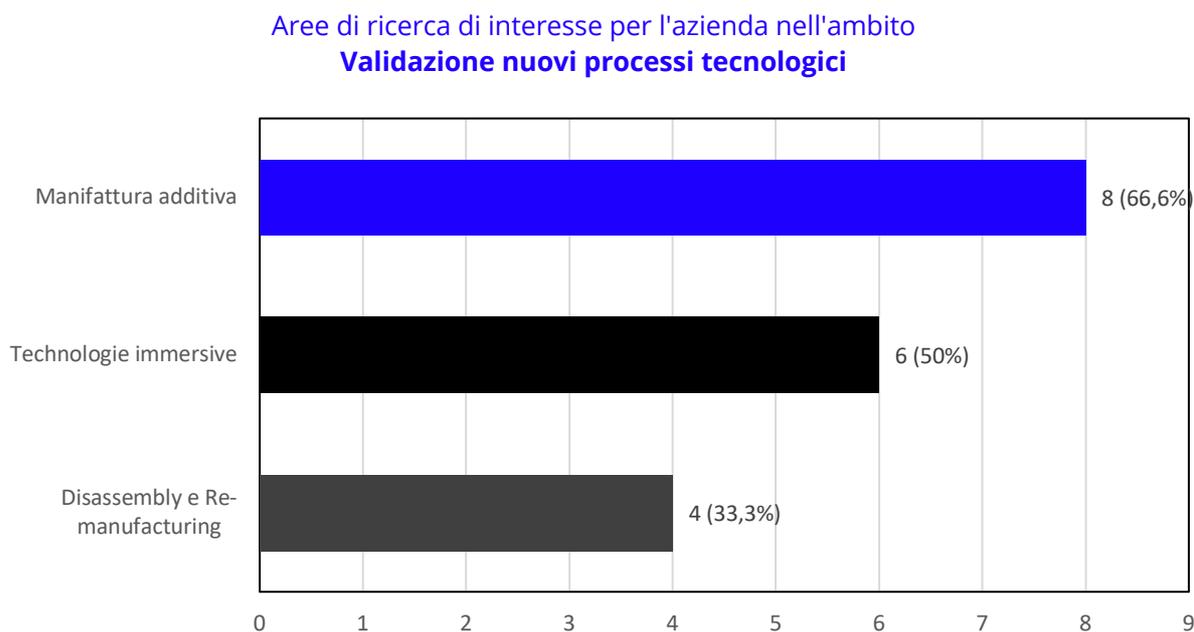


Fonte: *Remanufacturing Europe* (<https://www.remanufacturing.eu/about-remanufacturing.php>).

4.5.4

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle tre aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito di validazione per impiego industriale e la produzione ad alti volumi di nuovi processi tecnologici, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Manifattura additiva e Prototipazione rapida X-in-the-Loop; Tecnologie immersive; Disassembly e Remanufacturing) ha prodotto i risultati descritti nel grafico:



Le aree di ricerca di maggior interesse risultano essere quella relativa alla manifattura additiva e la prototipazione rapida, con 8 preferenze (66,7%), e quella su tecnologie immersive (50%), mentre il disassembly e remanufacturing registra un interesse da parte del 33,3% delle imprese consultate.

In relazione alle Tecnologie Abilitanti Chiave presentate, il 75% delle aziende consultate ha espresso un livello di interesse medio-alto per la tecnologia relativa a Adaptive Manufacturing e sviluppo componenti IIOT, percentuale che invece sfiora il 100% per la tecnologia relativa a Protocolli per processi da remoto e predictive maintenance, per la quale 11 aziende su 12 hanno manifestato un interesse medio-alto, mentre sulla tecnologia abilitante chiave Rimanifattura di componenti usurati la percentuale di imprese fortemente interessate scende al 41,7%.

4.6

Scenari di mobilità alternativa e di estensione / riconversione del Sistema produttivo

Il comportamento dei consumatori in materia di mobilità sta cambiando, la domanda di mobilità risponde sempre più a diversi criteri, e questo trend sta provocando il rapido aumento di un mercato di soluzioni di mobilità adatte allo scopo (fit-for-purpose). Da almeno una decina di anni sono evidenti i segnali di perdita d'importanza della proprietà privata di un'auto: percentuale di giovani in possesso di una patente di guida o il numero di membri di servizi di car sharing sono indicatori di questo trend ormai avviato. Come riportato in uno studio dell'impresa di consulenza McKinsley, fino a un'auto nuova su dieci venduta nel 2030 potrebbe essere un veicolo condiviso e, seguendo questa traiettoria, un'auto nuova su tre venduta potrebbe potenzialmente essere un veicolo condiviso già nel 2050. La crescente domanda dei consumatori di utilizzare soluzioni su misura per ogni scopo porterà inoltre a nuovi segmenti di veicoli specializzati progettati per esigenze molto specifiche, come ad esempio, un'auto costruita appositamente per i servizi di e-hailing, ovvero un'auto progettata per un elevato utilizzo, robustezza, chilometraggio aggiuntivo e comfort per i passeggeri²⁶. Il mercato Mobility-as-a-Service (MaaS) è stato valutato in 12 miliardi di dollari nel 2020 e si prevede che crescerà fino a 60 miliardi di dollari entro il 2026, registrando una crescita di oltre il 30% durante il periodo di previsione²⁷. I principali fattori che guidano la crescita del mercato sono la crescente urbanizzazione, l'aumento dei livelli di inquinamento in tutto il mondo, il costo post-acquisto dei veicoli, come il costo dell'assicurazione obbligatoria per i proprietari dei veicoli, il costo della manutenzione e anche il problema del parcheggio, che è uno dei problemi principali in molte grandi città del mondo.

La mobilità aerea urbana (UAM) è un altro megatrend attuale nel mercato globale della mobilità, nella transizione verso il pendolarismo urbano e la logistica sostenibili all'interno del paradigma delle città intelligenti. È un concetto che, anno dopo anno, sta diventando realtà. Al centro ci sono gli aerotaxi (o taxi volanti), veicoli volanti a decollo e atterraggio verticale in grado di effettuare brevi e frequenti spostamenti in ambito urbano con un piccolo numero di passeggeri. In Italia, il 6 ottobre 2022, è stato inaugurato il primo vertiporto ad Aeroporti di Roma. Mentre i progetti e i dimostratori UAM si stanno sviluppando in tutta Europa, l'European Union Aviation Safety Agency (EASA) ha condotto all'inizio del 2021 uno studio per misurare l'accettazione da parte dei cittadini europei degli scenari UAM, con l'intenzione di fornire un ambiente normativo completo che consenta all'UE di diventare uno dei primi a muoversi in questo campo a livello globale. I principali risultati di questa indagine sono che l'83% delle persone intervistate ha un'attitudine positiva nei confronti di soluzioni UAM, sostegno che aumenta per i casi di trasporto medico d'urgenza o consegna di medicinali²⁸. I principali benefici che lo sviluppo della UAM può produrre sono la decongestione del traffico, un sistema di trasporto più rapido ed efficiente grazie a soluzioni VTOL (Vertical Take-Off and Landing) a basso impatto sonoro e a zero emissioni grazie alla completa elettrificazione dei velivoli UAM. Alcune importanti sfide sono relative al livello di inquinamento acustico, all'impatto ecologico e alla sicurezza.

²⁶ McKinsey&Company, "Automotive Revolution: perspectives towards 2030" (<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/de-DE>), 2016

²⁷ Mordor Intelligence Group, "Mobility-as-a-Service Market" (<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/mobility-as-a-service-market>), 2022

²⁸ European Union Aviation Safety Agency, "Urban Air Mobility Survey", (<https://www.easa.europa.eu/en/uam-10-key-findings>), 2022

Un altro megatrend in questo ambito di mobilità aerea è relativo all'uso di nano e micro satelliti per diversi scopi commerciali e di trasporto. Si prevede che la dimensione globale del mercato dei nanosatelliti e dei microsattelliti crescerà da 2,3 miliardi di dollari nel 2021 a 5,7 miliardi di dollari entro il 2026, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 20,4%. Aziende commerciali, ricercatori, università e governo stanno costruendo CubeSat (lo standard di design per nano satelliti più diffuso) per varie missioni operative. I CubeSat rappresentano un nuovo paradigma nell'industria dei satelliti. Sono radicalmente più piccoli dei satelliti convenzionali, con conseguenti costi inferiori, che compensano il ridotto rischio di guasto e la minore vita utile, che è comunque accettabile per numerose applicazioni. Le più importanti sono: i) Osservazione della Terra; ii) Comunicazione e IoT; iii) Monitoraggio segnali radio; iv) Geolocalizzazione elogistica; v) Ricerca scientifica.

4.6.1

Progettazione velivoli per applicazioni Urban Air Mobility (UAM)

L'area di ricerca comprende il disegno, il testing e la realizzazione di velivoli per applicazioni nella mobilità urbana aerea, come velivoli ultraleggeri ad ala fissa e rotante e velivoli a pilotaggio remoto (SAPR). Il concetto di Urban Air Mobility racchiude in sé molte possibilità che vanno al di là del semplice trasporto passeggeri come il supporto ai servizi di emergenza, il trasporto di sangue e organi, ma anche il monitoraggio del traffico o delle infrastrutture, della sicurezza pubblica e ovviamente il trasporto di merci, la prima applicazione che è stata esplorata con l'uso di droni per la consegna di pacchi, il cosiddetto "Urban Goods Delivery" (UGD). Il settore si sta attualmente sviluppando attorno a diverse direttrici per cui sono in fase di studio e testing soluzioni a guida umana, ma anche tecnologie che permettono la guida pilotata a distanza sia a vista del pilota (VLoS, Visual Line of Sight) che fuori da suo campo visivo (BLoS, Beyond the Line of Sight), mentre la guida autonoma sembra rappresentare ancora una sfida troppo grande.

4.6.1.1

Simulazione, progettazione e testing veicoli UAM

Soluzioni innovative di test e misura per validare e verificare il comportamento di sensori, reti di comunicazione, sistemi di assistenza alla navigazione e sistemi elettronici di controllo nel loro complesso. Le tecnologie abilitanti che stanno rendendo sempre più concreto questo settore di mercato della mobilità sono infatti l'elettrificazione e l'automatizzazione. Veicoli disegnati per la guida autonoma grazie all'integrazione di tecnologie di posizionamento e di comunicazione, che incorporano soluzioni tecnologiche per il decollo e atterraggio verticale, e testing in condizioni climatiche avverse come forte vento o pioggia intensa. Un esempio sono gli aerotaxi, veicoli composti generalmente da una cabina aerodinamica e da droni che si muovono in maniera indipendente ma coordinata, favorendo in tal modo la stabilità, l'efficienza, la precisione e la controllabilità della cabina.

4.6.2

Industria aerospaziale

L'area di ricerca si riferisce allo sviluppo di payload di missione satellitare per fornitura di servizi avanzati a terra e alla progettazione, realizzazione e caratterizzazione di nano e micro satelliti, fino alle operazioni in orbita. Comprende lo sviluppo di tecnologie dedicate e lo studio di missioni di satelliti in formazione. I nano e microsattelliti sono piccoli satelliti con un peso massimo di 100 kg. Se usati in formazione (cluster), eccellono in alcune applicazioni, come missioni scientifiche e ripetitori radio. Lo studio dei materiali è un elemento fondamentale all'interno di quest'area di ricerca.

Leghe, compositi a matrice metallica e ceramica, fibrorinforzati, ricoprimenti "smart" funzionalizzanti sono tra le principali. Le opportunità di mercato sono relative a: i) Crescita della domanda di immagini satellitari da parte di attori non governativi; ii) Aumento del numero di aree di applicazione; iii) Aumento del numero di missioni di esplorazione spaziale; iv) ulteriori progressi tecnologici che possano trasformare l'esplorazione spaziale²⁹. A livello regionale il Polo Tecnologico Aeronautico di Forlì è la realtà a livello accademico sicuramente più avanzata in questo ambito della ricerca.

4.6.2.1

Componentistica nanosatelliti

La Tecnologia Abilitante Chiave è relativa al disegno, testing e validazione dei componenti nanosatellitari, fino alle operazioni in orbita. Un nanosatellite comprende almeno cinque sottosistemi; un computer di bordo (OBC), un sottosistema di alimentazione elettrica (EPS), un sottosistema di comunicazione, un sottosistema di determinazione e controllo dell'assetto (ADCS) e payloads (telecamere, radar). A parte le dimensioni e il costo, il più grande vantaggio di un nanosatellite è il breve periodo di tempo necessario per sviluppare ogni modello (meno di 8 mesi).

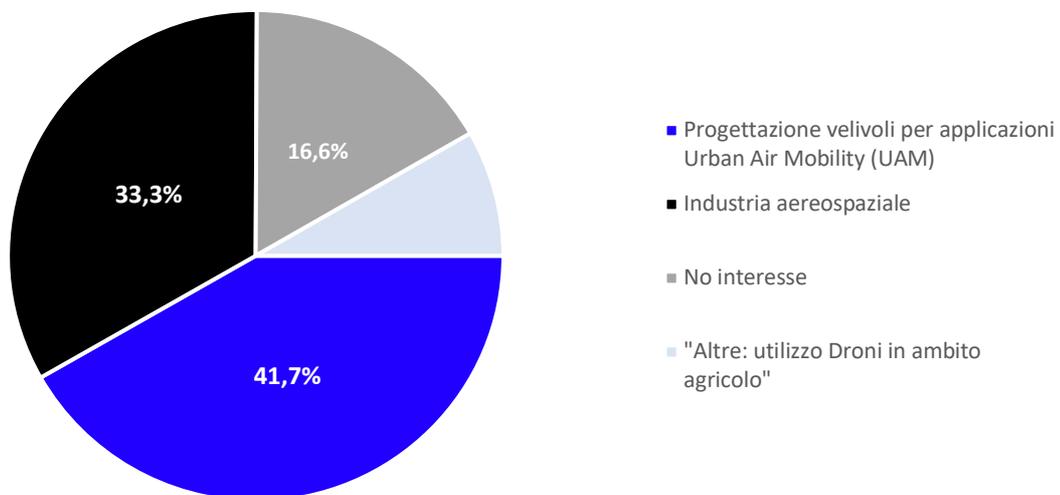
²⁹ Globe News Wire, "Global Nanosatellite and Microsatellite Market Report 2021-2026 - Rapid Escalation of the Production and Launch of Small Satellites to Revolutionize the Space Industry"
(<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/09/13/2295512/28124/en/Global-Nanosatellite-and-Microsatellite-Market-Report-2021-2026-Rapid-Escalation-of-the-Production-and-Launch-of-Small-Satellites-to-Revolutionize-the-Space-Industry.html>), 2021

4.6.3

Interesse per le aree di ricerca e relative Tecnologie Abilitanti Chiave

Rispetto alle due aree di ricerca identificate all'interno dell'ambito di possibili scenari di mobilità alternativa, nel questionario proposto alle aziende la domanda relativa all'interesse per ogni specifica area d'interesse (Progettazione velivoli per applicazioni UAM; Industria aerospaziale) ha prodotto i risultati descritti nel grafico:

Aree di ricerca di interesse per l'azienda nell'ambito - **Mobilità alternativa**



L'area di ricerca di maggior interesse risulta essere quella relativa alla progettazione di velivoli per applicazioni di Urban Air Mobility, con il 41,7% delle aziende che hanno espresso il loro interesse. Segue l'area di ricerca su industria aerospaziale, per la quale un terzo delle entità consultate manifesta il proprio interesse. Un'azienda ha espresso l'interesse specifico sull'utilizzo dei droni in ambito agricolo, mentre due risposte indicano il non interesse su alcuno dei temi proposti. Rispetto alle singole Tecnologie Abilitanti Chiave identificate, su **Simulazione, progettazione e testing veicoli UAM** la metà delle risposte indica un livello medio-alto d'interesse, mentre per la tecnologia relativa a **Componentistica nanosatelliti** solo 1 azienda su 4 esprime interesse medio-alto.

4.7

Risultati del questionario e prospettive di investimenti

Il questionario ha registrato 12 risposte, delle quali 8 provenienti da aziende e università facenti parte dell'associazione MUNER:

- HPE COXA
- Ducati Motor Holding
- CNH Industrial Italia
- AVL Italia
- ST Microelectronics
- UNIMORE
- UNIBO
- Pirelli

Mentre l'elenco completo delle risposte ricevute comprende anche le seguenti entità:

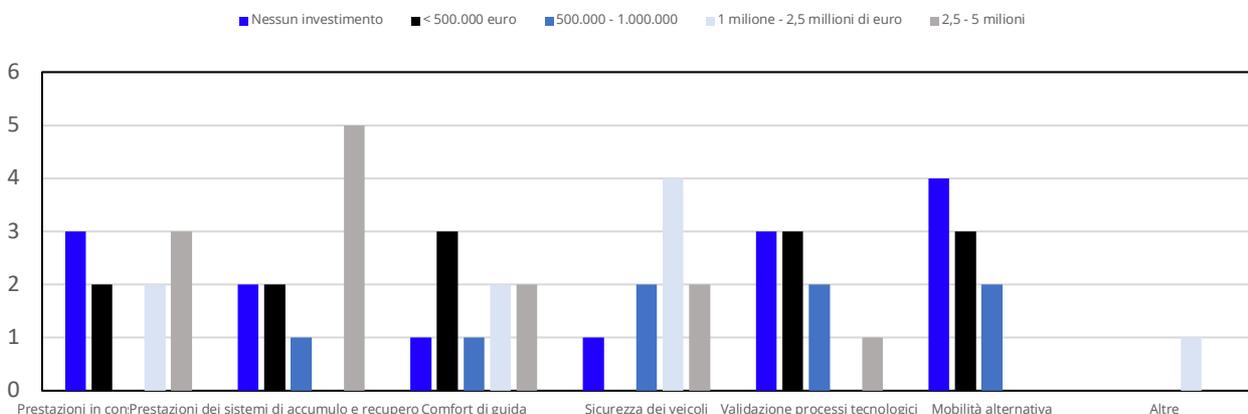
- E-gap engineering
- ALKE' Electric Vehicles
- Autodromo Di Modena
- Bylogix srl

Le informazioni su crescita prevista del fatturato sono state difficili da reperire, in alcuni casi per motivi di riservatezza ed in altri per la non disponibilità all'interno dell'azienda di dati di previsione aggiornati. Dalle indicazioni ricevute si può affermare che i fatturati delle entità intervistate su investimento in R&D applicata registreranno un aumento significativo nel quinquennio 2023-2027, nella maggior parte dei casi maggiore al 100%.

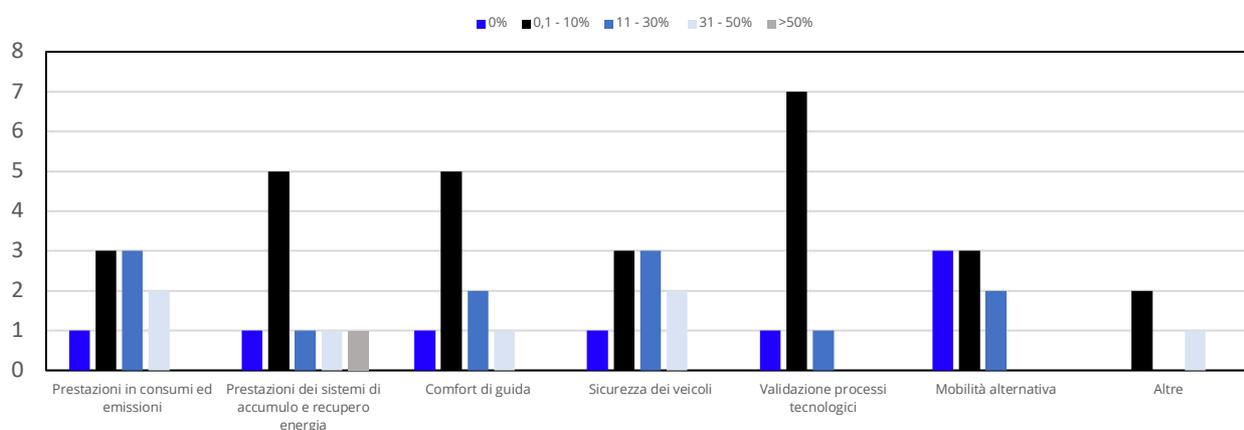
4.7.1

Prospettive di investimento 2023-2027

Le indicazioni fornite dalle entità partecipanti allo studio, anche se in certa misura incomplete per i già citati motivi di riservatezza, sono presentate nel grafico a continuazione.



Per entrambi gli ambiti prioritari di Riduzione dei consumi e delle emissioni e di Sistemi di accumulo e recupero dell'energia, 5 aziende hanno confermato un valore di investimenti maggiore al milione di euro per il periodo 2023-2027, con la marcata differenza che i valori rispetto ai Sistemi di accumulo e recupero dell'energia sono superiori ai 2,5 milioni di euro in tutti i 5 casi manifestati. L'ambito prioritario di Sicurezza dei veicoli, da parte sua, ha registrato il numero di risposte più alto rispetto a valore di investimenti superiori al milione di euro, con 6 aziende che hanno risposto in questo senso. Anche per quanto riguarda l'ambito di Comfort di guida, 4 aziende hanno manifestato la previsione per il periodo considerato di un valore di investimenti superiore al milione di euro, mentre per gli altri due ambiti di priorità strategica, ovvero Validazione dei processi produttivi e Scenari di mobilità alternativa, il valore di investimenti indicato dalle aziende è in generale minore al milione di euro in 5 anni. Per l'ultimo ambito menzionato, 4 aziende hanno indicato inoltre che non verrà assegnato alcun tipo di investimento (colonna blu).



Per quanto riguarda i valori percentuale degli investimenti previsti sempre per il quinquennio 2023-2027 sul totale del budget R&D, si evidenzia una percentuale maggiore al 50% in un'unica risposta relativa a Sistemi di accumulo e recupero energia. La maggior parte delle risposte, indipendentemente dall'ambito di ricerca, sono comprese nell'intervallo che va dallo 0,1 al 10% (colonnina nera). Percentuali che vanno dal 31 al 50% si registrano nelle risposte di due aziende sia per quanto riguarda l'ambito di Riduzione dei consumi e delle emissioni, sia per l'ambito di Sicurezza dei veicoli.

5.

Foresight educativo



5.

Foresight educativo

5.1

Gap tra richiesta ed offerta formativa

L'innovazione tecnologica è imprescindibile dalla disponibilità di talenti umani. Servono persone che trasmettano competenze, persone che le apprendano e che siano in grado a loro volta di svilupparle ed applicarle per consentire il funzionamento e lo sviluppo del settore. Dall'analisi realizzata per la redazione del presente documento sono emersi gap tra richiesta ed offerta di competenze percepiti dai partecipanti alla ricerca. Questo scollamento ha carattere sia quantitativo sia qualitativo.

In termini qualitativi, dallo studio emergono una serie di competenze chiave ricercate dalle aziende (sia car maker, sia Tier1), necessarie per stare al passo con l'evoluzione del mercato e raggiungere nuovi traguardi. Alcune di queste sono considerate lacune nella preparazione dei neolaureati, altre sono ritenute essenziali per gli anni a venire.

Di seguito si riportano le competenze tecniche segnalate tramite i questionari e le interviste realizzate :

- elettrificazione (competenze elettriche ed elettroniche, elettronica di potenza, know how abilitante, sviluppo componenti quali motori, convertitori e batterie)
- ibridizzazione elettrico
- digitalizzazione
- intelligenza artificiale (AI), deep learning, percezione, laser radar, reti neurali co-evolutive)
- functional safety
- sviluppo firmware e software (embedded e application softwares)
- competenze informatiche legate allo sviluppo di veicoli (AutoSAR) e cyber security
- area cloud&connectivity, data scientist
- progettazione specifica di macchine agricole

Osservando il foresight educativo (File Excel in allegato) dei quattro principali atenei pubblici della regione, si osserva come tre atenei su quattro (con la sola eccezione di UNIFE) presentano corsi o progetti esplicitamente sul tema elettrico/ibridizzazione.

Singolare è, tutte e quattro gli atenei sono molto ben posizionati per quanto riguarda le tematiche di biofuel/fuel cells, che tuttavia non sembrano essere di primaria importanza per le aziende, osservando questionari. Per quanto riguarda le tematiche relative a digitalizzazione, e in generale nell'area informatica avanzata (cloud computing, intelligenza artificiale, e cyber security), tutti gli atenei hanno una eccellente offerta formativa. In generale, si segnala una clusterizzazione dell'offerta legata ad automotive nei piani di UNIMORE e UNIPR, mentre UNIBO e UNIFE hanno un'offerta didattica più generalista, seppure sempre di livello eccellente.

Infine, si segnala che nessun ateneo della regione fornisce competenze specifiche nell'area della progettazione di macchine agricole, nonostante le numerose collaborazioni su progetti di ricerca/industriali con il ricco tessuto imprenditoriale dell'area ER.

A più riprese sono emerse richieste, o indicate carenze, anche in tema di competenze trasversali (soft skills) e attitudinali:

- metodi di teamwork (anche a livello internazionale)
- comunicazione
- orientamento al risultato
- projectmanagement
- problemsolving
- percezione trend di sviluppo del settore (visioning)

Per quanto riguarda le soft skill, sono presenti corsi e iniziative formative in tutti e quattro gli atenei locali. Le carenze, emerse dai questionari, su tale tema, possono essere imputabili a diversi fattori: al poco interesse ad attivare tirocini e collaborazioni specifiche sul tema, essendo che spesso le aziende si rivolgono a società esterne specializzate; ad una scarsa cultura storica all'utilizzo di pratiche di team building nell'ecosistema industriale italiano (negli ultimi anni si tuttavia è verificato un grande trend ad adottare tali pratiche, soprattutto nelle grandi imprese).

Vari attori coinvolti nello studio hanno sottolineato un distacco dei neolaureati dalla realtà del settore in cui cercano di intraprendere una carriera.

In alcuni casi si nota come i juniors non abbiano avuto contatto con tools (es. software) e metodi utilizzati quotidianamente nelle aziende. Questo in parte è dovuto al costo delle licenze per sw aziendali che potrebbe risultare proibitivo per le Università. Alcuni partecipanti allo studio hanno proposto di creare collaborazioni con le aziende affinché queste sostengano una parte dei costi dei sw aziendali in cambio per esempio di borse di studio per loro personale.

Altri input ricevuti fanno intendere che durante gli studi non sempre vengono forniti aggiornamenti sulle ultime novità in termini di tecnologia, di materiali, o più in generale di andamento del mercato dei veicoli. Secondo alcuni partecipanti allo studio, i laureati non hanno sufficiente conoscenza degli aspetti economici dei progetti e dei processi produttivi moderni. L'importanza dell'impatto economico delle scelte di innovazione a volte sfugge: "la migliore soluzione tecnologica non necessariamente è quella che ha maggior impatto sul mercato, se costa troppo" (cit. da questionario).

Oltre al carattere qualitativo del gap di competenze, vari partecipanti alla ricerca hanno segnalato un aspetto quantitativo: scarsità di nuovi ingegneri con le competenze richieste rispetto al fabbisogno (gap quantitativo). I numeri di iscritti non sono alti, in pochi finiscono il percorso e quasi tutti si iscrivono a ingegneria meccanica. Le Università sono consapevoli che questo non è quello che necessariamente chiede il mercato, ma i pochi laureati vengono comunque subito assorbiti nel mondo del lavoro. La competizione con altri indirizzi di studio ingegneristici si fa sentire, in particolare con ingegneria ambientale e gestionale. Secondo alcuni questo è dovuto a trend di "moda" legato al nome di alcuni percorsi, ma secondo altri questo è anche in parte dovuto al fatto che chi si affaccia al mondo universitario non sa dove trovare gli insegnamenti (es. elettronica) e non intravede le future applicazioni lavorative. Se poi si considera il fattore gender balance, ci si imbatte in una scoraggiante percentuale di donne iscritte inferiore al 10% del totale.

Un altro tema sollevato più volte nello studio è la richiesta di competenze di livello avanzato, come Phd o ricercatori. Non si riesce a soddisfare la richiesta, poichè i livelli retributivi in Italia per queste posizioni le rendono molto poco attraenti. Chi vuole fare ricerca spesso va in università estere o nel privato. Una proposta risolutiva potrebbe prevedere il coinvolgimento delle aziende nello schema retributivo dei dottorati/dottorandi. Questo presuppone che le imprese adottino al riguardo una visione strategica, la quale valorizzi investimenti i cui frutti potrebbero arrivare solo dopo diversi anni.

5.2

Dialogo tra imprese e università

Nell'esplorare alcuni dei nodi principali che portano a questa mancanza di allineamento tra domanda e offerta di competenze, dallo studio emergono indicazioni circa la natura del dialogo tra imprese ed università e di come questo possa o meno influenzare efficacemente la disponibilità di competenze adeguate sul mercato.

Diversi partecipanti hanno sollevato una questione di tempistiche. Le aziende manifestano necessità in tempi molto più ristretti rispetto alla possibilità delle Università di adeguare i corsi di studio. La rapida evoluzione del contesto tecnologico non rende le cose più facili. Secondo alcuni intervistati, "le imprese sono consapevoli del gap ma fanno fatica a vederlo come aspetto da programmare. Chiedono più laureati in certi ambiti ma al di là dei tempi della formazione (5-7 anni per ingegneria). Chiedono cose che servono oggi. Non pianificano." Diversi attori hanno espresso come una maggiore pianificazione dei bisogni aziendali potrebbe aiutare le Università a preparare corsi sempre più adeguati.

Dal canto loro, varie aziende trovano che in alcuni casi gli ostacoli siano dovuti a dinamiche interne universitarie. Secondo alcuni le Università "sono un po' ingessate, si fa quello che si sa fare bene, ma non ci si aggiorna", "sono chiusi su cose che conoscono bene, se avessero contatto stretto con realtà imprenditoriale (es andare su LinkedIn a vedere offerte aperte....) si rederebbero conto che il fabbisogno è altro. Questo penalizza aziende." In ottica di dialogo, per alcuni sia i consigli di indirizzo accademico, sia le associazioni di categoria sono percepiti come rigidi rispetto alle esigenze delle imprese.

Secondo alcune imprese ci sono inoltre temi, tra cui il functional safety, i quali non essendo un requisito di legge per l'omologazione dei veicoli non vengono praticamente mai trattati durante gli studi. Aziende e Università concordano sul fatto che non si possa includere tutto negli studi universitari: alcune competenze sarebbero scarse in Università (mondo AutoSAR e scrittura codice per software o firmware), o alcune tecnologie hanno in Italia una applicazione molto ridotta a livello di mercato e non giustificano l'approfondimento nel corso di studi (es. guida autonoma avanzata). Le aziende devono dunque compensare con formazione interna o corsi ad hoc richiesti ad aziende di consulenza o Università. Secondo alcuni partecipanti, per questi temi, sarebbe auspicabile aumentare il coinvolgimento di specialisti aziendali nella didattica universitaria, con un impegno più costante.

5.3

L'importanza dei dati

Risulta evidente da più punti di vista come per colmare almeno parzialmente questi gap sia necessario lavorare sui dati, misurare quantitativamente i bisogni di competenze. A questo proposito è importante segnalare che la Regione Emilia Romagna ha da poco attivato lo strumento Skills Intelligence. Si tratta di

un sistema di intelligenza artificiale che passa in rassegna automatica a cadenza trimestrale tutti gli annunci di lavoro pubblicati, i quali vengono in seguito categorizzati in vari modi (anche per appartenenza a Clust-ER). Questo strumento non risulta ancora diffuso in ambito Universitario, ma potrebbe essere una strada per ridurre il gap di competenze lavorando sui dati. I Clust-Er hanno in programma di analizzare i dati forniti da Skills Intelligence e tra i vari obiettivi di Art-Er ci è quello di integrare i risultati statistici con analisi qualitative (focus group e interviste). Un altro step in programma che potrà ulteriormente aumentare l'utilità di questo strumento è l'incrociare i dati delle offerte di lavoro con le comunicazioni di inizio lavoro provenienti dall'ufficio regionale competente. In questo modo sarà possibile mettere in evidenza in modo aggiornato e costante le lacune tra richiesta e offerta di competenze.

Più partecipanti hanno riportato che il modello Clust-ER potrebbe essere molto utile per diffondere buone pratiche a livello regionale. Questo ecosistema è in costante evoluzione e una mappatura dei cambiamenti avvenuti ed in corso potrebbe aiutare la diffusione di best practices, le quali potrebbero a loro volta avere influenza sulla pianificazione didattica.

5.4

Comunicazione efficace

Sempre in ottica di migliorare l'allineamento tra richiesta ed offerta di competenze lo studio ha esplorato il tema di feedback esistenti o che potrebbero essere messi in funzione tra aziende e Università. L'idea è che una migliore comunicazione potrebbe influenzare anche in tempi più brevi i piani didattici. "Le aziende sono parti cruciali dei corsi di laurea. Quando si fa riesame del corso si tiene conto dei feedback delle aziende. Il fatto è che a volte le aziende non fanno feedback costruttivi, spesso non danno parere sui corsi. Forse perché i referenti identificati non sono attivi o hanno altri ruoli. Ci vorrebbero referenti chiari per ogni azienda sullo specifico corso di laurea. Il loro feedback è obbligatorio richiesto da MIUR, se non lo danno semplicemente si riporta che non lo hanno fatto ma questo non porta di per sé a un miglioramento". A livello specifico del MUNER è stato richiesto di creare momenti più plenari di coinvolgimento di tutti i docenti coinvolti nei corsi di studio, in modo che questi entrino effettivamente in contatto con le imprese. Le informazioni circolerebbero bene nel comitato direttivo (CD), ma alcuni docenti che vi partecipano in rappresentanza dei vari atenei non insegnano nei corsi MUNER e il legame con le necessità delle aziende perde di intensità. I singoli docenti hanno contatti personali diretti con personale aziendale che richiede tesi, ma è stato espresso il desiderio di un rapporto più strutturato con i livelli tecnici delle aziende (contrapposto al confronto di livello più politico o di rappresentanza nel CD). Un confronto tecnico più diretto con le imprese, più co-docenza in azienda o in aula, potrebbero avere ricadute positive sulla formazione.

Un altro ambito di possibile miglioramento in tema di feedback aziende-università riguarda l'attivazione di sistemi di valutazione rapidi, semplici ma strutturati, durante i tirocini e dopo l'eventuale assunzione. Il tracciamento dei placement ed un riscontro sui tirocini curriculari (attestato) esistono già, ma si tratterebbe di istituire meccanismi attraverso i quali HR delle aziende possano valutare i tirocinanti on the flight. Allo stesso modo creare un sistema che attivi una valutazione nei primi mesi dall'ingresso in aziende dei laureati. Non si tratterebbe infatti di un feedback sulla tesi di laurea ma su altri fattori determinati da un contesto psicologico diverso. Se impostati in maniera strutturata, questi sistemi di feedback potrebbero fornire indicazioni ritenute utili in tempi rapidi su come eventualmente modificare i contenuti didattici. Nello stesso senso, secondo alcuni, potrebbe avere valore formalizzare un gruppi Alumni del MUNER.

Anche il sistema di matching azienda-studente-tematica per l'avviamento di tirocini è stato oggetto di suggerimenti. È stato riportato che nel 40-50% dei casi il matching è perfetto. Per aumentare questa percentuale si potrebbe puntare a sincronizzare maggiormente i periodi di tirocinio con le disponibilità degli studenti. "Se le aziende pianificassero bisogni in base a disponibilità stagionali di tirocini sarebbe meglio. Si potrebbero prenotare in anticipo. L'Università in questo senso ha già fatto un passo in avanti: ha liberato un ciclo completo di lezioni, ora se ne usano 3 su 4".

5.5

Oltre il percorso curricolare

Il gap tra offerta e richiesta di competenze potrebbe essere ulteriormente ridotto dall'ampliamento delle possibilità di formazione post-laurea esistenti. Risulta difficile attivare con successo corsi post-laurea per studenti poiché appena laureati hanno nella maggior parte dei casi già trovato un impegno. In rari casi, come Belelli di Mantova (gruppo Walter Tosto), le aziende investono finanziando la didattica e le spese vive di un gruppo di studenti affinché loro si specializzino per poi essere assunti con competenze specifiche richieste dall'azienda. Al momento, nella maggior parte di casi, le aziende che non possono consolidare internamente le competenze del personale neo-assunto richiedono corsi aggiuntivi ad hoc alle università, spesso in azienda. Su questo tema anche i vari casi di Academy aziendale sono considerate come buone pratiche da replicare. Il fatto è che spesso sono le grandi aziende a poter organizzare Academy o corsi in azienda, mentre gran parte dell'ecosistema regionale è composto da piccole e medie aziende. Una proposta sarebbe quella di convogliare esigenze trasversali di varie aziende (es. manutenzione predittiva, industria 4.0), le quali si consorzerebbero per l'occasione condividendo i costi della didattica, magari stabilendo vincoli condizionali con gli studenti. Alcuni si sono spinti ad auspicare la creazione di un database che raccolga queste esigenze di varie aziende in modo da poter meglio pianificare l'erogazione di corsi specifici extra-curricolari.

In questo senso potrebbe aver senso anche esplorare come intensificare possibili connessioni con società di consulenza che per loro natura risultano più agili dell'Università nell'identificazione delle necessità aziendali. Se le Università ricevono richieste specifiche per le quali al momento mancano competenze interne, potrebbero per esempio temporaneamente associarsi con le società di consulenza per realizzare formati didattici ad hoc.

5.6

Coinvolgimento delle scuole superiori

Considerato il gap quantitativo e qualitativo tra richiesta ed offerta di competenze, il presente studio non poteva prescindere da esplorare un altro anello della filiera educativa: il rapporto tra Università, aziende e scuole superiori. Il tema è considerato di alta importanza per molti dei partecipanti al presente studio e ciò che emerge più di ogni altra considerazione è la necessità di ripensare le interazioni con le scuole superiori in chiave di una maggiore integrazione tra università e aziende. Sembra diffusa l'opinione che sia necessario rendere più consapevoli gli studenti dei possibili percorsi che possono intraprendere, in base alle competenze, alle necessità di mercato ed ai propri interessi. A livello istituzionale-politico una carenza evidenziata è che si tende a concentrarsi sui segmenti e non sulle persone.

Tra i vari ostacoli ad un orientamento efficace vengono menzionati lo scarso coinvolgimento di singoli docenti nel processo, nonostante siano spesso il primo punto di riferimento per le famiglie. Un altro fattore emerso più volte riguarda la scarsità di tempo disponibile per attività di orientamento rispetto alle molte richieste di interventi che le scuole ricevono dai vari atenei. Una delle proposte emerse in merito è provare ad organizzare attività di orientamento in orari extra scolastici. A tale riguardo, una delle esperienze virtuose emerse dalle interviste a top level manager di aziende del MUNER è quella di coinvolgere maggiormente gli insegnanti già delle scuole medie nel processo di orientamento, invitandoli a visitare gli stabilimenti produttivi. Questo già succede con professori delle scuole in prossimità della Dallara: gli insegnanti si accorgono con i loro occhi che l'operaio di oggi non ha niente a che vedere con i film di Charlie Chaplin, anzi spesso sono plurilaureati. Questo coinvolgimento permette di diffondere genuinamente interesse per percorsi lavorativi tradizionalmente ed in maniera non corretta considerati disdicevoli, strazianti, malpagati, o riservati a ragazzi che non ottengono grandi risultati a scuola. Sulla stessa linea, sempre a Dallara, reparti interi sono stati riprogettati per essere visitabili durante normali giornate di lavoro. Tramite corridoi speciali, vetrate e punti di osservazione, studenti e insegnanti possono assistere a molti processi produttivi e di progettazione, vedendo in prima persona cosa succede in azienda e facendosi una idea delle varie possibilità che potrebbero avere da lì a pochi anni. Questa forma di coinvolgimento aumenta le interazioni tra scuole e aziende e l'attrattività del territorio.

La percezione di alcuni partecipanti allo studio è che le attività di orientamento non siano ritenute abbastanza importanti dalle scuole, specialmente i licei dai quali paradossalmente di fatto proviene la maggior parte dei futuri studenti universitari. Alcuni licei effettivamente hanno scelto di non realizzare percorsi di alternanza scuola lavoro (PCTO) con aziende, ma solo con associazioni del terzo settore. Il PCTO è percepito come strumento per orientare il perseguimento degli studi, non per il lavoro. Per quanto riguarda gli istituti tecnici esistono più contatti con aziende, ma alcuni insegnanti lamentano il fatto che oggi non sia più molto forte la presenza di personale tecnico specializzato che consenta di apprendere praticamente alcune mansioni: *“una volta gli artigiani erano nelle scuole e insegnavano. Ora le aziende non danno macchine elettriche o ibride da oltre 40 mila Euro da smontare nelle scuole”. “ora la formazione è poco efficace, a cosa servono se non gli apprendistati? 6-700 euro al mese di apprendistato non sono sufficienti e le aziende non hanno tempo di travasare le esperienze”*. Una strategia che in questo senso si è rivelata vincente è stata quella di Dallara la quale, coinvolgendo enti locali e scuole, ha allestito in prossimità delle scuole grandi spazi dedicati a laboratori tecnici. Questi spazi, dotati di macchinari di ultima tecnologia che vengono continuamente aggiornati, sono condivisi con tempistiche dedicate, sia da studenti delle scuole, sia da personale dell'azienda. I primi hanno la possibilità di vedere e toccare con mano macchinari che altri colleghi di studio vedrebbero solo nei libri, i secondi possono fare pratica con macchinari realmente impiegati nei processi produttivi senza rischiare incidenti che comprometterebbero intere linee di produzione. Oltre a rendere il territorio più attrattivo, in questo modello i laboratori hanno la garanzia di essere sempre mantenuti al meglio, come struttura e come tecnologie, cosa che spesso non accade negli spazi analoghi allestiti presso le scuole superiori.

Il quadro fornito da vari partecipanti allo studio coinvolti direttamente nell'istruzione superiore è abbastanza allarmante e urge riflessioni strategiche da parte di tutti gli attori coinvolti nel sistema regionale. Il livello medio di preparazione si sta abbassando. Molte aziende si lamentano del fatto che i neo assunti non sappiano ragionare, a volte hanno anche difficoltà a leggere. In alcuni casi i ragazzi preferiscono stare a casa al posto che trovare lavori per 800 euro al mese e le famiglie non

inseguono più il valore di fare sforzi per ottenere un risultato. Il cambiamento tecnologico ha avuto un impatto forte sugli studenti: *“ i ragazzi oggi non tengono una ora. Hanno bisogno di essere sempre protagonisti, servono presentazioni, sfide. Non sanno scrivere in italiano, alle elementari non si fa più quello che si faceva. Sti ragazzi , tranne pochi, non leggono più. Tutto rapido, tutto dal telefonino. Non si riesce a lavorare sui testi. Fanno fatica a capire le domande. Tutto veloce pappaprontato. Ripetono bene, o son bravi a mettere insieme informazioni e renderle apparentemente strabilianti. Il vecchio modo in cui si ragionava e si cercava nei testi non funziona più”. “Sono molto attenti , anche troppo, al voto in quanto tale e non alle motivazioni che ti portano ad un risultato. La valutazione numerica è tutto. Sono molto fragili. Se non raggiungono degli standard di valore numerico, quasi che il loro studio non valga niente. Non c'è più Capacità di affrontare le difficoltà. Fanno meno sforzo, perchè tutto è pronto e già fatto. Pensano: perchè devo fare fatica?”* In questo scenario desolante, sono tuttavia emerse delle proposte concrete che potrebbero migliorare la situazione.

A livello regionale si stanno organizzando sempre più eventi immersivi per la cittadinanza con modalità innovative che permettano di toccare con mano cosa vuol dire programmare (es. Modena Smart Life). L'approccio più pratico e informale potrebbe essere una chiave di volta nel coinvolgimento dei più giovani. Si potrebbe pensare di organizzare eventi simili sul tema della meccanica o dell'elettronica, magari con un approccio congiunto Motor Valley-scuole. Molti partecipanti hanno sottolineato come si dovrebbe superare la divisione tra università e aziende nell'approcciare le scuole. *“Si potrebbe fare in maniera integrata. Iniziative congiunte di presentazione e visione di insieme su tutte le possibilità che lo studente può percorrere. ITS fa orientamento a sè stante da Università a sè stante da associazioni di categoria. Invece potrebbe essere: “ tu studente sei attratto da Report su foresight tecnologico ed educativo. Muner 2023 64 questo ambito “STEM”, hai queste possibilità e ci sono questi percorsi con queste possibilità”.*

Servirebbe una *“ azione culturale che mette tutti su stesso piano, non studenti di serie A e B. Non ci servono solo ingegneri e diplomati, intero sistema formativo va integrato. Vanno inseriti subito in canale migliore secondo loro propensioni e vanno guidati”.* Una buona pratica esistente è il modello Innovation Farm di Dallara a Parma che ha permesso il lancio della competizione F1 in School per la promozione delle discipline STEM tramite una gara di una Formula 1 con auto ad aria compresso in scala 1/10 su una pista di 24 metri.

Sulla stessa linea, altri partecipanti hanno auspicato l'organizzazione di iniziative MUNER ad alto impatto (portando per esempio super-car negli istituti) per poter effettuare iniziative di outreach presso istituti superiori o altre università, coinvolgendo studenti non ancora orientati. È importante mostrare il legame tra università e aziende, mettendo in luce le possibilità di percorso sin dai primi anni delle scuole superiori.

Si potrebbero fare partecipare testimonial, meglio ancora se donne, per raccontare cosa si fa nelle aziende. Mostrare per esempio che un ingegnere non progetta e basta, ma può impostare e gestire processi. Secondo alcuni il coinvolgimento delle aziende dovrebbe puntare ad *“allevare figure da subito”*, dal primo anno, tramite forme di tutoraggio diretto e l'alternanza scuola lavoro dovrebbe essere un impegno più costante.

Un'altra esperienza legata al MUNER emersa dalle interviste, considerata da più partecipanti come virtuosa, è costituita da una classe all'anno di studenti statunitensi in visita per una settimana in aziende e università. Una proposta raccolta dallo studio è di organizzare con le aziende azioni simili, meno impegnative come tempistiche, rivolgendosi alle scuole locali

6.

Incubatori



6.

Incubatori

Per fornire un quadro più completo ed al fine di stimolare la creazione di nuove sinergie, lo studio fornisce di seguito una panoramica su alcuni incubatori e centri di ricerca che promuovono idee imprenditoriali potenzialmente strategiche per il MUNER.

Formula SAE

Web: <https://www.sae.org/students>

La Formula SAE (nota anche come Formula Student) è una competizione internazionale riservata agli studenti universitari, che prevede la messa in opera di un veicolo da corsa, che si deve confrontare con quelli di altre università in una serie di gare in giro per il mondo. Le gare più famose sono: Michigan, (USA), Silverstone (UK), Hockenheim (D), Varano de' Melegari (IT).

Ad oggi, è possibile gareggiare nelle categorie Combustion (motore endotermico), Hybrid (almeno 50% del motore deve essere elettrico), Driverless (autonomous system, nessun vincolo sul tipo di motore).

La competizione si suddivide in diverse classi, che impongono ai team delle modifiche anche sostanziali alla macchina man mano che le partecipazioni si susseguono negli anni, e il regolamento molto rigido costringe gli studenti ad affrontare tematiche molto complesse di (re)design del veicolo ogni 10/12 mesi. In più, costringe ad un grosso sforzo di coordinamento e formazione, essendo il turnaround del team molto elevato. Infatti, è possibile per uno studente partecipare al team non oltre i 6 mesi dalla laurea, e, intuitivamente, gli studenti dei primi anni richiedono uno sforzo consistente ai membri senior del team, per formazione e project management. Per questo motivo, i neolaureati (principalmente ingegneri, ma non solo) che partecipano/hanno partecipato al team sono molto richiesti nel mondo del lavoro, perché hanno sviluppato non solo le proprie skill tecniche, ma anche le soft skill come lavoro in team, focus sugli obiettivi, capacità di darsi scadenze e tracciare l'avanzamento delle micro- o macro-attività assegnate a sé ed agli altri.

Ad oggi, gli atenei della regione Emilia Romagna partecipano come segue:

- UNIBO: combustion, hybrid;
- UNIFE: combustion;
- UNIMORE: combustion, hybrid, driverless;
- UNIPR: combustion, hybrid.

Il recente impulso all'elettrificazione, e all'automazione dell'auto, sembrerebbe porre i nostri atenei, e in particolare UNIMORE, nella posizione ideale per sviluppo di tecnologie e competenze nell'ambito. Questo è dovuto principalmente alla posizione di UNIMORE come hub privilegiato della Motor Valley, per ovvie ragioni logistiche e strategiche. Curiosamente, UNIPR non presenta alcun team driverless in grado di competere, nonostante il laboratorio Vislab sia stato il pioniere della guida autonoma in Italia. UNIMORE invece si sta ponendo come riferimento italiano ed internazionale per tali tecnologie a livello accademico, grazie alla nascita dello Spoke regionale su guida autonoma del progetto PNRR MOST - centro nazionale di mobilità sostenibile, oltre alla partecipazione da parte laboratorio Hipert Lab alla competizione internazionale Indy Autonomous Challenge¹.

StartCUP competition

Web: <https://www.startcupemiliaromagna.it/>

La Start Cup Emilia-Romagna è una iniziativa finanziata anche dal Fondo Sociale Europeo Plus, e organizzata localmente da Art-ER e dalla Regione Emilia-Romagna. Si tratta di una competizione per idee d'impresa ad alta innovazione, e prevede, dopo una prima fase di scouting e scrematura dei potenziali candidati, un percorso di formazione e mentoring che coinvolge incubatori, associazioni industriali, e pubbliche amministrazioni su tutto il territorio regionale. La competizione cerca essenzialmente di premiare il miglior business plan per la messa sul mercato di prodotti, tecnologie o servizi innovativi nei settori Life Sciences, ICT, Cleantech & Energy, e Industrial. La sovrapposizione con le 6 macro-categorie tecnologiche trattate in questo documento è chiara.

Nella StartCup, non esistono particolari vincoli alla tecnologia che può essere candidata, se non quella di cadere in una delle 4 categorie sopra citate. Le idee vengono valutate da un board di esperti nel campo tecnologico, dell'innovazione, e da imprenditori del tessuto industriale e PMI locali. Pertanto, è possibile, soprattutto per questi ultimi, non solo "scommettere" su giovani profili che propongono soluzioni altamente innovative, ma anche, in un certo senso "pilotare" le tecnologie emergenti, attraverso il proprio voto, oltre ovviamente a monitorare le singole figure professionali dei neo-laureati.

TACC

Web: <https://tacc.unimore.it/en/>

Training for Automotive Companies Creation è un programma di imprenditorialità orientato all'industria automobilistica, organizzato dall'Università di Modena e Reggio. Ad oggi, siamo alla terza edizione. TACC è parte integrante di AUTOMOTIVE INNOVATION HUB, e segue i trend dell'innovazione automotive: auto elettrica, connettività, auto a guida autonoma e nuove forme di mobilità. L'approccio è fortemente tecnologico, e vengono selezionate le idee ad alta innovazione, ma che presentano una possibilità realizzativa concreta.

E-HUB

<https://www.techboardgroup.com/it/e-hub>

E-HUB è un incubatore per start up che operano nel settore dell'elettronica che offre una serie di servizi, tra i quali consulenze specialistiche, ricerca personale, fornitura di spazi e servizi centralizzati e networking o per contatti strategici. Non solo permette ai giovani talenti di mettersi in gioco a punta a creare un ambiente fertile per la condivisione di idee, progetti e socialità (relazioni umane). Una prima scelta strategica è stata di specializzarsi in un unico settore: l'elettronica. Potendo contare su clienti, fornitori, competenze e mercati specialistici ha permesso di ottenere un valore aggiunto rispetto agli incubatori generalisti e ai Tecnopoli in generale.

Un altro aspetto singolare di E-HUB è puntare sulla Open Innovation. I ragazzi che popolano gli spazi messi a disposizione sono liberi di restare o andare quando vogliono. Capita che alcuni ragazzi vengano traghettati verso aziende terze le quali usano componenti sviluppate dai ragazzi stesse. Lo scambio di conoscenze è considerato un valore aggiunto. Si cerca di essere allo stesso tempo mentori, clienti e fornitori e di non essere gelosi delle proprie competenze. Un altro punto caratteristico è essere a disposizione anche per piccoli progetti. Spesso questo è un ostacolo per piccole start-up che non trovano chi possa aiutarli a sviluppare componenti a loro utili ma su scala troppo piccola per grandi aziende.

Centro H2 MO.RE

<https://www.focus.unimore.it/idrogeno-il-nuovo-centro-di-ricerca-interdipartimentale-h2-mo-re/>

Si tratta di un centro di ricerca interdipartimentale UNIMORE specializzato nelle tecnologie legate allo stoccaggio, produzione e utilizzo dell'idrogeno.

Il Centro, che ha una durata di tre anni, rinnovabili, svolge attività di promozione e coordinamento di studi e ricerche interdisciplinari nel campo della produzione, stoccaggio, trasporto e utilizzo dell'idrogeno e di attività di ricerca correlate, proponendosi quale interlocutore di Enti Pubblici e Privati, con i Tecnopoli nelle provincie di Modena e Reggio Emilia.

Il prof. Marcello Romagnoli direttore del Centro H2 MO.RE è consapevole che ora in Italia la maggior parte delle aziende del settore non è interessata all'idrogeno. L'idrogeno ora non è una scelta strategica perchè economicamente non è sostenibile, ma potrebbe ridurre dipendenza energetica da estero con trend di diminuzione dei costi. Nel loro network contano già circa 30 aziende interessate e ci si aspetta che questo numero aumenti nel prossimo futuro anche grazie ai recenti investimenti che la Regione ha posto per la creazione della Hydrogen Valley e delle scelte delle aziende regionali che si sono date obiettivi ambiziosi di decarbonizzazione per il 2030.

MOTORVALLEY ACCELERATOR

<https://www.motorvalleyaccelerator.com/it/>

Motor Valley Accelerator è l'Acceleratore di startup in ambito mobility, che nasce a Modena da un'iniziativa di CDP Venture Capital Sgr in collaborazione con Fondazione di Modena e UniCredit. In particolare l'iniziativa di CDP Venture Capital Sgr - Fondo Nazionale Innovazione ha l'obiettivo di rendere il venture capital un asse portante dello sviluppo economico e dell'innovazione del Paese, creando i presupposti per una crescita complessiva e sostenibile dell'ecosistema venture capital. CDP Venture capital sgr è partecipata al 70% da CDP equity e al 30% da Invitalia. A livello locale, può contare sul supporto di CRIT, broker tecnologico con esperienza ventennale nella ricerca, analisi e condivisione tecnologica per il settore industriale e Plug and Play, la più grande piattaforma di Open Innovation al mondo, con oltre 2000 startup supportate in attività di espansione del business a livello globale, oltre 500 partner industriali ed un track record che supera i 200 investimenti l'anno. Il programma triennale ha l'obiettivo di supportare complessivamente 30 startup identificate in fase pre-seed e seed, che riceveranno supporto nella validazione del proprio modello di business.

7.

Conclusioni e raccomandazioni



7.

Conclusioni e raccomandazioni

I risultati del presente studio hanno definito quali siano i bisogni del medio-lungo periodo per quanto riguarda le nuove tecnologie del settore automotive del futuro, coniugandoli al contempo alle rispettive caratteristiche formative/educative necessarie per poter contare su profili professionali in grado di affrontare le enormi sfide (ma anche opportunità) del futuro prossimo.

Per affrontare la sfida che il settore automotive sta attraversando attualmente e per gestire al meglio gli scenari futuri, è opportuno applicare una strategia che consenta al sistema tutto di essere resiliente, anche tenendo in considerazione la possibilità che intervengano determinate variabili inaspettate quanto rare (la cosiddetta “Teoria del Cigno Nero³⁰”, tristi esempi del quale sono l’attuale conflitto russo-ucraino e la Pandemia di Covid-19) tali da minare la sopravvivenza stessa del settore se non gestiti in qualche modo con tempestiva reazione.

Per riuscire in questo ambizioso intento è pertanto necessario avere presenti una serie di azioni/strategie, basandosi sul seguente approccio:

- Be prepared (fase di analisi): conoscenza sui potenziali rischi, impatti e misure. Solo anticipando il processo decisionale (metodi e creazione di conoscenze) sarà possibile prevedere i potenziali scenari futuri ed essere pronti ad affrontarli. Perché ciò possa avvenire, è necessaria una integrazione da parte di tutti gli attori coinvolti nella filiera, in primis a livello territoriale, che possa poi estendersi anche a livello nazionale ed internazionale. È altresì fondamentale attuare un riequilibrio di interessi individuali e comuni, perché da un “ego-sistema” si passi ad un “eco-sistema”, perché con una collaborazione comune aumentano le possibilità di reindirizzare risorse come unità di trasporto e veicoli, sostenendo società, partner industriali, individui.
- Be aware (fase di osservazione/studio): necessità di riuscire a monitorare gli impatti quando l’imprevisto accade, ad esempio mediante creazione di KPI specifici per valutare i livelli di resilienza e flessibilità dei sistemi in fase di progettazione, ad es. potenziali debolezze predeterminate e numero/tipo di misure di ridondanza attuate a seconda del loro impatto.
- Mitigate (fase di sviluppo): aumentare la resistenza a potenziali rischi identificati, mediante una “resilienza di progetto”. In tale contesto assumono una importanza sempre più rilevante l’economia circolare e la strategia delle 10 R (Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, ecc.). Per una corretta gestione delle nuove sfide è anche importante non affidarsi solo alla tecnologia in sé, ma tenere anche in seria considerazione l’educazione, gli aspetti umani e il cambio di abitudini.

Quello dell’Automotive risulta essere un settore in cui più di altri le tecnologie abilitanti dell’Industria 4.0 (internet of things, intelligenza artificiale, big data, robotica, realtà aumentata) si coniugano efficacemente con lo sviluppo di prospettive innovative nel campo dell’uso dei materiali, della

³⁰ La teoria del cigno nero è stata elaborata dal matematico ed ex-trader Nassim Nicolas Taleb ed è una metafora volta a spiegare l’esistenza di un’effettiva possibilità che un evento impensabile e completamente inaspettato possa accadere e avere ramificazioni negative nella società. Tali accadimenti sono impossibili da prevedere specialmente a causa della loro rarità.

sostenibilità ambientale, dell'energia impiegata nel campo dei trasporti, dalla qualità dell'esperienza del fruitore (comfort, sicurezza, gusto, personalizzazione) e del cittadino. Proprio per questo, è necessaria una sempre maggiore complementarità tra l'investimento in tecnologie ed il fabbisogno di "capitale umano". Le vetture saranno sempre più "intelligenti", così come più "smart" sarà il controllo e la gestione dei processi di lavoro, il tutto facilitato dalla presenza di una quantità sempre più consistente di dati ed informazioni "ready to use" per quanto riguarda processi, prodotti, comportamenti e preferenze degli utenti. Con le informazioni raccolte in tempo reale, il settore può essere guidato da dati effettivi e può essere quindi in grado di prendere decisioni basate su fatti oggettivi, potendo pertanto analizzare tali dati e utilizzarli per la successiva pianificazione con l'obiettivo di migliorare l'efficacia e l'efficienza del servizio/prodotto sulla base delle esigenze dell'utente, che ne trarrà pertanto a sua volta giovamento. La matrice data-driver del lavoro causa pertanto un progressivo trasferimento di compiti dalle attività manuali e fisiche necessarie per l'ispezione di prodotti e processi verso attività di validazione e controllo basate soprattutto sull'analisi dei dati acquisiti e inviati "real-time" da strumenti che consentono un notevolmente miglioramento della loro efficacia.

Una fisiologica conseguenza dello sviluppo informatico/tecnologico è stata la nascita di profili professionali dotati di competenze specifiche sorte negli ultimi anni, prevalentemente all'esterno del settore automotive, che in realtà si rendono ad oggi essenziali per un ottimale sviluppo dello stesso; parliamo ad esempio di expertise nel campo dei Big Data, della matematica dei processi, dell'ergonomia, del network marketing, dell'Internet delle Cose. Uno dei primi fattori di mutamento essenziale degli assetti conoscitivi e di competenze delle imprese del settore consisterà pertanto nella necessità di un significativo e generalizzato incremento della conoscenza appannaggio di ruoli tecnico-operativi che sono sì attualmente presenti, ma in numero e attività ancora relativamente marginali.

Gli operatori del settore saranno inoltre spinti verso l'acquisizione di nuove conoscenze e competenze anche per quanto riguarda il nuovo rapporto che si andrà a creare tra automobile e paesaggio urbano sostenibile con le nuove idee e visioni relative alla mobilità e all'urbanizzazione intelligente, flessibile e a misura di cittadino. Le professioni legate al supporto delle infrastrutture territoriali con l'esigenza di una rete di ricarica elettrica e le professioni afferenti all'Energy Management. Grande importanza sarà data alle professioni a supporto delle infrastrutture territoriali, costituite da un'efficiente rete di ricarica elettrica e, più in generale, alle professioni afferenti all'area dell'Energy Management (ibridi e motori alternativi).

Al contempo, la rivoluzione a cui andranno giocoforza incontro gli attuali sistemi di mobilità urbana ed extraurbana spingerà verso necessità di competenze legate all'efficienza delle reti di mobilità, ai tempi e agli orari delle città in un'interrelazione sempre maggiore tra città e gestione degli spostamenti, in primis per quanto riguarda le aree metropolitane. La tecnologia dell'automotive del futuro dovrà essere iscritta in un quadro più ampio nel quale il veicolo esiste solo come parte attiva e dinamica della città (da un punto di vista della tecnologia) e della società (per gli aspetti umani ed etici).

È inoltre da tenere in massima considerazione anche la crescente importanza delle soft skills relative alla capacità di rielaborare, integrare, comunicare quali comportamenti organizzativi indispensabili per rafforzare la 'toolbox' personale già in possesso di addetti del settore, che rientra nella definizione di "fine tuning delle competenze". Mai come in questo momento storico è rilevante la necessità di figure professionali multi-disciplinari affinché la mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (CCAM) rappresenti un fulcro costituente delle future società e nelle smart cities di domani. In questo contesto va annoverata anche la necessità di predisporre adeguati percorsi motivazionali finalizzati all'acquisizione di competenze relative all'autogestione (autonomia decisionale, gestione del rischio e del tempo, responsabilità) e all'acquisizione della capacità di ognuno di "imparare ad imparare".

Dal questionario e dalle interviste condotte nell'ambito del presente studio è emersa una fondamentale importanza della sinergia delle attività condotte dalle varie entità regionali pubbliche e private coinvolte attivamente e a diversi livelli all'interno della filiera al fine di colmare sempre più l'attuale gap che intercorre tra domanda formativa e necessità aziendali del settore automotive.

È pertanto fondamentale integrare e rendere sostenibili i servizi formativi offerti dagli enti di formazione terziaria (Istruzione e Formazione Tecnica Superiore - IFTS, Istituti Tecnici Superiori - ITS e Universitaria). Al contempo l'intera offerta formativa deve vedere le imprese quale interfaccia chiave del cambiamento da sostenere a livello formativo. Su questi temi, l'offerta formativa ha necessità di un consolidamento che può essere raggiunto puntando su azioni pratiche di integrazione con la ricerca settoriale e/o aziendale sviluppata a vari livelli, a partire da quello territoriale.

Nell'ambito della ricerca, inoltre, è oramai di dominio pubblico l'importanza della correlazione tra ricerca pubblica e il mondo delle imprese, ed è pertanto di primaria importanza colmare quanto prima quel gap attuale esistente tra carenza di capitale umano con preparazione tecnico-scientifica adeguata ed i fabbisogni del settore automotive, come anche sottolineato nell'ultimo Piano Nazionale della Ricerca (PNR) 2021-2027, che individua nel miglioramento della qualità della formazione alla ricerca ed all'innovazione e nell'attività di orientamento per gli studenti delle scuole secondarie superiori verso la mobilità sostenibile ed i relativi percorsi di ricerca le modalità per limitare questa lacuna nei fabbisogni.

In tale contesto il modello da seguire è senz'altro quello della cosiddetta "Quadruple Helix" (quadrupla elica), che si basa su un sistema di relazioni multilaterali tra più dimensioni o settori che collaborano in modo ordinato e multidisciplinare alla costruzione di un obiettivo complesso e comune, superando l'impianto bidimensionale, peraltro sovente occasionale, tra l'industria e l'università o tra l'industria e il governo locale o tra le autorità politiche e la società civile.

È proprio sulla scia di tale modello che si inserisce il Sistema dell'Innovazione dell'Emilia Romagna, nel quale la Regione, in collaborazione con Università, Centri di ricerca, sistema camerale, parti sociali e amministrazioni locali, ha promosso la nascita e lo sviluppo di un vero e proprio ecosistema dell'innovazione, al centro del quale si posiziona ART-ER (Attrattività Ricerca Territorio), al quale è attribuito il compito di farlo crescere puntando su ricerca, infrastrutture e competenze come motore di sviluppo economico e sostenibile del territorio. Di questo sistema dell'Innovazione fa parte la Rete dei Clust-ER, luoghi di incontro e confronto dove centri di ricerca, imprese ed enti di formazione lavorano in squadra, secondo il modello dell'Open Innovation, condividendo idee, competenze, risultati e moltiplicando le proprie opportunità di crescita.

L'associazione MUNER, la Motorvehicle University of Emilia-Romagna, nata nel marzo 2017, e promossa dalle principali case motoristiche leader nel mondo e presenti sul territorio regionale in partnership con i quattro Atenei regionali è parte di questo sistema virtuoso regionale che ha saputo mettere da parte la competizione per promuovere un sistema capace di attrarre i migliori talenti sul nostro territorio. Dando seguito allo scambio ed alla condivisione tra le aziende e gli atenei sulle esperienze ed esigenze delle parti in causa, sono stati istituiti specifici percorsi formativi con lo scopo di progettare e definire le carriere di ingegneria automobilistica del futuro. Tuttavia proprio in virtù della dinamicità estrema del settore, è necessario procedere incessantemente ad una ricerca continua per poter soddisfare le necessità sempre nuove in tema di fabbisogni tecnici ed educativi caratterizzanti l'intero comparto in costante evoluzione.

Le sfide per il comparto automotive descritte nel presente studio sono senz'altro rilevanti. Va però parimenti sottolineato come in questo contesto così dinamico e mutevole possano esserci delle

opportunità enormi per riuscire a colmare anche dei divari socio-culturali che ancora persistono a livello territoriale (e forse ancor più marcatamente a livello nazionale).

Una delle opportunità a cui la transizione al nuovo modello di automotive può prestare il fianco è quella di riqualificazione e sviluppo professionale di nuovi profili lavorativi destinati al genere femminile. Se infatti finora il mondo dell'industria automotive, principalmente basato sulla meccanica, era per certi aspetti precluso al gentil sesso, il nuovo corso del sistema industriale automotive potrebbe invece coinvolgere un numero sempre crescente di donne per ricoprire ruoli sia tecnici che di vertice. Affinché questo possa accadere, è necessario però istituzionalizzare gli interessi delle donne, ad esempio rafforzando un'equa rappresentanza di esse nei processi decisionali, come i gruppi di esperti e nella politica locale. Comprendere in modo più approfondito le esigenze e le posizioni delle donne è fondamentale per garantire una transizione equa per tutti, ampliando al contempo la platea per la ricerca delle nuove figure lavorative.

Ulteriore opportunità è rappresentata dalla presenza sul territorio di potenziali lavoratori provenienti da paesi esteri già qualificati ma con qualifiche quasi mai riconosciute che ne precludono accesso a percorsi di formazione specializzata e presenti in regione da più o meno tempo. Con il drammatico calo demografico degli ultimi decenni e la conseguente carenza anche numerica di forza lavoro nazionale, la presenza di tale bacino potenziale di forza-lavoro è da considerarsi fondamentale, anche nell'ottica di una sempre maggiore integrazione socio-lavorativa dei migranti.

Programma Strategico di intervento 2021-2022 dell'Associazione MUNER
è finanziato dai Fondi europei - Por Fesr Emilia-Romagna 2014-2020 nell'ambito
della Strategia di Specializzazione Intelligente (S3)