

Strategia Italiana per le Realtà Virtuali e Aumentate come strumento di modernizzazione nelle filiere produttive

Ver. 2025



La presente Strategia, la cui finalizzazione è stata approvata dal Comitato Interministeriale per la Transizione Digitale (CITD) nella seduta del 7 agosto 2025, è il risultato di un'attività di concertazione svolta da diverse Amministrazioni, che hanno partecipato ad un Gruppo di Lavoro dedicato, istituito presso la Segreteria Tecnico-Amministrativa del CITD. Hanno partecipato ai lavori: Ministero delle Imprese e del Made in Italy, Dipartimento per la Trasformazione Digitale, Ministero della Difesa, Ministero dell'Università e della Ricerca – ICSC, Fondazione Bordini, Fondazione Formit, Ministero per gli Affari europei, il Sud, le politiche di coesione e il PNRR, Ministero dell'economia e delle finanze, Ministero per gli Affari regionali e le autonomie, Ministero della Giustizia, Ministero dell'Interno, Ministero dell'Istruzione e del Merito, Conferenza delle Regioni

Indice dei contenuti

EXECUTIVE SUMMARY	4
1. PREMESSA	7
2. DEFINIZIONI	10
3. EVOLUZIONE DELL'ECOSISTEMA TECNOLOGICO E CASI D'USO	12
3.1 Evoluzione della domanda – Consumatore	12
3.2 Evoluzione dell'offerta – Azienda.....	14
3.3 Esempi di use case settoriali	19
3.4 Il ruolo della Pubblica Amministrazione nello sviluppo delle tecnologie innovative.	27
4. ANALISI DELLE OPPORTUNITÀ A LIVELLO EUROPEO E IN UNA PROSPETTIVA INTERNAZIONALE.....	31
5. STRATEGIA "MADE IN ITALY" PER VALORIZZARE L'ECOSISTEMA.....	35
5.1 Puntare sull'attrazione dei talenti e sul sistema delle università	35
5.2 Assicurare che le tecnologie abilitanti vengano introdotte ed ampliate per lo sviluppo di prodotti e processi a supporto del Metaverso, sia per grandi imprese che per l'ecosistema delle startup	37
5.3 Valorizzare l'infrastruttura a banda larga fissa e mobile.....	39
5.4 Sviluppare un contesto regolamentare in grado di tutelare il consumatore e abilitare la concorrenza di mercato	40
6. CONCLUSIONI.....	43
ALLEGATI.....	47
ALLEGATO 1 - Interventi PNRR in materia di Digitale (citati nel documento "Strategia universi Virtuali")	48
ALLEGATO 2 - Connettere Realtà Virtuale e <i>Soft Skills</i> - Il progetto CLASS.....	51

EXECUTIVE SUMMARY

La **Strategia Italiana per le Realtà Virtuali e Aumentate** si configura come un intervento strategico volto a promuovere la diffusione e l'integrazione delle tecnologie immersive nei settori produttivi e nei servizi pubblici, con l'obiettivo di favorire la competitività del sistema economico nazionale e accelerare la transizione digitale. **Realtà Virtuale** (VR) e **Realtà Aumentata** (AR) rappresentano strumenti fondamentali per l'innovazione e l'evoluzione dei processi produttivi, abilitando nuove modalità di interazione, simulazione e gestione delle risorse. Il loro impiego si estende a molteplici settori strategici, tra cui l'industria manifatturiera, la sanità, le infrastrutture, la difesa, la cultura, il *retail* e l'istruzione, contribuendo a ottimizzare processi, ridurre i costi e migliorare l'efficacia operativa. Si considerano quindi queste tecnologie come un fattore determinante e accelerante della nuova strategia industriale del paese ¹ che mira a consolidare il ruolo di leadership di cui gode il paese nel comparto manifatturiero e accelerare l'adozione di tecnologie di frontiera nella modernizzazione delle filiere e delle PMI.

L'accelerazione nello sviluppo di tecnologie correlate, come Intelligenza Artificiale (AI), *Internet of Things* (IoT), *blockchain* e *cloud computing*, sta inoltre amplificando il potenziale delle soluzioni immersive, favorendo l'emergere di ecosistemi digitali avanzati e del Metaverso industriale. L'Italia, attraverso questa Strategia, intende cogliere appieno le opportunità offerte da queste trasformazioni, posizionandosi come attore di riferimento in ambito europeo e internazionale, in un contesto caratterizzato da investimenti crescenti da parte di economie *leader* quali Stati Uniti, Cina, Corea del Sud ed Emirati Arabi Uniti.

Per garantire uno sviluppo equilibrato e sostenibile delle tecnologie immersive – nonchè cogliere appieno

l'opportunità di eseguire un salto generazionale tecnologico dalla parte delle nostre PMI, la Strategia prevede interventi mirati volti a:

- Potenziare le infrastrutture digitali, favorendo investimenti nel 5G e nel *cloud computing*
- Rafforzare la formazione specialistica, promuovendo la collaborazione tra università e imprese;
- Sostenere la ricerca e l'innovazione, incentivando il trasferimento tecnologico e la sperimentazione di nuovi modelli applicativi;
- Definire un quadro normativo adeguato, in linea con gli standard europei, per garantire sicurezza e tutela dei dati;
- Stimolare l'adozione di soluzioni immersive nei settori strategici identificati nel piano industriale, con particolare attenzione alla digitalizzazione della pubblica amministrazione, della sanità e dell'industria manifatturiera, utilizzando pienamente la strumentazione incentivante messa a disposizione delle aziende e Pubblica Amministrazione dal PNRR e altri meccanismi fiscali

L'attuazione della Strategia richiederà un approccio integrato e sinergico, basato su un forte coordinamento tra istituzioni, imprese, università e centri di ricerca, per creare un ecosistema favorevole all'innovazione e allo sviluppo industriale, coerentemente con l'impostazione "whole of government" auspicato dalla nuova strategia industriale. Il ruolo della Pubblica Amministrazione sarà determinante nel facilitare la transizione tecnologica, attraverso politiche di incentivazione,

¹ Made in Italy 2030 – Libro Verde per una nuova politica di strategia industrial per l'italia
<https://www.mimit.gov.it/libro-verde>

programmi di supporto all'adozione delle tecnologie emergenti e la definizione di standard operativi per le imprese e gli operatori del settore.

In questo scenario, l'Italia si propone di consolidare la propria *leadership* nel settore delle tecnologie immersive, valorizzando le proprie eccellenze

industriali e il potenziale distintivo del *Made in Italy*, rafforzando la competitività del Paese e contribuendo attivamente alla costruzione di un'economia digitale sicura, resiliente e inclusiva, in linea con le priorità del PNRR e con le strategie di innovazione dell'Unione europea.

1.

PREMESSA

1. PREMESSA

La *Augmented Reality* (AR)² e la *Virtual Reality* (VR)³ sono gli spazi virtuali in cui il mondo fisico e quello digitale si incontrano e rappresenta la nuova dimensione evolutiva di *Internet* ed in particolare della “*connected economy*” che sta gettando le basi per la convergenza tra l'*Internet of Things* (IoT), i dispositivi mobili, gli impianti visivi, l'Intelligenza Artificiale (AI), *blockchain*, *cloud* e *computer*.

L'idea delle tecnologie AR e VR nasce nella letteratura non scientifica nel 1992 e si qualifica oggi come una evoluzione naturale di *Internet* che, però, non mira a sostituire l'attuale assetto della rete globale ma ne rappresenta un fattore abilitante di sviluppo unitamente alle tecnologie ad esso correlate. Il mondo virtuale inerente alla AR e alla VR comporta otto caratteristiche principali (persistenza, accessibilità, immersività, modulabilità, interoperabilità, transnazionalità, il possesso di *asset* digitali e la rappresentazione delle persone fisiche tramite gli *avatar*⁴).

Le tecnologie attraverso cui si “produce” Realtà Virtuale sono evoluzioni di tecnologie già esistenti. AR e VR rappresentano gli elementi di punta in quanto abilitano in maniera maggiore le opportunità fruibili. I dispositivi indossabili come, per esempio, visori od occhiali per la Realtà Aumentata o Virtuale non sono una novità, esistevano già prima della nascita dell'attuale concetto di AR e VR.

I termini “Metaverso” e Realtà Virtuale (o VR) non devono essere però intesi come sinonimi. Realtà Aumentata (o AR) e Realtà Virtuale sono i casi d'uso più facilmente identificabili che indicano la direzione verso cui la tecnologia sta evolvendo. Il Metaverso, o le realtà estese (*extended realities* o “XR”) in senso

ampio, si compongono di una serie di elementi che supereranno i casi d'uso che conosciamo oggi.

È importante, in questo caso, distinguere inoltre tra i termini “Metaverso” e “Web3” o “Web 3.0”. Il Web3 si basa sull'utilizzo della *blockchain* per creare tecnologie decentralizzate e certificare la proprietà personale, l'identità, contenuti e risorse. Web3, *blockchain* e *Non-Fungible Tokens* (“NFTs”) sono quindi applicazioni “adiacenti” e rilevanti per l'evoluzione del Metaverso. Ad esempio, l'innovazione dei protocolli e degli *standard blockchain* può essere adattata per le identità digitali, che a sua volta sosterrà la creazione di *wallet* interoperabili. Il Web3 di per sé non richiede esperienze 3D, reindirizzate in tempo reale o sincrone, mentre il Metaverso non richiede decentralizzazione, *database* distribuiti, *blockchain* o che il controllo o il valore della rete dalle attuali piattaforme passi in buona parte agli utenti⁵.

La manifattura di prodotti e *software* che alimentano la AR e la VR è tuttora in fase accelerante, e vedrà una concorrenza serrata tra attori industriali *big tech*, produttori di *hardware*, infrastrutture di trasmissione dati e *leader* dei settori industriali di riferimento. L'accelerazione dell'AI sta catalizzando lo sviluppo del mercato apportando non solo la potenza d'analisi necessaria nella rappresentazione delle immagini e del testo in tempo reale nella AR e VR ma anche la propria capacità di generare contenuti unici. L'AI Generativa, ad esempio, può alimentare *chatbot* e *avatar* all'interno dei mondi virtuali, consentendo interazioni naturali, immersive e personalizzate. Questi personaggi virtuali possono comunicare senza barriere linguistiche, grazie alla traduzione simultanea e all'adattamento culturale. Inoltre, gli algoritmi di Intelligenza Artificiale Generativa permettono ai mondi virtuali di adattarsi dinamicamente alle

² Per Realtà Aumentata si intende quell'insieme di informazioni che vengono “aggiunte” ad un'immagine reale grazie all'impiego di una videocamera (o di una webcam) collegata ad un computer e di una rete di sensori (Rauschnabel et al., 2022), o in generale da dispositivi dell'*Internet of Things*, vale a dire l'insieme di dispositivi “intelligenti” in grado di comunicare tra loro, con computer e con l'uomo a per mezzo della connettività Internet arricchendo le esperienze di vita, quotidiane e di consumo (Sestino et al., 2020).

³ Per Realtà Virtuale (VR), si intende l'uso della modellazione e simulazione computerizzata che consente ad una persona di interagire con un ambiente visivo o altro ambiente sensoriale tridimensionale (3-D) artificiale.

⁴ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/Metaverso-mondi-realta-virtuale>

⁵ “Metaverso. Cosa significa, chi lo controllerà e perché sta rivoluzionando le nostre vite” – Garzanti, settembre 2022.

interazioni degli utenti, modificando scenari, dialoghi o ambienti in base al contesto.

Lo sviluppo di un ecosistema tecnologico così integrato diventerà sempre più un elemento abilitante differenziante per il rinnovamento economico del Paese catalizzato, tra le altre cose, dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), per la digitalizzazione e l'efficientamento produttivo delle imprese italiane, la virtualizzazione della realtà rappresentano tecnologie "acceleranti" nei processi produttivi.

Sul lato della domanda, per il consumatore, il Metaverso stesso rappresenta un possibile nuovo modello di apprendimento e/o formazione, di interazione con i fornitori di servizi e prodotti e di fruizione di contenuti digitali; una dimensione di interazione totalmente rinnovata, popolata da *avatar* e con un sistema monetario basato sulle criptovalute (potenzialmente).

Una realtà ibrida, ancora in fase di definizione, che tuttavia rende necessario gestire potenziali rischi connessi, come la tutela della *privacy* e dell'identità digitale, la regolamentazione fiscale e giuridica degli scambi economici, il contrasto dei *cyber* attacchi e del *cyber crime* in una dimensione spaziale caratterizzata dalla non territorialità degli spazi di interazione e di attribuzione giuridica. Da non sottovalutare anche i rischi di natura fisica e psicosociali correlati ad un utilizzo prolungato delle tecnologie AR e VR.

L'Italia punta ad essere un paese capofila dell'industria di settore capitalizzando l'esperienza che il marchio "*Made in Italy*" è in grado di rappresentare, attraverso una politica di sviluppo che miri a sostenere investimenti mirati in settori industriali di assoluto riferimento. Tali tecnologie rappresentano, infatti, una svolta epocale nel progresso scientifico e tecnologico del nostro Paese, aprendo straordinarie opportunità di sviluppo economico e offrendo applicazioni rilevanti, anche in chiave *dual use*, nei settori della Difesa e della sicurezza nazionale. Sviluppo e sicurezza sono infatti aspetti inscindibili: non può esistere sviluppo senza sicurezza.

Citando la nuova strategia industriale⁶, "*puntare sulle cosiddette tecnologie di frontiera significa realizzare nel lungo periodo un potenziamento della sovranità tecnologica italiana ed europea, presupposto fondamentale per rafforzare il posizionamento della nostra economia nello scacchiere internazionale, in grado di provocare trasversalmente delle ricadute positive su tutti i settori industriali e portare con sé rilevanti benefici anche su altre dimensioni, come quella della sicurezza*".

Il Governo intende quindi creare le condizioni abilitanti per sostenere l'ecosistema delle tecnologie virtuali per servire e digitalizzare le imprese italiane, per sostenere l'applicazione della tecnologia nei settori industriali chiave e nella Pubblica Amministrazione e per supportare lo sviluppo e l'arrivo di nuovi talenti a supporto di tutte le missioni strategiche del PNRR.

⁶ Made in Italy 2030 – Libro Verde per una nuova politica di strategia industriale per l'Italia
<https://www.mimit.gov.it/libro-verde>



2.

DEFINIZIONI

2. DEFINIZIONI

Un'esperienza di questo tipo è resa possibile da dispositivi e infrastrutture che rendono il Metaverso un *mix* di elementi ad alto tasso di tecnologia. Gli strumenti quali AR (*Augmented Reality*) e VR (*Virtual Reality*), le connessioni superveloci e la *blockchain*, oltre al simultaneo scambio di un'incalcolabile quantità di dati e informazioni tramite *cloud* e tecnologie in fibra ottica, rendono possibile accedere all'esperienza coinvolgente del Metaverso.

Il Metaverso può essere definito come un insieme di spazi digitali interoperabili. Un ecosistema di mondi virtuali interconnessi e di applicazioni accessibili attraverso una moltitudine di tecnologie e dispositivi. Si tratta quindi di uno spazio tridimensionale, condiviso e collettivo, che costituisce un ambiente di vita virtuale che si sovrappone al mondo fisico della vita reale, permettendo agli utenti di interagire in modo più diretto e immediato rispetto ai comuni *social network*, grazie ad una modalità di partecipazione immersiva e quindi più coinvolgente.

La VR può, a sua volta, essere definita anche immersiva (IVR) quando l'ambiente digitale che si genera è così convincente che l'utente vi si senta completamente immerso.

Come sopra evidenziato, quindi, il concetto di Metaverso prefigura un insieme di mondi virtuali interconnessi, popolati da *avatar* gestiti da singoli individui⁷. Affinché si possa parlare di Metaverso è necessaria l'individuazione di otto caratteristiche principali, quali:

- Persistenza;
- Accessibilità;
- Immersività;

- Modulabilità;
- Interoperabilità;
- Transnazionalità;
- Il possesso di *asset* digitali;
- La rappresentazione delle persone fisiche tramite gli *avatar*⁸.

Le tecnologie attraverso cui si "produce" la Realtà Virtuale sono evoluzioni di tecnologie già esistenti. AR e VR rappresentano gli elementi di punta, in quanto abilitano in maniera maggiore le opportunità fruibili nel Metaverso. I dispositivi indossabili come, per esempio, visori o occhiali per la Realtà Virtuale o Aumentata non sono una novità, esistevano già prima della nascita dell'attuale concetto di Metaverso.

È importante, in questo caso, distinguere inoltre tra i termini "Metaverso" e "Web3" o "Web 3.0". Il Web3 si basa sull'utilizzo della *blockchain* per creare tecnologie decentralizzate e certificare la proprietà personale, l'identità, contenuti e risorse. Web3, *blockchain* e *Non-Fungible Tokens* ("NFTs") sono quindi applicazioni "adiacenti" e rilevanti per l'evoluzione del Metaverso. Ad esempio, l'innovazione dei protocolli e degli *standard blockchain* può essere adattata per le identità digitali, che a sua volta sosterrà la creazione di *wallet* interoperabili. Il Web3 di per sé non richiede esperienze 3D, reindirizzate in tempo reale o sincrone, mentre il Metaverso non richiede decentralizzazione, *database* distribuiti, *blockchain* o che il controllo o il valore della rete dalle attuali piattaforme passi in buona parte agli utenti⁹.

⁷ "Metaverso. Cosa significa, chi lo controllerà e perché sta rivoluzionando le nostre vite" – Garzanti, settembre 2022.

⁸ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/Metaverso-mondi-realta-virtuale>

⁹ "Metaverso. Cosa significa, chi lo controllerà e perché sta rivoluzionando le nostre vite" – Garzanti, settembre 2022.



3.

EVOLUZIONE

DELL'ECOSISTEMA

TECNOLOGICO E CASI D'USO

3. EVOLUZIONE DELL'ECOSISTEMA TECNOLOGICO E CASI D'USO

3.1 Evoluzione della domanda – Consumatore

Ad oggi parliamo di Metaverso come se si trattasse di una migrazione da una realtà fisica ad una Realtà Virtuale e quello che più plausibilmente avverrà nel corso dei prossimi anni sarà un progressivo aumento delle applicazioni settoriali di tecnologie basate su Realtà Virtuali e Aumentate, che senz'altro sono anche molto utili per il miglioramento della nostra vita (ad esempio, nel monitoraggio della salute, a scopi professionali). La Realtà Virtuale e il mondo del Metaverso saranno certamente di ausilio in molte applicazioni centrate sulla persona e saranno impennate sul totale approccio della *human-centricity*.

Un sondaggio condotto in Italia su un campione di 1484 persone mostra come il 77% degli intervistati riesca a darne una definizione in maniera spontanea e più della metà fornisce una descrizione formalmente corretta. Inoltre, il 63% degli intervistati conosce bene o molto bene i concetti di Realtà Virtuale e il 52% conosce bene e molto bene il concetto di Realtà Aumentata¹⁰. Come era ipotizzabile, la fascia di età maggiormente familiare con questi temi è la generazione dei più giovani, come la fascia delle età tra i 16 e i 26 anni (*Gen Z*), per i quali il 17% conosce molto approfonditamente il concetto di Realtà Aumentata, rispetto al generale 12%.

Il Metaverso riesce ad offrire e proporre diverse attività e attrazioni per gli utenti. Gli intervistati del sondaggio dell'Osservatorio Metaverso-Ipsos hanno dichiarato per il 28%, rispetto al totale intervistato, di aver assistito ad un concerto, ad uno spettacolo o ad un film, per il 30% di aver esplorato una nuova città e

per il 33% di aver trascorso del tempo con gli amici. Si evidenzia come gli intervistati presentino l'interesse di nuove attività nel Metaverso in futuro, come per esempio di esplorare una nuova città dove il 63% ha risposto affermativamente.

Secondo una *survey*, condotta alla fine del 2021 sugli utenti di *Internet*, oltre la metà degli intervistati utilizzerebbe il Metaverso per lavoro, con spazi di lavoro virtuali e *networking*. Il 48% ha dichiarato che l'arte e l'intrattenimento dal vivo sono i motivi principali per entrare a far parte del Metaverso e il 44% ha dichiarato di investire in *criptovalute* e *token* non fungibili (*NFT*)¹¹.

Tra gli altri utilizzi degli *NFT* all'interno del Metaverso, si segnala la possibilità di rappresentare in maniera univoca la proprietà di terre ed edifici, acquistare biglietti per spettacoli esclusivi, conferenze e altri eventi virtuali, avvicinandosi al concetto dei c.d. *utility token*, ovvero ai *voucher* virtuali circolanti sulla *blockchain*, che danno accesso a beni e servizi.

Da notare che la pandemia di *COVID-19* ha velocizzato l'evoluzione di *Internet* verso questa nuova forma di interazione¹². A differenza di quanto accade durante le grandi crisi economiche, la situazione di crisi sanitaria globale non ha rallentato l'evoluzione tecnologica, bensì l'ha accelerata mostrando una maggior richiesta di servizi, prodotti ed esperienze *digital based*, ivi incluso all'interno del settore pubblico¹³. Invero, con la riduzione degli spostamenti e la diffusione del lavoro da remoto, molte persone hanno iniziato a cercare nelle esperienze *online* un nuovo modo per interagire

¹⁰ Osservatorio Metaverso e Ipsos (2023). *Metaverso: opinioni, conoscenza ed esperienze degli italiani*.

¹¹ Gli *NFT* sono dei "certificati digitali" basati sulla tecnologia *blockchain* volti a identificare in modo univoco, insostituibile e non replicabile la proprietà di un prodotto digitale.

¹² Siby, K. M. (2021). *A study on consumer perception of digital payment methods in times of covid pandemic*. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 5(3), 1-12.

¹³ Sestino et al., 2021.

con gli altri, portando ad un incremento dell'uso dei *social network*¹⁴, alla maggior diffusione di applicazioni come *Zoom* e *Houseparty* e soprattutto alla maggior richiesta di spazi di interazione sociali virtuali¹⁵, spingendo così molte aziende ad investire nel settore

della Realtà Virtuale o Mista, del Metaverso, così richiamando una rinnovata attenzione da parte di *policymaker* nazionali e internazionali.

¹⁴ Al-Dwaikat, T. N., Aldalaykeh, M., & Rababa, M. (2020). The relationship between social networking sites usage and psychological distress among undergraduate students during COVID-19 lockdown. *Heliyon*, 6(12), e05695.

¹⁵ Jarzyna, C. L. (2021). Parasocial interaction, the COVID-19 quarantine, and digital age media. *Human Arenas*, 4(3), 413-429.

3.2 Evoluzione dell'offerta – Azienda

Le nostre aziende sono in ritardo nella digitalizzazione: stando all'indice DESI (Digital Economy and Society Index) sviluppato dalla Commissione europea, l'Italia nel 2022 si classificava al diciottesimo posto tra i ventisette Paesi europei. Questo piazzamento sottolinea un divario notevole rispetto ad altre nazioni europee, evidenziando la crescente necessità di accelerare i processi di digitalizzazione, soprattutto considerando i target immaginati dalla Commissione nell'ambito del Digital Decade. Molta strada resta ancora da percorrere per quanto riguarda la digitalizzazione delle piccole e medie imprese, delle quali solo il 60,7% possiede un livello base di intensità digitale, di poco al di sopra della media europea (57,7%) ma con ampi margini di miglioramento. Ancora critica, specialmente alla luce dell'importanza che la tecnologia avrà in futuro, risulta la scarsa applicazione di soluzioni di intelligenza artificiale da parte delle imprese italiane, con un indice di diffusione del 5%, più basso di quello di Germania (11,6%), Spagna (9,2%) e Francia (5,9%)³⁸. La stessa situazione in chiaroscuro si manifesta anche per quanto riguarda l'adozione di altre tecnologie altamente strategiche. Ad esempio, relativamente ai Big Data, l'Italia, con un valore di utilizzo nel 2020 pari all'8,6%, viene superata da Francia (21,7%), Germania (17,8%) e Spagna (9%)³⁹. L'Italia è invece meglio posizionata per quanto riguarda tecnologie maggiormente consolidate come il Cloud, dove con un valore di utilizzo pari al 55,1%, superiamo Germania (38,5%), Spagna (27,2%) e Francia (22,9%). Vediamo quindi le tecnologie AR e VR come un'opportunità di salto generazionale per le imprese che necessariamente si dovranno dotare di strumentazione AI, big data e cloud per abilitare il pieno utilizzo delle tecnologie alla frontiera.

L'Osservatorio Realtà Aumentata e Metaverso della *School of Management* del Politecnico di Milano ha individuato a livello mondiale, dal 2018 fino al 2023, 130 mondi virtuali pubblici e 119 piattaforme per la realizzazione di ambienti privati¹⁶. La natura pionieristica del settore spinge le aziende ad investire: si contano 736 progetti sviluppati all'interno dei mondi virtuali e delle piattaforme nello stesso periodo, con 71 di questi in Italia. Si tratta di mondi virtuali a volte anche molto diversi tra loro, soprattutto per quanto attiene alle regole, alle funzionalità e ai modelli di *business*:

- Il 44%¹⁷ dei mondi virtuali è già *Metaverse Ready*, ossia è liberamente accessibile da chiunque, persistente (continua ad esistere indipendentemente dalla presenza o meno di un soggetto), economicamente attivo, dotato di grafica 3D, con componenti di interoperabilità che permetterebbero di utilizzare gli *asset* digitali in maniera *cross-platform* (rientrano in questa categoria *Decentraland*, *The Sandbox* e l'italiana *The Nemesis*);
- Il 33% di questi mondi è *Open World*, si tratta cioè di progetti aperti, persistenti, modulabili e immersivi, ma non interoperabili. L'esempio più rilevante è *Horizon Worlds*, uno dei prodotti di punta di Meta;
- Il 19% è della categoria *Focused World*, cioè dei mondi virtuali settoriali i cui progetti sono focalizzati su una particolare area di interesse (*gaming*, commercio, formazione, collaborazione lavorativa). Rientrano in questa categoria *Fortnite* e *Microsoft Mesh*;
- Infine, vi è un 4% di *Showrooming World*, cioè vetrine virtuali destinate all'esposizione

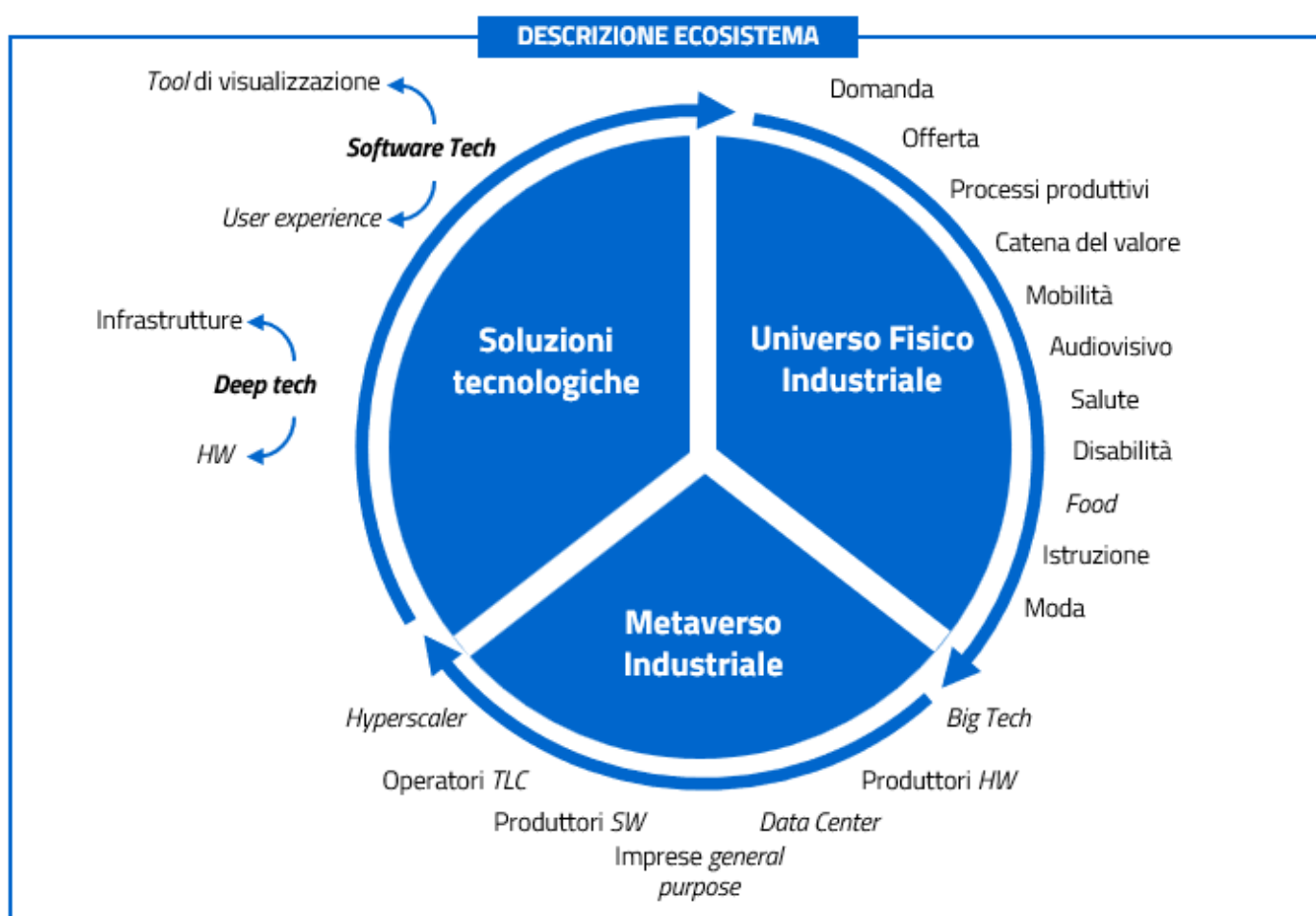
¹⁶ <https://www.osservatori.net/comunicato/extended-reality-metaverse/Metaverso-extended-reality-mondi-virtuali/>

¹⁷ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/Metaverso-mondi-realta-virtuale>

(principalmente di opere d'arte) in cui l'utente non ha la possibilità di creazione e in cui manca la presenza di un'economia interna.

Tra i progetti censiti, la maggioranza riguarda i settori del *Retail* (30%), dell'*Entertainment* (30%) e dell'*IT* (17%). Da segnalare anche il 9% di progetti *Finance and Insurtech* e il 5% del *Food&Beverage*. L'84% di questi progetti è stato sviluppato sulle piattaforme di *The Sandbox* (43%), *Decentraland* (23%) e *Roblox* (15%)¹⁸. Da

medie dimensioni, dove il 68% ha incrementato le risorse rispetto al 2023. Anche le grandi e piccole aziende hanno mostrato un interesse crescente nel settore. Le prime, ovvero quelle con oltre 5.000 dipendenti, hanno registrato un aumento del 58% negli investimenti e le seconde, pur con risorse più limitate, hanno contribuito in modo significativo alla crescita del mercato, con il 58% che ha destinato maggiori fondi per l'implementazione di queste



sottolineare, infine, che l'83% dei progetti oggetto dell'analisi prevede l'utilizzo di *NFT*.

Nel 2024, come emerso dal recente *Industrial Metaverse Research Study*¹⁹ di *Siemens*, gli investimenti nel Metaverso industriale hanno registrato una crescita significativa a livello globale. Il 62% delle aziende ha, difatti, aumentato i *budget* dedicati a queste tecnologie, con un picco tra le imprese di

soluzioni innovative. Complessivamente, l'adozione del Metaverso industriale avanza rapidamente in tutte le aree geografiche, pur evidenziando differenze tra Nord America, Europa e Asia-Pacifico.

In Italia, i progetti innovativi nell'ambito della Realtà Aumentata, Mista e Virtuale, sommando progetti all'interno o all'esterno di mondi virtuali, sono 482, dal

¹⁸ <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/Metaverso-mondi-realta-virtuale>

¹⁹ *Industrial Metaverse Research Study – Siemens*

2020 al 2023, di cui 108 sono nati nel 2023²⁰. Secondo delle stime²¹, le tecnologie immersive avranno un significativo impatto sull'economia italiana, compreso tra 18,8 e 25,7 miliardi di euro, dal 2023 al 2029.

Il contributo cumulativo del Metaverso nel periodo compreso tra il 2024 e il 2029 raggiungerebbe un valore tra i 34,6 e 47,2 miliardi di euro. Anche se le stime rappresentate sono piuttosto ottimistiche, il Metaverso rappresenta una concreta opportunità di crescita di investimenti in digitalizzazione.

Figura 1. Parole chiave nell'ecosistema produttivo del Metaverso: necessità, attori e soluzioni

²⁰ <https://www.osservatori.net/comunicato/extended-reality-metaverse/Metaverso-extended-reality-mondi-virtuali/>

²¹ Politecnico di Milano e Meta (2023). *L'Impatto Economico del Metaverso in Italia*.

Vista la convergenza tecnologica, i mondi virtuali si delineano come un palcoscenico che vedrà differenti attori in gioco: le *big tech*, le imprese di riferimento in settori industriali tradizionali, i produttori di *hardware*, i produttori di *software* ed infine le imprese di telecomunicazioni che gestiscono grandi quantità di dati attraverso i propri *datacenter* e rendono possibile il flusso di dati attraverso le proprie reti a banda ultra-larga.

I due pilastri principali di un ecosistema efficiente del Metaverso sono le "*Deep Tech*" e le "*Software Tech*": le "*Deep Tech*" si suddividono in "*hardware*" (ad esempio, occhiali *smart*, tecnologie in grado di gestire il tatto) e "*infrastrutture*" (ad esempio, *cloud*, reti e *chip*), mentre le "*Software Tech*" contengono i "*tool* di virtualizzazione" (ad esempio, motori 3D, *kit* per la AR, sviluppo degli *avatar*) e le "esperienze" vere e proprie (ad esempio, lavoro virtuale, *gaming*, concerti) fruibili nel Metaverso.

Le grandi piattaforme *tech* che hanno beneficiato dell'ascesa delle *app* per dispositivi mobili ora guardano alla Realtà Aumentata e al mondo del Metaverso come il prossimo fattore di cambiamento degli ecosistemi economici. In quest'ottica, il cambio di direzione a livello economico globale sarà dettato dal fatto che aumenterà l'offerta per i consumatori e per le imprese, queste ultime intente a fruire di applicazioni in continua evoluzione. Ad esempio:

- *Apple* ha fatto il proprio ingresso nel settore della Realtà Mista con le tecnologie AR e VR, che potrebbero diventare una naturale evoluzione di dispositivi *mobile* e *wearable* nella fruizione del *web*²²;

- Luxottica, in *joint venture* con Meta, si è focalizzata sulla scelta "*wearables*" per la AR, con *Ray-Ban stories*²³, e *Oculus* per la VR²⁴ ed integrazione con la piattaforma *Facebook* operante sui cellulari. Sono previsti prodotti dal *design* consolidato e con funzioni ben precise in grado di coniugare il mondo reale con quello virtuale secondo i paradigmi del Metaverso. Si propone un dispositivo dotato di doppia macchina fotografica/videocamera (per valutare l'effetto stereoscopico), riproduzione audio, comandi *touch* ed integrazione con il sistema operativo *Facebook View* (di Meta²⁵). Nello specifico, dalla collaborazione tra *Ray-Ban* e Luxottica con Meta, sono stati proposti sul mercato gli occhiali intelligenti *Wayfarer*, ovvero *smart glasses* dotati di una videocamera invisibile interna alla montatura, che permette di inquadrare e scattare fotografie o filmare video da condividere in tempo reale sui *social*²⁶;
- *Microsoft* ha lanciato *Mesh for Teams*: si tratta di una *piattaforma* che supporta esperienze immersive condivise e unirà le possibilità della Realtà Mista ai *tool* di produttività, permettendo di lavorare a distanza in modo più naturale²⁷;
- *Snap Inc.* ha introdotto la possibilità di creare *avatar* personalizzati e funzioni che sfruttano la Realtà Aumentata per rendere più immersiva l'esperienza²⁸.

Le grandi aziende, le *startup*, le PMI innovative e, conseguentemente, le società di *venture capital*, stanno investendo nel Metaverso per sfruttarne le potenzialità relative all'efficientamento e al potenziamento del processo produttivo e per lo sviluppo di esperienze immersive ed innovative per i

²² <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

²³ <https://about.fb.com/news/2023/09/new-ray-ban-meta-smart-glasses/>

²⁴ <https://edition.cnn.com/2023/09/27/tech/zuckerberg-meta-quest-3/index.html>

²⁵ <https://www.apkmirror.com/apk/facebook-2/facebook-view/>

²⁶ <https://www.essilorluxottica.com/it/highlights2021/ray-ban-stories>

²⁷ <https://news.microsoft.com/source/features/innovation/mesh-for-microsoft-teams/>

²⁸ <https://newsroom.snap.com/it-IT/bitmoji-introduces-a-new-avatar-style>

consumatori, attingendo al *driver* tecnologico trasversale dei *big data*.

Esistono sul mercato un nutrito numero di piattaforme utilizzabili dalle aziende per avviare l'implementazione delle tecnologie di Realtà Aumentata (AR). Esempi:

- *ARKit* (Fornitore: *Apple*, *framework* per la creazione di applicazioni AR su dispositivi *iOS*. Consente agli sviluppatori di creare esperienze AR immersive utilizzando la fotocamera e i sensori di *iPhone* e *iPad*);
- *ARCore* (Fornitore: *Google*, per dispositivi *Android*. Permette agli sviluppatori di creare applicazioni AR che possono funzionare su un'ampia gamma di *smartphone Android*);
- *Vuforia* (Fornitore: *PTC*, piattaforma AR ampiamente utilizzata che supporta il riconoscimento e il tracciamento delle immagini. *Vuforia* è adatta per varie applicazioni, tra cui *marketing*, formazione e visualizzazione di prodotti);
- *ZapWorks* (Fornitore: *Zappar*, piattaforma AR *user-friendly* che consente alle PMI di creare esperienze AR interattive, senza una vasta conoscenza di programmazione. Offre strumenti per la creazione di contenuti AR per *marketing* ed educazione);
- *Blippar* (Fornitore: *Blippar*, piattaforma AR che consente alle aziende di creare esperienze AR per *marketing* e pubblicità. Fornisce strumenti per il

riconoscimento delle immagini e la creazione di contenuti 3D).

Idem per le piattaforme di Realtà Virtuale (VR), esempi:

- *Oculus Quest 2* (Fornitore: *Meta*, visore VR autonomo che non richiede un *PC* o una *console*. È adatto per le PMI che desiderano implementare formazione VR, simulazioni o esperienze immersive);
- *HTC Vive* (Fornitore: *HTC*, piattaforma VR che offre una gamma di visori e strumenti di sviluppo. È adatta per le PMI nei settori del *gaming*, della formazione e della visualizzazione progettuale);
- *Unity* (Fornitore: *Unity Technologies*, motore di gioco che supporta sia lo sviluppo AR che VR. Le PMI possono utilizzare *Unity* per creare applicazioni ed esperienze interattive in vari settori);
- *Unreal Engine* (Fornitore: *Epic Games*, motore di gioco ad alta fedeltà che supporta lo sviluppo VR. È adatto per le PMI che desiderano creare esperienze VR visivamente straordinarie, in particolare nei settori del *gaming* e dell'architettura);
- *Mozilla Hubs* (Fornitore: *Mozilla*, piattaforma VR basata sul *web* che consente agli utenti di creare e unirsi a stanze virtuali. È accessibile tramite *browser web*, rendendo facile per le PMI implementare riunioni VR e spazi collaborativi, senza richiedere *hardware* specializzati).

3.3 Esempi di use case settoriali

1

Nel settore della **space economy e delle tecnologie spaziali** e, in particolare, nel *downstream* satellitare, si riscontra una penetrazione significativa delle tecnologie di Realtà Aumentata e Virtuale. Nel contesto italiano, anche in rapporto con la Misura PNRR M1C2.4 di titolarità del MIMIT, l'aumento della quantità e della qualità dei dati acquisiti dalle costellazioni di osservazione della Terra (IRIDE, Copernicus, etc.) sta stimolando ulteriormente la diffusione dei paradigmi tecnologici di AR e VR, agevolando, tra l'altro, lo sviluppo di soluzioni di *digital twin* del territorio, con applicazioni *multi purpose* da parte delle imprese e con l'erogazione di servizi di pubblica utilità (monitoraggio ambientale e sanitario, utilizzo del suolo, sfruttamento delle risorse idriche e forestali, etc.). Esempi virtuosi includono *Thales Alenia Space* Italia e *ALTEC* che testimoniano l'utilizzo della VR per la progettazione di componenti critici per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS), consentendo una maggiore precisione e una significativa riduzione delle tempistiche. Questo tipo di applicazione ha effetti positivi sia per il settore spaziale sia per l'industria civile, contribuendo all'innovazione e alla crescita tecnologica del Paese. L'implementazione e la diffusione delle tecnologie AR e VR sono rese possibili grazie alla stretta collaborazione tra il settore della Difesa e l'industria privata, fondamentale per accelerare l'implementazione delle soluzioni, tanto nel contesto militare quanto in quello civile, garantendo un'adozione mirata e sostenibile che risponda alle necessità del Paese.

2

Nel settore delle **smart city, del monitoraggio delle infrastrutture e della pianificazione urbana**, le tecnologie di AR e VR stanno

rivoluzionando l'approccio alla gestione e allo sviluppo delle città intelligenti. L'utilizzo della Realtà Aumentata consente, ad esempio, di sovrapporre informazioni geospaziali e dati in tempo reale direttamente nell'ambiente fisico, come nel caso del monitoraggio strutturale dei ponti, dove tecnici sul campo possono visualizzare dati relativi a tensioni, vibrazioni e degrado dei materiali, direttamente attraverso visori o dispositivi mobili. La Realtà Virtuale, invece, viene impiegata per simulazioni immersive di scenari urbani, come nella progettazione di nuovi quartieri o di infrastrutture di mobilità sostenibile, permettendo a progettisti e amministratori di testare diverse soluzioni in un ambiente virtuale prima di implementarle fisicamente. Ad esempio, città come Roma e Bologna hanno iniziato ad utilizzare *digital twin* supportati da AR e VR per ottimizzare la pianificazione di interventi di riqualificazione urbana. Altre realtà come *3D smart city* producono tecnologie che implementano AR e VR per progetti come la gestione *smart* delle reti idriche e il monitoraggio delle infrastrutture energetiche, migliorando la sostenibilità e la resilienza delle città. Questi strumenti trovano applicazione anche nella gestione di emergenze urbane, come simulazioni di evacuazione o analisi predittiva di eventi meteo estremi, rendendo le città più sicure ed efficienti.

3

Le tecnologie AR e VR stanno rivoluzionando il settore della **Difesa**, offrendo soluzioni che migliorano addestramento, manutenzione e operazioni. La possibilità di simulare scenari complessi e immersivi consente alle Forze Armate di esercitarsi in contesti multi-dominio, riducendo rischi, costi e accelerando la formazione²⁹. L'Esercito utilizza la cosiddetta "bolla tattica", un sistema che garantisce

²⁹ Human Digital Twin in the Military: findings and perspectives, STO Nato Specialists' meeting, 2024

protezione cibernetica e controllo dello spettro elettromagnetico, integrato con strumenti VR per simulare scenari tattici complessi. La Marina Militare impiega simulatori per la gestione di veicoli subacquei, integrando procedure operative e modelli tridimensionali per l'addestramento. L'Aeronautica Militare si concentra sulla manutenzione e sulla formazione avanzata dei piloti, utilizzando simulatori che consentono di eseguire finanche voli in formazione con velivoli realmente in volo. Il settore spaziale rappresenta un ulteriore chiaro esempio dell'impiego di tali tecnologie. La Realtà Virtuale è infatti utilizzata per addestrare gli astronauti, migliorando la capacità di gestione degli scenari di emergenza. Tali applicazioni non si limitano esclusivamente al settore militare ma offrono un'ampia gamma di opportunità **dual use**, a beneficio del contesto civile. Queste tecnologie permettono infatti di ottimizzare la manutenzione di mezzi e infrastrutture critiche, di migliorare la pianificazione delle operazioni logistiche e di simulare scenari di salvataggio e soccorso. L'uso combinato di AR e VR è inoltre particolarmente efficace per l'addestramento del personale medico.

4

Nel settore **automotive**, ad oggi, alcuni pionieri (ad esempio, Hyundai) hanno compreso le potenzialità del Metaverso e hanno tracciato la strada per una connessione intelligente dei dispositivi equipaggiati a bordo con il Metaverso in grado di estendere il ruolo della mobilità alla Realtà Virtuale (VR), consentendo in definitiva alle persone di superare i limiti fisici del movimento nel tempo e nello spazio. Nella concezione della *big company* sudcoreana, saranno i *robot* a fare da punto di collegamento tra il mondo reale e gli spazi virtuali, proponendo il nuovo concetto di "*Metamobility*"³⁰.

³⁰ <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/hyundai-shares-vision-of-new-metamobility-concept-through-robotics-and-metaverse-at-CES-2022.html>

Hyundai ha creato *mobility adventure*, uno spazio virtuale in cui gli utenti possono conoscere il *brand* tramite esperienze interattive e condivisione. La piattaforma "parallela" ispirata al Metaverso dispone di una piazza virtuale centrale per gli eventi, una *eco-forest* per raccontare la mobilità sostenibile e una pista di gara per giocare con i modelli ad alte prestazioni. *Nascar*, impresa statunitense attiva nella competizione automobilistica, ha lanciato una *joint venture* pluriennale con *Roblox* per promuovere il *brand* tra i più giovani. Tra le iniziative sono rientrate, ad esempio, il lancio di un'auto virtuale, vestiti *brandizzati* per gli *avatar* e un *contest* in cui viene data la possibilità di disegnare la propria uniforme³¹.

5

Nel settore dell'**healthcare**, la portata dell'utilizzo del Metaverso potrebbe essere dirompente. Nello scenario attuale, infatti, la Realtà Virtuale è già parte della formazione in campo medico, oltre ad essere utilizzata per trattare patologie psichiatriche o in generale della mente. Ulteriori sviluppi abilitati dall'ecosistema del Metaverso potrebbero contribuire ad arricchire tali applicazioni e ad aprire frontiere ulteriori per l'assistenza domiciliare a distanza, il *monitoring* dei pazienti, la formazione e la prevenzione. La possibilità di analizzare un numero elevato di pazienti, la visione di profondità degli organi, anche da angoli non consentiti da un normale campo chirurgico, la possibilità di sperimentare e sbagliare in un ambiente realistico, senza ledere il paziente, sono ad oggi alcuni dei possibili vantaggi della Realtà Virtuale applicata alla formazione dei medici, in grado di creare simulazioni realistiche utili sia all'apprendimento, sia alle esercitazioni, con l'ulteriore vantaggio di consentire la ripetizione delle procedure anche in assenza del docente e che in maniera più amplificata potrebbe abilitare numerosi

³¹ <https://en.help.roblox.com/hc/it/articles/208260046-Modalit%C3%A0-VR-di-Roblox>

ed ulteriori ambiti di applicazione³². Altro ambito di formazione attiene al personale di primo soccorso, che ha modo di esercitarsi in ambienti realistici e confrontarsi con scenari di emergenza, come nei progetti sviluppati da *Avietra Srl*.

6

Nel settore della **moda**, *Balenciaga*, azienda rilevante nello *streetwear* di lusso, ha collaborato con *Fortnite* per rendere disponibili alcuni capi all'interno del gioco³³. Similmente, Gucci ha organizzato un'esposizione su *Roblox* in cui ha venduto all'asta una borsa virtuale, costruita con la modalità degli *NFT*, per oltre 4,000\$, vale a dire più del valore dell'oggetto reale. Tale aspetto è sintomatico della portata e delle potenzialità del Metaverso e dei *business model* ad esso connessi. La *Nike* ha lanciato le "*Nike Dunk Genesis Cryptokicks*", una collezione da 20mila *sneakers* sotto forma di *NFT*. Il lancio degli *NFT* è avvenuto in *partnership* con la *startup* di moda digitale *Rtfkt*, che il gruppo *Nike* ha acquistato lo scorso dicembre. Le *sneakers* digitali sono state acquistate a prezzi tra i 7500 ed i 9000 dollari. Già nei mesi scorsi *Nike* aveva costruito il proprio Metaverso "privato", *Nikeland*, sulla piattaforma *Roblox*. Adidas ha presentato la collezione di *NFT* "*Into the Metaverse*", realizzata in collaborazione con l'*influencer* Gmoney e il *Bored Ape Yacht Club*. Il marchio ha inoltre cominciato ad acquistare immobili digitali su *The Sandbox*.

7

Nel settore dell'**audiovisivo**, *CJ CGV*, la più grande catena cinematografica della Corea del Sud, ha aperto il primo cinema in assoluto nel Metaverso^{34,35}. I visitatori possono addentrarsi nella

hall virtuale, scegliere un film e comprare un biglietto alle casse, acquistare *popcorn* e bevande, e poi entrare in sala. All'interno della sala è possibile guardare *trailer* e altri contenuti video realizzati direttamente dal pubblico, come quelli che hanno vinto il primo e il secondo premio nel recente concorso "*Make Your Own Movie*". Inoltre, è possibile scegliere tra diversi tipi di poltrone *VIP*, tra cui "*Sweet Cinema*" sul modello di una suite d'albergo, "*Tempur Cinema*" con poltrone-letto, "*Cine & Foret*" con sedute circondate dalla natura, e "*4DX*", poltrone con annessa acqua nebulizzata e fragranze.

Nel settore della fruizione dei **beni culturali**, grazie

8

allo sviluppo di soluzioni AR in grado di consentire agli utenti di esplorare edifici storici ed opere d'arte attraverso *smartphone*. In questo ambito, ad esempio, Infratel Italia con *Microsoft* ed *Hevolus* hanno sviluppato un'esperienza di AR a Castel del Monte, divenuto un *HoloMuseum*³⁶. Analogamente *Magnetica Development* ha realizzato un'app per visitare il Duomo di Mantova tramite tecnologia AR con l'utilizzo del proprio *smartphone*³⁷. In ambito di formazione ed istruzione *IKON S.r.l.* ha sviluppato dei simulatori di guida per oltre 200 scuole guida ed ha ricreato ambienti immersivi per l'area monumentale nazionale dedicata alla Prima Guerra Mondiale del Museo di San Michele (FVG)³⁸.

Nei settori **agrifood**, **manutenzione stradale**, **monitoraggio** e **prestazioni industriali** si registrano i progetti avviati da *Realmore* in collaborazione con *ABB* e quelli di *Shin Software*. I

9

³² <https://www.agendadigitale.eu/tag/Metaverso/>

³³ <https://hypebeast.com/2021/9/balenciaga-fortnite-outfits-collaboration-apparel-collection>

³⁴ <http://www.smarttimad.esempio.co.kr/news/articleView.html?idxno=2604>

³⁵

<http://www.koreanfilm.or.kr/eng/news/news.jsp?mode=VIEW&seq=5708>

³⁶ <https://news.microsoft.com/it-it/2021/01/14/castel-del-monte-diventa-un-holomuseum-con-hevolus-infratel-italia-e-microsoft-lesperienza-del-museo-diventa-digitale/>

³⁷ <https://magnetica.it/Blog/Article/Cattedrale-Mantova-Percorso-multimediale-AR>

³⁸ <https://www.museodelmontesanmichele.it/>

differenti ambiti di applicazione hanno come comune denominatore lo sviluppo di esperienze di AR e VR per dispositivi *mobile* e *wearable* di nuova generazione, che consentono di ricreare ambienti immersivi in grado di simulare l'interazione con gli oggetti circostanti.

10

Nel settore dell'**apprendimento** e dell'**istruzione**, Realtà Aumentata e Virtuale si inseriscono nel paradigma degli spazi educativi *phygital* (con particolare riferimento al Metaverso), inizialmente stimolato dalle restrizioni del 2020, causate dalla pandemia di *COVID-19* che ha indotto molte università a rivedere la loro offerta formativa attingendo ad ambienti sintetici di AR/VR (Allegato 2). La Realtà Virtuale Immersiva (IVR) sta emergendo come uno strumento di straordinaria efficacia in ambito educativo, con un potenziale significativo nell'incrementare l'apprendimento sia per studenti con sviluppo tipico che atipico. L'uso della IVR offre esperienze coinvolgenti che simulano ambienti tridimensionali, permettendo agli utenti di interagire con contenuti educativi in modo dinamico e sensoriale, migliorando l'assimilazione di concetti complessi. Questo approccio è stato ampiamente studiato, dimostrando non solo la sua capacità di favorire l'acquisizione di conoscenze, ma anche di facilitare lo sviluppo di competenze cognitive, metacognitive e trasversali, cruciali per lo sviluppo e la crescita dei discenti. Infatti, le ricerche suggeriscono che la IVR non solo supporta l'acquisizione di contenuti specifici, ma facilita anche lo sviluppo di abilità metacognitive e competenze trasversali,

adattandosi a studenti con esigenze educative sia tipiche che atipiche.

La Realtà Virtuale Immersiva (IVR) ha dimostrato un grande potenziale nel migliorare l'**apprendimento** in contesti di sviluppo tipico, favorendo non solo l'acquisizione di conoscenze specifiche, ma anche l'autonomia e l'autoapprendimento. Diversi studi hanno messo in luce come la IVR possa trasformare le esperienze educative in maniera significativa. È stata analizzata l'efficacia della IVR nell'insegnamento dell'inglese a bambini delle scuole primarie³⁹, mostrando come la creazione di ambienti immersivi stimoli l'interesse e faciliti l'acquisizione di vocabolario e competenze linguistiche. Parallelamente, è stata esplorata l'adozione della VR nelle scuole italiane⁴⁰, evidenziando che l'interazione con contenuti virtuali coinvolgenti migliora la comprensione e la memorizzazione di concetti complessi.

Un recente studio ha valutato l'impatto della VR combinata con *chatbot* vocali alimentati da Intelligenza Artificiale, come *ChatGPT*, sull'**apprendimento** delle lingue⁴¹. Lo studio ha testato due modalità di interazione: *avatar* immersivi in Realtà Virtuale e *chatbot* vocali integrati. Entrambi gli strumenti si sono dimostrati efficaci nel migliorare l'apprendimento delle lingue senza l'uso di strumenti didattici dedicati, grazie alla loro adattabilità e alle funzionalità avanzate di Intelligenza Artificiale. In particolare, la combinazione di *avatar* immersivi in VR con *chatbot* vocali ha mostrato risultati promettenti, riducendo l'ansia legata alle conversazioni e promuovendo l'autoapprendimento. Gli utenti hanno

³⁹ Frolli, A., Esposito, C., Laccone, R. P., & Cerciello, F. (2024). English Language Learning in Primary School Children Using Immersive Virtual Reality. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 78-88). Cham: Springer Nature Switzerland. https://dl.acm.org/doi/10.1007/978-3-031-61691-4_6

⁴⁰ Romano, M., Frolli, A., Aloisio, A., Russello, C., Rega, A., Cerciello, F., & Bisogni, F. (2023). Exploring the potential of immersive virtual reality in Italian schools: a practical workshop with high school teachers.

Multimodal Technologies and Interaction, 7(12), 111. <https://www.mdpi.com/2414-4088/7/12/111>

⁴¹ Cavallaro, A., Romano, M., & Laccone, R. (2024). Examining User Perceptions to Vocal Interaction with AI Bots in Virtual Reality and Mobile Environments: A Focus on Foreign Language Learning and Communication Dynamics. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 20-30). Cham: Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-60606-9_2

manifestato una maggiore fiducia nell'efficacia della tecnologia e una crescente propensione all'apprendimento autonomo, sottolineando l'importanza della VR nel supportare approcci educativi autodiretti. Questi studi dimostrano che l'utilizzo della IVR nei contesti educativi tradizionali non solo facilita l'apprendimento di contenuti disciplinari, ma incoraggia anche una maggiore indipendenza degli studenti, rendendo l'educazione più personalizzata e accessibile. Da non trascurare anche l'impatto notevole dell'IVR nell'apprendimento di competenze specifiche per studenti con sviluppo atipico, in particolare per bambini con disturbi dello spettro autistico e con ADHD. È stato dimostrato che la IVR può essere utilizzata per supportare lo sviluppo delle abilità sociali nei bambini autistici⁴². Attraverso simulazioni di situazioni sociali, questi bambini possono esercitarsi in ambienti sicuri e controllati, migliorando la loro capacità di interagire con gli altri o supportare l'apprendimento di competenze comunitarie e domestiche. Inoltre, è stato documentato come l'utilizzo della Realtà Virtuale aiuti bambini con ADHD a mantenere l'attenzione e a ridurre le distrazioni, stimolando l'interesse e l'impegno nelle attività didattiche⁴³, e favorisca le abilità di lettura delle persone con dislessia elevando, in generale, le prestazioni di inclusione e di pari opportunità dell'istruzione nella tutela del diritto allo studio. In tale dominio, è possibile riferire dell'esperienza del Progetto 5A (Autonomie per l'Autismo Attraverso Realtà Virtuale, Realtà Aumentata e Agenti conversazionali) del Politecnico di Milano che ha proprio lo scopo di rafforzare l'autonomia delle persone con disturbo dello spettro autistico a medio-alto ed alto funzionamento, dai 16

anni all'età adulta, per agevolare il loro inserimento sociale e migliorarne la qualità di vita, attraverso l'utilizzo di applicazioni interattive caricate su *smartphone* e visori indossabili, che coniugano tecnologie di AR/VR con agenti conversazionali.

Inoltre, nel contesto di *Smarter Italy*, il programma gestito da AgID che utilizza lo strumento degli "appalti innovativi" (una forma di *procurement* la cui adozione è fortemente incoraggiata dalla Commissione europea), è stato lanciato il bando "Applicazioni innovative di Realtà Aumentata e Virtuale per persone con una condizione dello spettro autistico" che, nato inizialmente dalla collaborazione tra il MUR e la stessa AgID, nell'ambito del Programma Operativo Complementare Ricerca e Innovazione 2014-2020, mira allo sviluppo e alla sperimentazione di applicazioni AR/VR destinate alle persone con disturbo dello spettro autistico, nell'ambiente familiare e sociale in cui vivono.

Infine, oltre a facilitare l'apprendimento specifico, la Realtà Virtuale immersiva supporta lo sviluppo di competenze trasversali come il *problem-solving*, la creatività, la collaborazione, la resilienza e il *public speaking*. L'esplorazione di ambienti culturali attraverso la VR ha mostrato come tali esperienze possano promuovere la consapevolezza culturale e la collaborazione tra gli studenti⁴⁴. La possibilità di affrontare sfide comuni in ambienti virtuali stimola la cooperazione, potenziando le capacità di lavorare in gruppo. L'uso della IVR per migliorare la consapevolezza emotiva e la mentalizzazione ha ulteriormente messo in luce il potenziale della Realtà Virtuale come supporto di **competenze trasversali**, essenziali per il successo in contesti scolastici e

⁴² Frolli, A., Ricci, M., Di Carmine, F., Savarese, G., Siciliano, M., Carotenuto, M., & Rega, A. (2022). Using virtual reality to improve learning in children with ADHD. *CURRENT PEDIATRIC RESEARCH*, 26, 1244-1249. <https://www.iris.unisa.it/handle/11386/4781523>

⁴³ Frolli, A., Ricci, M. C., Cavallaro, A., Rizzo, S., & Di Carmine, F. (2021). Virtual reality improves learning in children with ADHD. In

EDULEARN21 Proceedings (pp. 9229-9236). IATED. <https://library.iated.org/view/FROLI2021VIR>

⁴⁴ Romano, M., Laccone, R. P., & Frolli, A. (2023). Designing a VR educational application to enhance resilience and community awareness through cultural exploration. In ICERI2023 Proceedings (pp. 9258-9267). IATED. <https://library.iated.org/view/ROMANO2023DES>

professionali⁴⁵. Uno studio su studenti di scuola secondaria⁴⁶ ha evidenziato come gli ambienti immersivi siano in grado di evocare vissuti di ansia legati al *public speaking* in modo simile al mondo reale, ma con un livello di attivazione emotiva inferiore. Questa caratteristica consentirebbe l'implementazione di *training* specifici di desensibilizzazione sistematica, basati su un'esposizione graduale allo stimolo (dagli ambienti virtuali a quelli reali), in modo da ridurre progressivamente l'ansia associata al parlare in pubblico, favorendo un miglioramento significativo delle abilità di *public speaking* anche nella vita reale. Anche una ricerca condotta da PwC nel 2022 negli Stati Uniti evidenzia i vantaggi nell'acquisizione di *hard skills* e competenze trasversali generati dai modelli di apprendimento in VR e nel Metaverso. Negli ultimi anni sono in crescita i programmi internazionali di "meta-university". In Italia, si segnalano, ad esempio, le esperienze del Politecnico di Torino, dell'Università di Milano-Bicocca e dell'Università di Camerino, il primo ateneo italiano a tenere un intero insegnamento nel Metaverso, e dell'Università degli studi internazionali di Roma, il primo ateneo a fornire a tutte le matricole un visore VR al fine di permettere la loro partecipazione a laboratori tematici sulla base del corso di laurea scelto, laboratori atti ad allenare, anche nel Metaverso, gli studenti alle professioni, acquisendo maggior consapevolezza del ruolo che andranno a ricoprire, e delle mansioni che svolgeranno. Inoltre, la Fondazione FORMIT ha recentemente ultimato il progetto *CLASS* in collaborazione con due istituti scolastici e dimostrato l'efficacia delle metodologie didattiche innovative, integrate con l'uso della VR, nel migliorare sia l'apprendimento della lingua inglese che lo sviluppo

delle competenze trasversali fondamentali. I risultati raccolti hanno evidenziato un miglioramento significativo nella motivazione allo studio, nella resilienza, nella gestione delle emozioni e nella capacità di affrontare le sfide quotidiane, confermando il valore della didattica metacognitiva supportata da tecnologie immersive. La letteratura scientifica evidenzia il ruolo trasformativo della Realtà Virtuale Immersiva nel campo dell'educazione, dimostrando come essa possa supportare l'apprendimento in modo inclusivo, adattandosi sia alle esigenze degli studenti con sviluppo tipico sia a quelle di coloro con sviluppo atipico. Le ricerche in tale ambito non solo consolidano la base teorica per l'integrazione della VR in ambito educativo, ma aprono nuove prospettive per un'educazione sempre più personalizzata, accessibile e orientata all'autoapprendimento.

11

Nel settore dello **sport** ha raggiunto una dimensione economica rilevante, pari a circa 22 miliardi di euro, con un contributo al PIL nazionale dell'1,3%.

In questo scenario, caratterizzato da una forte competizione tra grandi gruppi industriali e finanziari e da una significativa localizzazione di investimenti e sforzi da parte di aziende *technology based*, le soluzioni di AR/VR e il Metaverso prospettano una rivoluzione nel settore paragonabile a quella dell'*HD* e dello *streaming*. Le applicazioni sono molteplici: dalla sovrapposizione in tempo reale di contenuti additivi alle trasmissioni audio/video, al miglioramento dell'esperienza degli spettatori che assistono *live* agli eventi, dalla fruizione dell'*advertising*, fino, ovviamente, all'ottimizzazione (sintonizzata con l'AI) delle sessioni di allenamento con lo scopo di migliorare le *performance* degli atleti e i servizi forniti

⁴⁵ Bisogni, F., Errico, B., & Frolli, A. (2024). *Virtual Reality to improve Metacognition in Special Needs Education*. <https://ceur-ws.org/Vol-3751/short1.pdf>

⁴⁶ Aloisio A., Cavallaro A., Romano M (2024) *Metaverse Mastery: Enhancing Public Speaking Skills in Linguistic High School Students*

through Advanced Technologia, In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 20-30). Cham: Springer Nature Switzerland. In press

dai centri sportivi. Quest'ultima applicazione potrebbe detenere una valenza strategica per il correlato comparto industriale, essendo l'Italia il *leader* continentale come fatturato cumulato dalle aziende manifatturiere di beni sportivi.

L'evoluzione delle tecnologie immersive, come la Realtà Virtuale e la Realtà Aumentata, che consentono l'accesso ai mondi virtuali, sta ridefinendo le strategie di **advertising e marketing**. La possibilità di personalizzare le esperienze di acquisto e di coinvolgere gli utenti attraverso *avatar*, *showroom* virtuali e *digital twins* sta trasformando i modelli tradizionali di promozione, offrendo alle imprese opportunità innovative per interagire con i consumatori. Inoltre, la diffusione di strumenti basati sull'Intelligenza Artificiale, come *chatbot* interattivi o assistenti virtuali, sta intensificando la fornitura di contenuti specifici per il consumatore e le interazioni in tempo reale, arricchendo ulteriormente la *user experience*. Parallelamente, l'affermazione del *Web3* sta favorendo nuove operazioni commerciali basate sui token non fungibili (*NFT*), che sono diventati veri e propri *asset* digitali con potenziale di rivendita e scambio all'interno delle piattaforme digitali. In linea con questa tendenza, da una recente ricerca del Politecnico di Milano è emerso che, entro il 2029, l'impatto delle tecnologie immersive sull'economia italiana potrebbe variare tra i 18,8 miliardi di euro (0,8% del PIL) nello scenario meno favorevole e i 25,7 miliardi di euro (1,09% del PIL) nello scenario più ottimistico. Nell'ultimo biennio, sempre più aziende hanno adottato soluzioni di AR e VR, sia nel settore *consumer*, che con riferimento ai mondi virtuali privati, investendo specialmente in attività di *marketing*. La necessità di posizionarsi sui nuovi mercati nati nei mondi virtuali e di trovare nuove forme di ingaggio in grado di trasformare il proprio *business* si giustifica anche in considerazione del nuovo *target* di riferimento, caratterizzato da una significativa presenza di *Gen Z* e *Gen Alpha*, che utilizzano sempre

più frequentemente le piattaforme di *gaming* per connettersi, creare comunità e condividere esperienze digitali. Attualmente, si stima che vi siano circa 3,2 miliardi di *gamer* attivi a livello globale, i quali dedicano diverse ore settimanali a piattaforme di gioco che richiedono nuove modalità di coinvolgimento. In tale contesto, le aziende si trovano di fronte alla necessità di creare spazi di interazione più profondi e innovativi per questo nuovo *cluster* di consumatori. Nei mondi virtuali, i confini tra *marketing* digitale e tradizionale si dissolvono, ponendo al centro l'esperienza immersiva e relazionale del consumatore. Ciò ridefinisce i paradigmi di valutazione e crea un nuovo modello a cui le aziende, anche quelle italiane, sono chiamate ad adattarsi. Secondo quanto emerso da uno studio effettuato nel 2024 nell'ambito del *Metaverse Marketing Lab* della *School of Management* del Politecnico di Milano, tra i quasi 1.000 *brand* globali che utilizzano i mondi virtuali per attività di *marketing*, circa 50 sono italiani, tra cui Lamborghini, Eni Plenitude, Gucci, Dolce & Gabbana e Versace. Fare attività di *marketing* nei mondi virtuali offre due enormi vantaggi per le aziende. Da un lato, la possibilità di creare un legame diretto ed efficace tra marchio e consumatore. Infatti, i mondi virtuali offrono un ambiente ideale per coinvolgere attivamente i consumatori attraverso esperienze immersive che i *brand* possono decidere di concentrare sui prodotti e sui servizi offerti, contribuendo così a rafforzare il senso di comunità intorno al marchio. Dall'altro, l'opportunità per l'azienda di capitalizzare i dati prodotti all'interno dei mondi virtuali per ottenere una comprensione più approfondita delle esigenze del consumatore; definendo modelli di comportamento, anticipando la domanda e implementando strategie sempre più efficaci per il successo del brand. Il *marketing* nei mondi virtuali non è solo una leva per il *B2C*, ma offre significative opportunità anche per il *B2B*. Le aziende possono creare fiere virtuali, ambienti per la

collaborazione remota e *showroom* che simulano l'utilizzo dei prodotti in contesti reali, riducendo costi e barriere logistiche. Diverse strategie di *advertising* nei mondi virtuali sono già state *standardizzate*, grazie al loro comprovato successo e alla facilità di replicazione. Molte aziende utilizzano eventi virtuali interattivi come forma di pubblicità nei mondi virtuali. Altre hanno portato all'interno dei mondi virtuali il concetto di "*try before you buy*", trasformandolo in un'esperienza dinamica (ad esempio, è possibile vedere il proprio aspetto con un nuovo *outfit* provandolo direttamente nei mondi virtuali, prima dell'acquisto). Nonostante le grandi opportunità offerte, è altrettanto importante mettere in luce i potenziali rischi legati a questo nuovo tipo di *advertising*. In primo luogo, occorre considerare il rischio di saturazione e invasività delle campagne pubblicitarie all'interno dei mondi virtuali. Se tali campagne venissero condotte in maniera eccessivamente aggressiva, potrebbero arrecare danni alla reputazione dei *brand* e allontanare potenziali clienti. Pertanto, è fondamentale trovare un equilibrio tra l'offerta di contenuti coinvolgenti e la

salvaguardia del benessere degli utenti all'interno dei mondi virtuali. Allo stesso tempo, data la vasta quantità di dati generati e utilizzati nei mondi virtuali, sarà indispensabile che queste informazioni vengano gestite in modo etico e sicuro, evitando violazioni e potenziali abusi. Questo aspetto diventa cruciale per instaurare la fiducia del consumatore e mantenere un ambiente virtuale affidabile e protetto. La chiave per il successo delle campagne di *advertising* nei mondi virtuali risiede, in definitiva, nella capacità dei *brand* di trasformare la pubblicità in un'esperienza dinamica, rendendo i potenziali clienti delle parti attive del *marketing*, anziché osservatori passivi. Ciò richiede un equilibrio tra l'offerta di contenuti coinvolgenti, il rispetto della *privacy* e del benessere degli utenti, nonché una gestione etica e sicura dei dati generati. Sfruttando appieno le potenzialità dei mondi virtuali, le aziende potranno creare connessioni più profonde con i consumatori e raggiungere risultati di successo nel panorama del *marketing* del futuro.

3.4 Il ruolo della Pubblica Amministrazione nello sviluppo delle tecnologie innovative

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), in particolare nell'ambito delle attività del laboratorio *VHLab* dell'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (ISPC), ha sviluppato *ATON*, un *framework open-source* che realizza applicativi *Web3D/WebXR* come esperienze interattive quali giochi, strumenti di presentazione, analisi visiva e applicazioni immersive interagiscono con elementi del patrimonio culturale e scenari 3D sul *web*. Ad esempio, "La scienza si fa in 100" è la mostra interattiva che ha raccontato la storia del CNR ripercorrendo i vari progetti di ricerca e collaborazioni. La *web-app Codex4D* permette invece di esplorare e analizzare collezioni di manoscritti in 3D come *De Balneis*, *Divina Commedia* e *Libro d'Ore*, fornendo strumenti avanzati per scoprire informazioni nascoste, effettuare misurazioni e manipolare le impostazioni di illuminazione.

Il Ministero della Difesa, come già sopra evidenziato, impiega e promuove lo sviluppo delle tecnologie AR e VR, adottando soluzioni all'avanguardia che ottimizzano l'addestramento, la manutenzione e le operazioni. L'impiego di simulazioni immersive e altamente complesse consente alle Forze Armate di esercitarsi in contesti multi-dominio, riducendo rischi, costi e accelerando i processi formativi. Dalla "bolla tattica" per la simulazione di scenari tattici complessi, alla gestione di veicoli subacquei, fino alla formazione avanzata dei piloti e degli astronauti, queste tecnologie rappresentano strumenti sempre più essenziali per affrontare le sfide della Difesa e della sicurezza contemporanee e future.

All'interno di ICSC, il Centro Nazionale di Ricerca *HPC*, *Big Data* e *Quantum Computing* nell'ambito della Misura PNRR M4C2 di titolarità del MUR, attraverso il progetto *ASTRAL* vengono sviluppati modelli e algoritmi di Intelligenza Artificiale e *Digital Twin data-driven* per applicazioni di analisi diagnostica, analisi

dinamica e soluzioni di health management (PHM) per sistemi *cyber-fisici* complessi di interesse industriale (applicabili a *space economy*, ma anche ad infrastrutture stradali, ferroviarie ed energetiche, nonché ad avionica e difesa). Realtà Aumentate e Virtuali si dimostrano, inoltre, molto efficaci nella progettazione dei moduli abitativi spaziali e nella programmazione delle operazioni di *service* orbitale. ENAC sta sviluppando, nel settore dei droni e della mobilità aerea verticale, il programma *Digital Twin for Innovative Air Services - DT4IAS*, che prevede lo sviluppo di un sistema informatico finalizzato a testare soluzioni tecnologiche e normative applicate ai droni, il quale, attraverso algoritmi basati sull'analisi dei dati, consentirà di effettuare simulazioni complesse per valutare con precisione i rischi legati al loro impiego, con conseguenti notevoli vantaggi per la collettività.

Nel settore del *quantum computing* e, in generale, del calcolo ad alte prestazioni, va ricordato che al CINECA nel 2022 è stato installato il supercalcolatore Leonardo, un sistema *PreExascale* finanziato da EuroHPC, che verrà espanso nel 2025 con una nuova partizione chiamata Lisa attraverso fondi EuroHPC e ICSC/PNRR. Leonardo, ospitato presso il Tecnopolo di Bologna, è attualmente posizionato al nono posto della lista Top500, che classifica i più potenti supercomputer di tipo non distribuito del mondo.

Il Ministero delle imprese e del *Made in Italy* ha sviluppato, fin dal 2017, azioni a sostegno della diffusione delle tecnologie innovative e l'Italia è stata pioniera sia nelle sperimentazioni 5G che nell'assegnazione dello spettro elettromagnetico necessario abilitare tali nuovi servizi. La domanda di trasmissione e lavorazione dati avrà un aumento sostanziale per soddisfare il volume e l'immediatezza richiesti dal Metaverso. L'incremento della richiesta di larghezza di banda, le comunicazioni *massive machine* ed il mantenimento di un livello accettabile di latenza

(i tre capisaldi delle trasmissioni di quinta generazione) rappresentano al riguardo argomenti di notevole importanza. L'aumento esponenziale della presenza su territorio di sensori con *chip* RFID o con connettività basata su 5G, necessario per l'integrazione tra mondo reale e mondo virtuale, dovrà prevedere di pari passo un'architettura in grado di produrre, anche simultaneamente, elevati picchi di trasferimento dati, copertura costante di ambienti e bassa latenza per un servizio affidabile. L'intersezione tra il mercato digitale e quello degli apparati radio (attuali e futuristici) dotati dei sensori sopra menzionati, in relazione ai requisiti essenziali di sicurezza, compatibilità elettromagnetica e uso efficace dello spettro radio, potrebbe fornire spunti per un accrescimento della tutela dei consumatori e dell'armonizzazione del mercato comunitario. Si aspettano quindi notevoli investimenti in infrastruttura 5G e *datacenter* a supporto del Metaverso dalle *telco* e *player* specializzati nella trasmissione di dati internazionali, che anticipano l'incremento dei volumi e dell'immediatezza richiesti.

Sempre nel 2019, Il Ministero delle Imprese e del *Made in Italy* ha avviato il "Programma di supporto alle tecnologie emergenti 5G" per stimolare la digitalizzazione del Paese attraverso la promozione di progetti innovativi basati sulle reti di quinta generazione e sulle tecnologie abilitanti correlate. In questo ambito, il programma ha previsto un finanziamento per la realizzazione di 13 "Case delle Tecnologie Emergenti" (CTE), ossia degli *hub* tecnologici con il compito di intercettare i fabbisogni delle imprese direttamente sul territorio e favorire il trasferimento tecnologico dalle università e dai centri di ricerca. Le progettualità sostenute dalle CTE hanno riguardato lo sviluppo di prodotti e servizi nell'ambito dell'industria creativa e audiovisiva, della mobilità, delle infrastrutture urbane basate sulle reti di nuova generazione e sulle relative tecnologie abilitanti, incluse AR, VR, *blockchain*, robotica e *IoT*. Inoltre,

un'altra parte di finanziamento è stata destinata al sostegno di progetti più specifici che coniugassero le tecnologie emergenti in settori industriali di particolare interesse.

Nel 2019 il MIMIT ha sviluppato un primo caso di studio sulla tracciabilità del "*Made in Italy*" nel settore tessile in Italia tramite *blockchain*, al fine di studiare l'implementazione di una più facile *standardizzazione* delle prassi, l'immutabilità dell'*input*, l'affidabilità degli *smart contract* e l'autenticità dei dati e dei documenti in essa registrati.

Nell'ambito di una serie di attività espletate in collaborazione tra il MIMIT e il Mercato Internazionale dell'Audiovisivo, si sono svolti, sia nel 2022 che ad inizio 2023, una serie di incontri divulgativi volti alla comprensione ed alla sensibilizzazione del settore sul tema *blockchain* ed in particolare sugli *NFT*, al fine di diffondere conoscenza circa le possibili minacce o opportunità derivanti dall'utilizzo dei *token* non fungibili e approfondire quale sia il futuro della proprietà intellettuale e quale regolamentazione si renda necessaria a tutela degli utenti e degli autori. Giova qui ricordare che l'Italia, nel 2018, è diventata il 27° membro del Partenariato europeo per la *blockchain* (*European Blockchain Partnership*). Con il disegno di legge sul *Made in Italy*, approvato in Consiglio dei ministri il 31 maggio 2023, sono stati previsti specifici strumenti a sostegno degli investimenti in *blockchain*, per la tracciabilità delle filiere del *Made in Italy*, e del Metaverso per la riorganizzazione dei processi produttivi delle PMI.

Inoltre, nell'ambito dell'Investimento 2.3 "Potenziamento ed estensione tematica e territoriale dei centri di trasferimento tecnologico per segmenti di industria", compreso nella Missione 4 "Istruzione e ricerca", Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa" del PNRR, il Ministero ha stanziato 350 milioni di euro per la creazione di nuovi poli e per il rafforzamento di quelli già esistenti, altamente specializzati nella

componente Intelligenza Artificiale, capaci di mettere a disposizione delle imprese la strumentazione ed il supporto tecnico necessari per testare nuove tecnologie basate sull'IA, in un contesto che riproduca le condizioni reali. La misura riformulata si propone dunque come obiettivi, quello dell'entrata in funzione di 27 nuovi poli sotto la prima linea di intervento (Centri di competenza, *Seal of Excellence*, *Network of on-the-ground innovation hubs*), e il completamento di tutti i *work packages* dei 13 *European Digital Innovation Hubs* e delle 2 *Testing and Experimentation Facilities*, oggetto della seconda linea di intervento (esclusi i *work packages* finanziati dal Programma Europa Digitale).

Il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, con l'interpello 3/2024, ha concesso un sostanziale nulla osta all'utilizzo delle nuove tecnologie nel campo della formazione obbligatoria prevista dal Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro, a patto che venga sempre rispettata la metodologia di insegnamento ed apprendimento già prevista, ovvero: equilibrio tra lezioni frontali ed esercitazioni, sviluppo di metodologie interattive, previsione di simulazioni e dimostrazioni pratiche e, laddove possibile, impiego di modalità *eLearning*⁴⁷.

⁴⁷ <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/realta-virtuale-e-formazione-il-Metaverso-ha-forse-trovato-il-suo-spazio/>



4.

ANALISI DELLE OPPORTUNITÀ A LIVELLO EUROPEO E IN UNA PROSPETTIVA INTERNAZIONALE

4. ANALISI DELLE OPPORTUNITÀ A LIVELLO EUROPEO E IN UNA PROSPETTIVA INTERNAZIONALE

Complessivamente, l'adozione del Metaverso industriale avanza rapidamente in tutte le aree geografiche, pur evidenziando differenze tra Nord America, Europa e Asia-Pacifico.

Le aziende nordamericane guidano l'integrazione del Metaverso industriale, con il 23% degli intervistati che si distingue come *leader* nell'adozione di queste tecnologie, seguite dall'Europa al 19% e dalla regione Asia-Pacifico al 15%. Negli **Stati Uniti**, il 38,4% delle imprese utilizza già il Metaverso industriale in modo attivo, mentre un ulteriore 35,1% si trova in fase di sperimentazione.

In **Cina**, la situazione è altrettanto dinamica, con il 37,9% delle aziende che ha già adottato queste soluzioni e un ulteriore 39,9% impegnato nei *test*. In **Europa**, la **Germania** si distingue con il 34% delle imprese che utilizza le tecnologie del Metaverso industriale e il 31,9% che le sta testando.

Dal punto di vista regolatorio, invece, si segnala un incremento di interesse da parte dei *policymaker* a livello europeo e globale nell'ambito dei mondi virtuali ed in particolare del Metaverso – in particolare nel contesto del dibattito relativo al DMA e DSA – con la presenza di alcuni Paesi che si sono spinti a definire intenzioni di investimento e strategie specifiche sul tema. Gli **USA** hanno adottato una impostazione notevolmente *laissez faire*, a parte le iniziative *antitrust* generali rivolte alle *big tech* ma non specifiche al Metaverso. La Cina ha recentemente introdotto una regolamentazione molto restrittiva in una serie di settori chiave (ad esempio, educazione e *gaming*).

In **Europa**, il primo paese a dotarsi di una strategia nazionale sul Metaverso è stata la **Finlandia**⁴⁸, ed al netto delle considerazioni derivate dall'approvazione del DMA e del DSA (c.d. *Digital Service Package*), altri Stati membri, tra cui **Austria, Francia, Germania, Irlanda, Romania e Spagna** stanno compiendo passi in avanti nel settore. Ad esempio, per quanto attiene alla Spagna, i riferimenti al Metaverso appaiono concretizzarsi all'interno della strategia "*Digital Spain*". Per quanto riguarda la Francia, a fine 2022, è stato pubblicato il documento "*Mission exploratoire sur les métavers*" il quale contempla, tra le altre cose, la creazione di un istituto di ricerca e coordinamento che funga da laboratorio di ricerca dedicato alle arti immersive, luogo di coordinamento tra ricercatori e artisti per la creazione di opere immersive innovative nei metaversi, e da sportello di competenze per tutte le istituzioni culturali interessate.

La **Commissione europea** ha avviato, ad aprile 2023, una consultazione pubblica al fine di sviluppare una visione per i mondi virtuali emergenti (Metaversi), basata sul rispetto dei diritti digitali e delle leggi ed i valori dell'Unione europea. L'obiettivo è assicurare mondi virtuali aperti, interoperabili e innovativi che possano essere utilizzati in sicurezza e con fiducia dai cittadini e dalle imprese⁴⁹. La Commissione europea ha, inoltre, istituito, a gennaio 2024 [cfr. 2024 (C (2024) 1459 final)]⁵⁰, uno *Steering group* sui Mondi Virtuali per consentire la collaborazione tra la Commissione europea e gli Stati membri sullo sviluppo dei mondi virtuali e sulla più ampia transizione tecnologica al *Web 4.0*.

⁴⁸ <https://www.digitalfinland.org/strategy/>

⁴⁹ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13757-Virtual-worlds-metaverses-a-vision-for-openness-safety-and-respect_en

⁵⁰ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202401459

Lo *Steering group* attuerà, tra le altre, due importanti azioni:

- Promuovere l'uso di *sandbox* regolatorie per i mondi virtuali da parte degli Stati membri, per favorire l'innovazione nell'area dei mondi virtuali e del *Web 4.0*; ai sensi di quanto annunciato dalla Commissione europea nella Comunicazione "Un'iniziativa UE sui mondi virtuali e sul Web 4.0: un vantaggio iniziale nella prossima transizione tecnologica" (COM (2023) 442 final dell'11 luglio 2023, Azione 6);
- Promuovere la sperimentazione e l'innovazione per le *startup* attraverso i *sandbox* regolatori; ai sensi di quanto annunciato dalla Commissione europea nell'ambito del pacchetto di aiuti alle PMI (COM (2023) 535 final, del 12 settembre 2023, Azione 7).

Analizzando la questione da una prospettiva prettamente internazionale, non europea, i Paesi che sembrano aver fatto il passo più decisivo sono gli **Emirati Arabi Uniti** (EAU) e la **Corea**. La *Dubai Metaverse Strategy*⁵¹ si articola su tre pilastri:

1. Promuovere l'innovazione e l'apporto economico dell'adozione del Metaverso;
2. Formare esperti del Metaverso;
3. Sviluppare *use cases* per i principali ambiti di interesse governativo.

In Corea il Ministero della Scienza e delle ITC ha annunciato una strategia governativa sul Metaverso come parte dell'iniziativa *Digital New Deal 2.0*⁵². La strategia coreana per il Metaverso intende seguire quattro filoni principali:

1. Investire nell'ecosistema del Metaverso e promuovere un ambiente per la crescita delle diverse piattaforme;
2. Avviare campagne di investimento e valorizzazione di esperti e talenti allo scopo di

fornire l'opportunità di accedere al Metaverso senza restrizioni regionali e di partecipare ad una varietà di eventi realizzati all'interno del Metaverso;

3. Supportare aziende *leader* specializzate nel Metaverso, fornendo infrastrutture utili ad agevolarne la diffusione;
4. Creare una società virtuale ed un mondo *metaverse-based*, definendo gli aspetti regolatori e i principi etici per interagire ed operare, al fine di prevenire condotte non etiche e illegali proteggendo al contempo le risorse digitali e i diritti degli individui.

L'**Arabia Saudita**, all'interno della strategia Vision2030, ha deciso di investire in maniera significativa sulle tecnologie legate al Metaverso, intenzionata a creare un'industria del valore di 7,6 miliardi di euro. I canali di investimento presentati sono molto diversificati, quali: il rafforzamento del turismo virtuale, l'ammodernamento delle infrastrutture digitali, l'organizzazione di eventi virtuali, l'*up-skilling* delle competenze del capitale umano e il supporto della costruzione di nuove città. In questo senso, uno dei progetti più innovativi di tutto il Medio Oriente è rappresentato dalla costruzione virtuale della futura città di NEOM, città che il regno saudita vuole costruire per il 2030: la Realtà Aumentata permetterà ai suoi cittadini di comprendere la vita all'interno della città, ancora prima della sua costruzione materiale⁵³.

Il **Giappone** ha annunciato l'intenzione di creare, in sinergia con il settore privato, una Zona Economica Metaverso (Ryugukoku⁵⁴).

La **Cina** ha dichiarato di volere avviare un action plan triennale per la definizione di applicazioni di mondi

⁵¹ <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/government-services-and-digital-transformation/dubai-metaverse-strategy>

⁵² <https://digital.go.kr/front/main/eng.do>

⁵³ *Strategic Gears (2022), Metaverse Development in Saudi Arabia*

⁵⁴ <https://iccj.or.jp/japans-bet-on-the-metaverse/>

virtuali incentrati sullo sviluppo dell'economia nazionale⁵⁵.

Tutto quanto premesso, l'**Italia** deve ambire ad essere uno dei Paesi *firstmover* nel Metaverso con una strategia in grado di capitalizzare le risorse in campo

e sviluppare un contesto regolamentare ricettivo a tutela del consumatore e volto ad uno sviluppo armonico del mercato.

⁵⁵ [https://www.china-briefing.com/news/china-releases-three-year-action-plan-for-metaverse-industry-](https://www.china-briefing.com/news/china-releases-three-year-action-plan-for-metaverse-industry-development/#:~:text=China's%20new%20action%20plan%20provides,of%20intelligence%20technologies%20across%20industri)

[development/#:~:text=China's%20new%20action%20plan%20provides,of%20intelligence%20technologies%20across%20industri](https://www.china-briefing.com/news/china-releases-three-year-action-plan-for-metaverse-industry-development/#:~:text=China's%20new%20action%20plan%20provides,of%20intelligence%20technologies%20across%20industri)ad esempio,



5.

STRATEGIA "MADE IN ITALY"

PER VALORIZZARE

L'ECOSISTEMA

5. STRATEGIA “MADE IN ITALY” PER VALORIZZARE L'ECOSISTEMA

L'Italia ha posto l'ecosistema delle piccole e medie imprese al centro delle politiche per la transizione digitale. Nel nostro Paese si punta a favorire l'adozione di tecnologie digitali da parte delle PMI per aumentare la loro competitività e l'innovazione. Il Paese ha visto un aumento significativo nel numero di start-up innovative, che è passato da 9.758 del 2018 a 14.264 del 2022, con un tasso di crescita del 46,1%. Esse stanno emergendo soprattutto nei settori tecnologici come software, intelligenza artificiale, biotecnologie e tecnologie pulite. L'Italia punta a sviluppare un ecosistema digitale dinamico, favorendo la nascita di nuove imprese e settori legati al digitale. Diverse tecnologie abilitanti sono emerse per il supporto di applicazioni e servizi all'avanguardia (*Artificial Intelligence (AI)*; *Internet of Things (IoT)*; *Blockchain*; *Augmented Reality (AR)*; *Virtual Reality (VR)*; tecnologie quantistiche) aprendo la strada a una vasta gamma di nuove opportunità commerciali e modelli di servizio.

In coerenza con la nuova strategia industriale ⁵⁶ il compito della strategia è quello di coordinare le componenti dell'ecosistema affinché sia raggiunto l'obiettivo adeguato alle esigenze del sistema Paese e degli obiettivi chiave della strategia industriale. In particolare, gli obiettivi di 1) “mantenere il ruolo centrale della manifattura nell'economia italiana” 2) “preservare il modello produttivo tradizionale del Made in Italy, le sue specificità e il suo carattere di patrimonio storico industriale italiano, modernizzandolo con l'introduzione di nuove tecnologie e processi innovativi anche per il rafforzamento del sistema delle piccole e medie imprese” 3) “raggiungere gli obiettivi delle transizioni green e tech, garantendo la costante innovazione tecnologica dei processi produttivi delle industrie italiane e la loro sostenibilità ambientale, anche attraverso lo sviluppo e l'applicazione delle nuove tecnologie di frontiera” e 4) “ampliare i segmenti nazionali delle catene globali del valore e riposizionare le imprese italiane verso specializzazioni a maggior valore aggiunto e su nicchie ad alto valore tecnologico”

5.1 Puntare sull'attrazione dei talenti e sul sistema delle università

L'Italia, attualmente, produce un ampio e specializzato *pool* di competenze in grado di servire il mercato dei mondi virtuali e del Metaverso: le università italiane producono attualmente più di 60.000 laureati (triennali, magistrali e dottorati) all'anno nei vari corsi STEM (scienze, tecnologia, ingegneria e matematica), con una percentuale crescente di studenti stranieri. La percentuale di laureati STEM è di circa il 30/35% della totalità dei laureati in Italia.

L'Italia è inoltre prima per citazioni in ingegneria elettrica/elettronica, *computer science* e sistemi di controllo nei paesi dell'Unione europea (sesta al mondo). Sempre nell'Unione europea siamo nelle prime posizioni per citazioni in nanotecnologie,

sensoristica, meccanica computazionale e materiali ottici/elettrici/magnetici.

Appare quindi necessario continuare a promuovere lo sviluppo di programmi formativi che offrano competenze specifiche per lo sviluppo di realtà estese che rendano i neolaureati attrattivi per le azioni tecnologiche specializzate in *computer science*, *AI*, *legal*, *real time computer graphics*, *design*, anche al fine di sostenere le aziende che spesso registrano difficoltà in termini di risorse umane qualificate, e talvolta faticano a scalare le proprie iniziative su larga scala.

La Missione 4 (Istruzione e Ricerca) del PNRR ha messo in campo uno stanziamento totale di circa 30,9 miliardi di euro con l'obiettivo di rafforzare le condizioni per lo sviluppo di un'economia ad alta

⁵⁶ ⁵⁶ Made in Italy 2030 – Libro Verde per una nuova politica di strategia industriale per l'Italia
<https://www.mimit.gov.it/it/libro-verde>

intensità di conoscenza, competitività e resilienza (cfr. Allegato 1). Le risorse sono destinate, in particolare, a migliorare e potenziare l'istruzione e la ricerca per l'impresa, migliorare l'allineamento tra istruzione e domanda di lavoro e ad aumentare la spesa in R&S. Nell'ambito della Missione 4, oltre 7 miliardi di euro sono investiti in programmi per potenziare le competenze chiave richieste dall'industria del Metaverso in una vasta gamma di discipline:

- Le componenti M4C1-C2 prevedono una spesa cumulata degli investimenti: 3.4 - *Didattica e competenze universitarie avanzate*; 4.1 - *Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la PA e il patrimonio culturale* e 3.3 - *Introduzione di dottorati innovativi che rispondono ai fabbisogni di innovazione delle imprese e promuovono l'assunzione dei ricercatori da parte delle imprese* di 1.280 miliardi di euro per accrescere notevolmente il numero di borse di dottorato in discipline informatiche, inclusa la creazione di "Digital Education Hubs";
- La componente M4C2 ha previsto una spesa di oltre 6 miliardi di euro per creare centri di ricerca di eccellenza e finanziare partenariati pubblici-privati in ecosistemi interattivi grazie agli investimenti: 1.5 - *Creazione e rafforzamento di "ecosistemi dell'innovazione per la sostenibilità", costruendo "leader territoriali di R&S"*; 3.1 - *Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione*; 1.3 - *Partenariati estesi ad università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca*; 1.4 - *Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "campioni nazionali" di R&S su alcune Key Enabling*

Technologies. Inoltre, è previsto anche il finanziamento di progetti di ricerca, sviluppo e innovazione per sostenere la creazione di nuovi prodotti, processi o servizi o il miglioramento di quelli esistenti, grazie allo sviluppo delle *Key Enabling Technologies* (KETs) del programma *Horizon* dell'Unione europea (*advanced manufacturing, advanced materials, life-science technologies, micro/nano-electronics and photonics, artificial intelligence, and security and connectivity*), mediante l'investimento 2.2 bis - *Accordi di innovazione*.

Inoltre, il programma di Intelligenza Artificiale (approvato nel 2021 dal Consiglio dei ministri come "piano coordinato per l'Intelligenza Artificiale" seguito dal MUR, MITD e MIMIT) sta concentrando gli investimenti in settori specifici, il cui riflesso ricade anche nel Metaverso. Il programma è composto da 5 corsi di dottorato federati che riuniscono 61 università e centri di ricerca. Ciascun corso di dottorato ha un'area di specializzazione nelle applicazioni dell'Intelligenza Artificiale, ed è organizzato da un'università capofila in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Le capofila sono:

1. *Health and life sciences* (Università Campus Bio-Medico di Roma);
2. *Agrifood ambiente* (Università degli Studi di Napoli Federico II);
3. *Sicurezza e cybersecurity* (Sapienza università di Roma);
4. *Industry 4.0* (Politecnico di Torino);
5. *Società* (Università di Pisa).

5.2 Assicurare che le tecnologie abilitanti vengano introdotte ed ampliate per lo sviluppo di prodotti e processi a supporto del Metaverso, sia per grandi imprese che per l'ecosistema delle startup

A conferma della centralità e della rilevanza di queste nuove tematiche, i mondi virtuali ed il Metaverso sono visti come elemento differenziante nel rinnovo delle imprese italiane. Il Metaverso, infatti, offre numerose funzionalità in grado di innovare processi, prodotti e servizi propri delle aziende. Un esempio su tutti è l'utilizzo dei gemelli digitali, ovvero repliche virtuali altamente accurate di *asset* fisici, che sono in grado di apportare numerosi benefici, tra cui l'ottimizzazione di processi, quali la configurazione e la progettazione di nuovi prodotti, il *testing* di scenari complessi e le simulazioni avanzate, e il miglioramento dei processi formativi, adattandoli alle azioni svolte dagli utenti in *real time*.

L'Italia, sotto questo aspetto, può giocare un ruolo di assoluto rilievo considerando i due settori centrali dell'ecosistema efficiente del Metaverso, ovvero il *Deep Tech* ed il *Software Tech*. Sul tema, ad esempio, degli *smart glasses* l'Italia vanta un'interessante esperienza sulla quale inserire una serie di interventi volti a sostenere la crescita ed il consolidamento di una filiera di settore. Per quanto attiene al *Software Tech*, non si possono non menzionare i settori di punta del *Made in Italy*, quali la moda, la cultura ed il turismo che possono contribuire alla creazione di esperienze *B2B* e *B2C*, grazie allo sviluppo di ambienti immersivi di settore.

Questi due settori, *Deep Tech* e *Software Tech*, rappresentano i settori prioritari della strategia del Metaverso sui quali incentrare i maggiori sforzi sia in termini economici, con strumenti di supporto specifico, che di sensibilizzazione e informazione nei confronti di cittadini e imprese, al fine di incrementare sia la domanda che l'offerta.

Giova qui ricordare che la prima linea d'intervento contenuta nel PNRR è dedicata, ad esempio, proprio ai processi di digitalizzazione e innovazione, con uno stanziamento di 41,3 miliardi di euro, pari al 21% delle risorse complessive a disposizione del PNRR di cui la componente M1C1 è destinata alla modernizzazione digitale delle Pubbliche Amministrazioni (vedi Allegato 1). Di tali risorse, circa 20 miliardi di euro sono specificatamente destinati alle misure di digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo. Il Metaverso, come abbiamo avuto modo di approfondire precedentemente, per le sue caratteristiche potrà essere uno dei principali volani in grado di ristrutturare in maniera pervasiva l'apparato economico-produttivo del Paese, anche grazie alla necessaria sinergia con l'utilizzo di soluzioni *cloud* e Intelligenza Artificiale, che forniscono la potenza di calcolo e l'intelligenza necessarie per gestire e analizzare enormi quantità di dati in tempo reale.

In particolare, con la Missione 4 Componente 2, Investimento 3.2 - finanziamento di *startup* del PNRR (vedi Allegato 1), è stato creato il fondo "*Digital Transition*" che investe direttamente o indirettamente, attraverso la sottoscrizione di fondi di *venture capital* ed una dotazione finanziaria di 300 milioni di euro, in imprese *target* a carattere innovativo e con elevato potenziale di sviluppo attive a favorire la transizione digitale delle filiere, in particolare negli ambiti dell'Intelligenza Artificiale, del *cloud*, dell'assistenza sanitaria, dell'Industria 4.0, della *cybersicurezza*, del *fintech* e della *blockchain*, ovvero in altri ambiti della transizione digitale.

Inoltre, con il disegno di legge sul *Made in Italy*, approvato in Consiglio dei ministri il 31 maggio 2023,

è stato previsto uno stanziamento di 5 milioni di euro per promuovere e sostenere la transizione digitale dell'industria mediante l'utilizzo di ambienti virtuali immersivi e interattivi. In aggiunta, sono stati previsti 30 milioni di euro per lo sviluppo delle tecnologie basate su registri distribuiti ai fini della tracciabilità e valorizzazione del *Made in Italy*.

Infine, la recente proposta regolamentare denominata STEP (*Strategic Technologies for Europe Platform*) individua una serie di tecnologie critiche, tra cui le c.d. *Deep Technologies*, in cui possono rientrare le tecnologie caratterizzanti lo sviluppo del Metaverso, che possono essere specificamente finanziate sia per il tramite di alcuni strumenti a gestione diretta CE (per ad esempio, il programma quadro Horizon Europe), sia tramite i programmi della politica di coesione, indirizzando allo scopo risorse dedicate.

In relazione a STEP si segnalano i principali riferimenti normativi a livello europeo e nazionale:

- Regolamento (UE) 2024/795 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 febbraio 2024, entrato in vigore il 1° marzo 2024, e relativa nota di orientamento di cui alla comunicazione della Commissione europea (C/2024/3209) del 13.05.2024 "Nota di orientamento relativa a talune disposizioni del regolamento (UE) 2024/795 che istituisce la piattaforma per le tecnologie strategiche

per l'Europa (STEP)". In quest'ultima, il par. 2.2.1, in coerenza con programma strategico per il decennio digitale 2030 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022D2481>), contiene il riferimento a diverse tecnologie digitali tra cui, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, l'Intelligenza Artificiale, il 5G, il 6G, la *blockchain*, il calcolo ad alte prestazioni, il *cloud computing* e l'*edge computing* e l'*Internet of Things*;

- Decreto-legge 7 maggio 2024, n. 60, convertito con legge 4 luglio 2024, n. 95 "Ulteriori disposizioni urgenti in materia di politiche di coesione." (GU Serie Generale n.157 del 06-07-2024), art. 8 "Disposizioni per l'attuazione della Piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP) e del Fondo per una transizione giusta – JTF" il quale stabilisce che, al fine di attuare gli obiettivi previsti dal regolamento (UE) 2024/795 (...), nonché per sostenere i programmi di investimento produttivo, ovvero di ricerca e sviluppo, anche realizzati da grandi imprese, (...) la Cabina di regia di cui all'articolo 3 definisce gli orientamenti nazionali nei settori indicati dall'articolo 2 del regolamento (UE) 2024/795 e nei connessi Orientamenti adottati dalla Commissione europea.

5.3 Valorizzare l'infrastruttura a banda larga fissa e mobile

Con l'investimento M1C2I3 - *Reti ultraveloci banda ultra-larga e 5G*, avente una dotazione finanziaria di quasi 5 miliardi e 300 milioni di euro, l'Italia si appresta a diventare un territorio interamente servito da **connessioni digitali superveloci**, colmando il *digital divide* che ancora penalizza il territorio italiano, in particolare nelle aree più interne e periferiche.

L'obiettivo dell'investimento è quello di garantire entro il 2026 una **connettività superiore a 300Mbps** per circa 7 milioni di indirizzi (numeri civici) in tutta Italia e la **copertura 5G** nelle aree a fallimento di mercato tecnologico. Inoltre, particolare attenzione è stata data al collegamento di scuole, ospedali e delle cosiddette "isole minori".

Le indicazioni ricevute dall'Europa richiedono ai Paesi membri di permettere che, entro il 2030, tutte le famiglie dell'Unione europea possano beneficiare di una connettività ultraveloce e che tutte le zone abitate siano coperte dalle reti 5G.

Il Governo italiano ha anticipato questi esiti al 2026 adottando prima, tramite il Comitato interministeriale per la transizione digitale, la "Strategia italiana per la banda ultra larga – Verso la *Gigabit Society*" e successivamente, ad agosto 2023, lanciando la nuova

"Strategia italiana per la banda ultra larga 2023 – 2026".

La spinta offerta dal **PNRR** accelera gli investimenti sia verso le infrastrutture, sia verso le competenze digitali, promuovendo la domanda di **servizi di connettività a banda ultra-larga** e stimolando la capacità di spesa di famiglie e imprese con strumenti che incentivano l'effettiva adesione degli utenti a tali servizi.

La nuova "Strategia BUL 2023-2026" prevede, inoltre, interventi per lo sviluppo della connettività fissa e per lo sviluppo della connettività mobile, interventi a sostegno della domanda e interventi trasversali, che vanno dal rilancio del SINFI (Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture), alla costituzione di fondi di capitali di rischio per *startup* e PMI innovative.

L'idea è quella di continuare a potenziare sia lo sviluppo dell'offerta che della domanda, al fine di creare un ecosistema interconnesso, sia fisso che mobile, dove si possano sviluppare più facilmente le tecnologie emergenti.

5.4 *Sviluppare un contesto regolamentare in grado di tutelare il consumatore e abilitare la concorrenza di mercato*

Per quanto attiene ai profili regolatori, lo sviluppo dei mondi virtuali e del Metaverso pone nuove e complesse sfide e richiede un grande sforzo da parte del legislatore. Nuovi quesiti giuridici sono emersi in relazione alle seguenti tematiche: *privacy* e tutela dei dati, moderazione dei contenuti, identità virtuali, aspetti fiscali e tutela antifrode, profili concorrenziali, proprietà intellettuale e *cybersecurity*.

Ad oggi, ad esempio, non è possibile verificare con certezza l'identità che si cela dietro un *avatar* nel Metaverso, e ciò crea numerose criticità. Riuscire a ricondurre le azioni dell'*avatar* ad un soggetto umano individuabile scongiurerebbe, infatti, problemi di sottrazione d'identità, di violazione dei diritti all'immagine e della reputazione.

È opportuno altresì segnalare che i sensori dei visori danno la possibilità a malintenzionati di aggredire non solo verbalmente, ma anche fisicamente. Il legislatore è chiamato a tutelare gli utenti, considerando non solo fattispecie criminose come l'offesa, l'ingiuria o la diffamazione, ma anche ipotesi di violenza, aggressione e molestie. Infine, quello della sicurezza informatica è un problema enorme, considerata la massiccia quantità di dati sensibili che circolano, e richiede tutele contro *cyber*-attacchi, furti di identità e frodi informatiche.

Negli ultimi anni, l'Unione ha raggiunto importanti traguardi legislativi in materia di protezione dei dati personali (dapprima con il *General Data Protection Regulation – GDPR*). Nel mercato digitale, a livello europeo è stata definita la *European Data Strategy*, che mira a creare regole comuni sull'utilizzo e l'accesso ai dati in tutti i settori economici. In tale contesto, il *Digital Markets Act* (DMA) e il *Digital Services Act* (DSA) contribuiscono alla creazione di uno spazio digitale europeo più sicuro e più aperto. DMA e DSA hanno due

obiettivi principali: proteggere i diritti fondamentali di tutti gli utenti dei servizi digitali e creare condizioni di parità per promuovere l'innovazione, la crescita e la competitività, sia nel mercato unico europeo che a livello mondiale. Oltre al DMA e DSA, va citato l'*Artificial Intelligence Regulation*, una proposta di regolamento che si pone l'obiettivo di sviluppare un quadro normativo contemporaneamente in grado di promuovere l'uso di strumenti di Intelligenza Artificiale e di ridurre i rischi legati al loro utilizzo.

Il lavoro svolto dallo *Steering group* sui mondi virtuali in tema di *sandbox* normative, come anticipato nel capitolo 3, va nella direzione di una maggiore responsabilizzazione e, al contempo, di uno stimolo all'attuazione e sviluppo di politiche adeguate al settore.

Gli Stati membri potranno identificare specifici argomenti in cui la sperimentazione con *sandbox* regolatorie dovrebbe essere prioritaria e potranno analizzare le questioni giuridiche in gioco, per evitare una potenziale frammentazione del mercato unico a livello dell'Unione e nazionale. Le imprese potranno avviare progetti pilota per i *sandbox*, anche di tipo transfrontaliero, e condividerne i risultati nell'ambito dello *Steering group*.

Lo scopo dei *sandbox* per i mondi virtuali sarebbe triplice:

- Supportare le imprese UE, in particolare le PMI, comprese le *startup*, nell'innovare in varie tecnologie legate ai mondi virtuali e al *Web 4.0*:
 - Offrendo opportunità alle PMI di applicare e testare tecnologie, prodotti o servizi innovativi;
 - Riducendo i costi e l'onere amministrativo, diminuendo le barriere normative e migliorando la certezza giuridica;

- Testando la fattibilità di mercato di nuovi modelli di *business*.
- Promuovere l'apprendimento normativo:
 - Consentendo ai regolatori/autorità pubbliche di acquisire conoscenze su questioni legate ai mondi virtuali;
 - Fornendo *input* ai regolatori/autorità pubbliche per la revisione della legislazione o delle politiche esistenti o l'adozione di nuove;
- Migliorare la cooperazione e l'armonizzazione transfrontaliere, consentendo alle imprese

dell'Unione europea di scalare più rapidamente a livello europeo o globale.

L'Italia considera questa azione dell'Unione europea come la base normativa applicabile ai mondi virtuali e al Metaverso e alle future tecnologie immersive, e quindi ritiene fondamentale lavorare insieme alle istituzioni europee per assicurare un'evoluzione regolamentare coerente con un mercato in crescita, mitigando i rischi connessi alla tecnologia in fase evolutiva.



6.

CONCLUSIONI

6. CONCLUSIONI

In considerazione di quanto rappresentato nei precedenti paragrafi ed in linea con quanto deliberato dal CITD nell'ambito della seduta del 7 agosto 2024, è stata avviata nell'ambito della Segreteria Tecnico-Amministrativa del CITD, di cui al Decreto-Legge n. 22 del 1° marzo 2021, un'attività di "regia" e coordinamento della "strategia" nel suo complesso, ivi inclusa la valutazione di eventuali criticità e l'implementazione di modifiche e sinergie tra i vari interventi, che le Amministrazioni titolari e i soggetti coinvolti nell'implementazione degli interventi in argomento potranno sottoporre.

La *Augmented Reality* (AR) e la *Virtual Reality* (VR) rappresentano una nuova dimensione evolutiva di *Internet*, integrando il mondo fisico e digitale e contribuendo alla "*connected economy*" e all'"*Internet of Things*". Queste tecnologie stanno accelerando la manifattura di prodotti e *software*, creando una competizione tra *big tech*, produttori di *hardware* e *leader* industriali. L'Intelligenza Artificiale (AI) gioca un ruolo cruciale, fornendo potenza analitica per la rappresentazione in tempo reale e generando contenuti unici, come *chatbot* e *avatar* che facilitano interazioni immersive e personalizzate.

Come secondo Paese manifatturiero in Europa, l'Italia potrà trarre vantaggi economici nell'uso di queste tecnologie nel rinnovo delle filiere produttive, come elemento differenziante e accelerante nel rinnovamento economico e nei processi produttivi sostenuto dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Si considerano quindi queste tecnologie come un fattore determinante e accelerante della nuova strategia industriale del paese ⁵⁷ che mira a consolidare il ruolo di leadership di cui gode il paese nel comparto manifatturiero e accelerare l'adozione

di tecnologie di frontiera nella modernizzazione delle filiere e delle PMI.

Nel 2024, un *report* di *Siemens* ha evidenziato un aumento degli investimenti nel Metaverso industriale, con il 62% delle aziende che ha incrementato i *budget*, in particolare tra le medie imprese. In Italia, dal 2020 al 2023, sono stati registrati 482 progetti innovativi in Realtà Aumentata, Mista e Virtuale con un impatto economico stimato tra 18,8 e 25,7 miliardi di euro entro il 2029.

I mondi virtuali rappresentano una convergenza di *business model* tra *big tech*, produttori di *hardware* e *software*, e aziende di telecomunicazioni. I due pilastri dell'ecosistema del Metaverso sono le "*Deep Tech*" (*hardware* e infrastrutture) e le "*Software Tech*" (*tool* di virtualizzazione ed esperienze immersive). Grandi aziende come *Apple*, *Luxottica*, *Microsoft* e *Snap Inc.* stanno investendo nel Metaverso, sviluppando tecnologie AR e VR per migliorare l'interazione e l'efficienza.

Non siamo più nella fase sperimentale: si osservano casi d'uso avanzati in tutti i settori di punta in Italia, dove le aziende e le organizzazioni *leader* nel settore già utilizzano tecnologie e piattaforme AR e VR esistenti nel *design*, produzione, vendita e servizi inerenti nei prodotti venduti.

- Il settore della *space economy* e delle tecnologie spaziali, in particolare nel *downstream* satellitare, sta vedendo una crescente integrazione delle tecnologie di Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR). In Italia, il PNRR M1C2.4 sta favorendo l'acquisizione di dati da costellazioni di osservazione della Terra, come IRIDE e Copernicus, stimolando l'adozione di *digital twin*

⁵⁷ Made in Italy 2030 – Libro Verde per una nuova politica di strategia industrial per l'Italia
<https://www.mimit.gov.it/it/libro-verde>

del territorio per applicazioni multifunzionali e servizi pubblici, come il monitoraggio ambientale e sanitario. Aziende come *Thales Alenia Space* Italia e *ALTEC* utilizzano la VR per progettare componenti per la Stazione Spaziale Internazionale, migliorando precisione e tempi di realizzazione.

- Le tecnologie AR e VR stanno trasformando anche le *smart city*, consentendo la sovrapposizione di dati geospaziali in tempo reale per il monitoraggio delle infrastrutture e la pianificazione urbana. Città come Roma e Bologna utilizzano *digital twin* per ottimizzare interventi di riqualificazione. Inoltre, queste tecnologie sono impiegate nella gestione delle emergenze urbane e nella simulazione di scenari complessi, come nella formazione, nel settore della Difesa.
- Nel settore *automotive*, aziende come Hyundai esplorano il Metaverso per connettere dispositivi di mobilità alla Realtà Virtuale, mentre nel settore *healthcare*, la VR è utilizzata per la formazione medica e il trattamento di patologie.
- Nel campo della moda, marchi come Balenciaga e Gucci sfruttano il Metaverso per vendere prodotti virtuali. Anche il settore audiovisivo sta innovando con cinema virtuali, mentre nel patrimonio culturale, soluzioni AR permettono di esplorare opere d'arte. Infine, nel settore educativo, le università stanno adottando ambienti di apprendimento immersivi, contribuendo ad una nuova era di formazione. Le tecnologie AR e VR promettono di rivoluzionare vari settori, inclusi *sport* e *agrifood*, migliorando l'efficienza e l'interazione.

Le Amministrazioni pubbliche si sono attivate:

- Il Ministero della Difesa promuove lo sviluppo di tali tecnologie, in particolar modo per la simulazione di scenari complessi e immersivi nell'ambito di esercitazioni in contesti multi-

dominio, riducendo rischi, costi e accelerando la formazione. L'addestramento mediante soluzioni AR/VR spazia dall'ambito manutentivo, al *training* avanzato dei piloti.

- Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ad esempio, attraverso il laboratorio VHLab dell'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, ha sviluppato *ATON*, un *framework open-source* per creare applicazioni *Web3D/WebXR* interattive legate al patrimonio culturale; oppure il progetto *ASTRAL* del Centro Nazionale di Ricerca HPC, sviluppa modelli di Intelligenza Artificiale e *Digital Twin* per analisi diagnostiche in vari settori, inclusa la *space economy*.
- Nel settore dei droni, ENAC sta implementando il programma *Digital Twin for Innovative Air Services* (DT4IAS), per testare soluzioni tecnologiche e normative, migliorando la sicurezza e l'efficienza. Il supercalcolatore Leonardo, installato al CINECA, rappresenta un avanzamento nel *quantum computing* e nel calcolo ad alte prestazioni, con piani di espansione per il 2025.
- Il Ministero delle Imprese e del *Made in Italy* ha avviato iniziative per promuovere tecnologie innovative, inclusi progetti 5G e la creazione di "Case delle Tecnologie Emergenti" per favorire il trasferimento tecnologico. Sono stati finanziati progetti nel settore tessile per la tracciabilità tramite *blockchain* e incontri per sensibilizzare sul tema degli *NFT* e della proprietà intellettuale.
- Con il disegno di legge sul *Made in Italy*, approvato nel 2023, sono previsti strumenti per sostenere investimenti in *blockchain* e nel Metaverso. Inoltre, il Ministero ha stanziato 350 milioni di euro per potenziare i centri di trasferimento tecnologico specializzati in Intelligenza Artificiale, con l'obiettivo di creare 27 nuovi poli e rafforzare quelli esistenti.

- Il Ministero del Lavoro ha autorizzato l'uso di nuove tecnologie nella formazione obbligatoria, mantenendo metodologie didattiche tradizionali.

A livello internazionale Finlandia, Corea del Sud, Emirati Arabi Uniti, Giappone e Arabia Saudita hanno lanciato strategie specifiche del Metaverso ambiziose, mentre molti altri paesi mirano al potenziamento del settore nel contesto della strategia di digitalizzazione più generale dell'economia (ad esempio, Francia e Spagna). La Commissione europea ha avviato una consultazione pubblica per sviluppare una visione per i mondi virtuali, promuovendo l'uso di *sandbox* regolatorie per favorire l'innovazione.

In questo contesto, l'Italia deve ambire a diventare un paese pionieristico nel Metaverso, vista l'importanza di queste tecnologie per il rinnovo delle filiere produttive, sviluppando una strategia che coglie l'opportunità delle iniziative già avviate (ad esempio, digitalizzazione delle aziende, 5G, modernizzazione delle PA) e creare un ambiente regolamentare favorevole per il consumatore e per un mercato armonico.

Si propone quindi una strategia con quattro elementi fondamentali coerentemente con l'impostazione *"whole of government"* auspicato dalla nuova strategia industriale:

1. Attrazione di Talenti e il Sistema universitario:

Si sottolinea l'importanza dell'istruzione nella formazione di laureati qualificati nei campi STEM per soddisfare le esigenze del Metaverso e della *extended reality*. È fondamentale promuovere programmi formativi specifici per attrarre neolaureati nelle aree di *computer science*, Intelligenza Artificiale e *design*, per supportare le aziende che faticano a trovare risorse umane qualificate. Si propone il potenziamento dei programmi educativi e la *partnership* tra università e industrie;

2. Garantire l'Introduzione e l'Espansione delle Tecnologie Abilitanti:

Favorire e supportare le imprese sia nello sviluppo di tecnologie, soluzioni, prodotti, dispositivi, applicazioni relative al rafforzamento e alla diffusione del sistema dei mondi virtuali e del Metaverso, per esempio in *use case* come gemelli digitali, repliche virtuali di *asset* fisici che migliorano la progettazione, il *testing* e la formazione in tempo reale. L'Italia ha l'opportunità di eccellere nei settori del *Deep Tech* e del *Software Tech*, con esperienze promettenti negli *smart glasses* e nelle industrie creative come moda, cultura e turismo, che possono generare esperienze immersive per il mercato B2B e B2C;

3. Potenziare l'Infrastruttura *Ultra-Broadband* Fissa e Mobile:

Si sottolinea la necessità di un'infrastruttura digitale robusta per supportare la crescita del Metaverso che richiede investimenti mirati a raggiungere una connettività *ultra-broadband* diffusa per servire le aziende e i consumatori in tutta Italia. L'investimento M1C2I3 del PNRR si pone come obiettivo un territorio completamente servito da connessioni digitali superveloci, con una dotazione finanziaria di quasi 5 miliardi e 300 milioni di euro;

4. Sviluppare un Quadro Normativo per Proteggere i Consumatori e Abilitare la Concorrenza di Mercato:

Lo sviluppo dei mondi virtuali e del Metaverso presenta nuove sfide regolatorie che richiedono un intervento legislativo significativo. Tematiche come *privacy*, tutela dei dati, moderazione dei contenuti, identità virtuali, aspetti fiscali, concorrenza, proprietà intellettuale e *cybersecurity* sono al centro del dibattito.

Si propone, pertanto, alle autorità competenti di:

1. Sostenere la creazione di un ecosistema relativo alle tecnologie virtuali e al Metaverso aperto e

transnazionale cooperando, in sinergia con altre istituzioni (italiane ed internazionali), per promuovere *standard* comuni e, dunque, l'interoperabilità tra i diversi mondi virtuali;

2. Assicurare che la potenzialità di questa tecnologia sia sfruttata nelle missioni chiave del PNRR per tutte le filiere produttive e per la modernizzazione delle PA;
3. Rendere coerente il quadro normativo nazionale (che risponde alla DSA, GDPR, *Data Act* e *AI Act*) con le esigenze delle tecnologie AR e VR applicate alle aziende italiane (in particolare sicurezza e tutela del *copyright*);
4. Creare un contesto ove gli innovatori - come catalizzatori della crescita dell'AI auspicata dall'Unione europea - adottino un approccio etico e si impegnino a rispettare le normative dell'UE;
5. Evolvere la strumentazione ed il codice normativo per la lotta alla contraffazione nell'ambito di *design* e marchi per far fronte ai mercati interni. Nel mondo dei marchi la nostra normativa di proprietà industriale dovrà evolvere le categorie merceologiche per le quali si registra un marchio,

che dovranno essere considerate valide anche per le loro controparti virtuali;

6. Lavorare, anche con le istituzioni europee, per approfondire il tema degli *NFT* e studiare la relativa legislazione nel contesto MiCA (*Markets in Crypto Assets*), creando coerenza con il quadro complessivo della regolamentazione finanziaria, per garantire un utilizzo trasparente, sicuro e compatibile tra diversi meccanismi di trasferimento di valore;
7. Avviare un *sandbox* per i mondi virtuali offrendo opportunità alle PMI di applicare e testare tecnologie, prodotti o servizi innovativi, valutando la fattibilità di mercato di nuovi modelli di *business*, promuovere l'apprendimento normativo, fornendo *input* ai regolatori/autorità pubbliche per l'adozione di nuove politiche e legislazioni o per la revisione di quelle esistenti, e migliorare la cooperazione e l'armonizzazione transfrontaliere.

ALLEGATI

ALLEGATO 1 - Interventi PNRR in materia di Digitale (citati nel documento "Strategia universi Virtuali")

MISSIONE	COMPONENTE	INVESTIMENTO	NOME MISURA	DOTAZIONE FINANZIARIA	MIN/DIP COMPETENTE
M1	C1	Investimento 1.1	Infrastrutture digitali	900.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.2	Migrazione al <i>cloud</i>	1.000.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.3	Dati e interoperabilità	646.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.4	Servizi digitali e cittadinanza digitale	2.024.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.5	<i>Cybersecurity</i>	623.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.6	Digitalizzazione delle grandi amministrazioni	611.203.200 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.7	Competenze digitali di base	195.000.000 euro	PCM -DTD
M1	C1	Investimento 1.9	Fornire assistenza tecnica e rafforzare la creazione di capacità per l'attuazione del PNRR	0	PCM -DFP
M1	C1	Investimento 1.10	Sostegno alla qualificazione ed <i>eProcurement</i>	8.978.483,60 euro	MIT
M1	C1	Investimento 2.2	<i>Task Force</i> digitalizzazione, monitoraggio e <i>performance</i>	734.200.000 euro	PCM -DFP
M1	C1	Investimento 2.1	Portale unico del reclutamento	20.500.000 euro	PCM -DFP
M1	C2	Investimento 1	Transizione 4.0	13.381.000.000 euro	MIMIT
M1	C2	Investimento 2.1	Innovazione e tecnologia della microelettronica	340.000.000 euro	MEF
M1	C2	Investimento 3	Reti ultraveloci banda ultra-larga e 5G	5.291.862.394,25 euro	PCM -DTD
M1	C2	Investimento 4.1	Tecnologia satellitare ed economia spaziale	1.487.000.000 euro	MIMIT
M1	C2	Investimento 5.1	Rifinanziamento e ridefinizione del Fondo 394/81 gestito da SIMEST	1.200.000.000 euro	MAECI

MISSIONE	COMPONENTE	INVESTIMENTO	NOME MISURA	DOTAZIONE FINANZIARIA	MIN/DIP COMPETENTE
M1	C2	Investimento 5.2	Competitività e resilienza delle filiere produttive	750.000.000 euro	MIMIT
M1	C2	Investimento 7	Supporto al sistema produttivo per la Transizione ecologica, <i>Net Zero Technologies</i> , e la competitività e resilienza delle filiere produttive strategiche	2.500.000.000 euro	MIMIT
M1	C2	Investimento 6.1	Investimento nel sistema di proprietà industriale	30.000.000 euro	MIMIT
M4	C1	Investimento 3.4	Didattica e competenze universitarie avanzate	272.139.345 euro	MUR
M4	C1	Investimento 4.1	Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la PA e il patrimonio culturale	504.000.000 euro	MUR
M4	C2	Investimento 1.5	Creazione e rafforzamento di "ecosistemi dell'innovazione per la sostenibilità", costruendo <i>leader</i> territoriali di R&S	1.242.800.752 euro	MUR
M4	C2	Investimento 3.1	Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione	1.578.069.857 euro	MUR
M4	C2	Investimento 1.3	Partenariati estesi a università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca	1.610.000.000 euro	MUR

MISSIONE	COMPONENTE	INVESTIMENTO	NOME MISURA	DOTAZIONE FINANZIARIA	MIN/DIP COMPETENTE
M4	C2	Investimento 1.4	Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "campioni nazionali" di R&S su alcune <i>Key Enabling Technologies</i>	1.600.000.000 euro	MUR
M4	C2	Investimento 3.2	Finanziamento di <i>startup</i>	400.000.000 euro	MIMIT
M4	C2	Investimento 3.3	Introduzione di dottorati innovativi che rispondono ai fabbisogni di innovazione delle imprese e promuovono l'assunzione dei ricercatori da parte delle imprese	510.000.000 euro	MUR
M4	C2	Investimento 2.3	Potenziamento ed estensione tematica e territoriale dei centri di trasferimento tecnologico per segmenti di industria	350.000.000 euro	MIMIT
M4	C2	Investimento 1.4	Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "campioni nazionali" di R&S su alcune <i>Key Enabling Technologies</i>	1.600.000.000 euro	MUR

Tabella 1. Il presente allegato razionalizza gli investimenti PNRR menzionati, anche solo in maniera cumulata nel testo del documento "Strategia Universi Virtuali", che hanno ad oggetto il tema digitale.

ALLEGATO 2 - Connettere Realtà Virtuale e *Soft Skills* - Il progetto *CLASS*

CONTESTO E INTRODUZIONE AL PROGETTO

A causa della pandemia di *COVID-19*, fenomeni quali la dispersione scolastica e il mancato coinvolgimento delle fasce più svantaggiate hanno subito un incremento significativo. Le famiglie in condizioni di difficoltà socio-culturale hanno infatti manifestato ulteriori ostacoli nell'accesso alla didattica digitale e ai servizi scolastici essenziali. In questo scenario, il progetto "Connettere Realtà Virtuale e *Soft Skills*" (*CLASS*) è nato con l'obiettivo di sperimentare nuovi approcci didattici attraverso l'utilizzo di tecnologie innovative, per contrastare queste problematiche e migliorare l'apprendimento e le competenze trasversali di studenti in condizioni di vulnerabilità, legati a contesti svantaggiati o con esigenze affettive e sociali differenti.

Finanziato dalla Direzione Generale della Ricerca del Ministero dell'Università e della Ricerca tramite il "Fondo per la ricerca in campo economico e sociale", il progetto, avviato il 6 novembre 2023 e conclusosi il 5 novembre 2024, è stato realizzato da Fondazione FORMIT in collaborazione con due istituti scolastici di Roma con indirizzo tecnico e professionale (l'Istituto d'Istruzione Superiore "De Amicis – Cattaneo" e l'Istituto Tecnico Agrario "Emilio Sereni"). Coinvolgendo un totale di 9 classi del terzo e quarto anno superiore e 161 studenti, il progetto si è altresì concentrato sulla formazione di 50 docenti, con l'obiettivo di rendere sostenibile e replicabile il modello sperimentato.

OBIETTIVI, DESCRIZIONE E FINALITÀ DEL PROGETTO

L'obiettivo principale di *CLASS* è stato quello di contribuire ad una maggiore comprensione delle conseguenze sociali dovute alla crisi economica provocata dalla pandemia di *COVID-19* nei contesti urbani periferici più vulnerabili della città di Roma, in particolare analizzando le difficoltà di apprendimento e di inclusione scolastica di studenti appartenenti a contesti svantaggiati. Attraverso l'adozione di una didattica metacognitiva e l'utilizzo della Realtà Virtuale (VR), il progetto si è focalizzato sull'analisi di strategie didattiche innovative, con l'obiettivo di verificare se, e in che misura, l'utilizzo della VR integrata in una didattica metacognitiva possa migliorare l'apprendimento e il coinvolgimento di alunni con svantaggio socio-culturale.

In questo contesto, la didattica metacognitiva risulta essere particolarmente utile per fronteggiare le difficoltà di apprendimento e di inclusione di alunni

appartenenti a contesti svantaggiati. Il modello metacognitivo nasce con lo scopo di promuovere in chi apprende la competenza di "imparare ad imparare", attraverso l'utilizzo di tecniche che mirano a sviluppare abilità trasversali che rendano più efficace il processo di apprendimento mediante l'automonitoraggio, l'autoregolazione e la metacognizione. Pertanto, una didattica metacognitiva mira allo sviluppo degli aspetti metacognitivi freddi (più propriamente cognitivi, quali: *working memory*, attenzione, astrazione, *problem solving*, ecc.) e degli aspetti caldi (comprendenti la mentalizzazione e le competenze trasversali). Le capacità di mentalizzazione consentono agli individui di percepire e interpretare i comportamenti umani in termini di stati mentali intenzionali come emozioni, obiettivi o desideri, e nascono dall'interazione con l'ambiente e con l'altro, favorendo diversi aspetti

motivazionali che regolano l'apprendimento. Le competenze trasversali (anche note come "*soft skills*") si riferiscono ad un insieme di attributi e competenze personali positive che migliorano le relazioni, le prestazioni lavorative e il valore sociale dell'individuo. D'altro canto, grazie alla loro natura immersiva e interattiva, gli ambienti di VR hanno un forte potenziale nei contesti educativi, in quanto possono essere personalizzati per consentire al discente di sfruttare i propri punti di forza, migliorando la padronanza del compito attraverso un supporto fornito dall'esperienza virtuale.

Alla luce di tali considerazioni, il progetto *CLASS* ha sviluppato un approccio sperimentale volto a comparare tre modalità didattiche:

1. Una didattica tradizionale;
2. Una didattica metacognitiva, che ha previsto l'applicazione di procedure per il potenziamento degli aspetti metacognitivi;
3. Una didattica metacognitiva integrata dalla VR.

Al fine di avviare le attività progettuali, le nove classi selezionate sono state suddivise equamente in due gruppi sperimentali (che hanno partecipato alla didattica metacognitiva, con e senza VR) e uno di controllo (per la didattica tradizionale), con l'obiettivo di confrontare i risultati degli apprendimenti in entrata (T0) e in uscita (T1), rispettivamente relativi al periodo antecedente e posteriore all'erogazione della didattica. Le attività sperimentali sono state svolte durante le ore di lezione di lingua inglese, al fine di valutare l'impatto della VR sul miglioramento delle competenze tecniche e dei percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO), per indagare il contributo della VR nello sviluppo delle competenze trasversali degli studenti. A tal proposito, le tre classi incluse nel gruppo sperimentale integrato dalla VR hanno utilizzato due applicativi VR. Il primo applicativo, *IMMERSE*, è uno strumento immersivo utilizzato per migliorare le competenze

linguistiche degli studenti attraverso ambienti virtuali interattivi che permettono un approccio esperienziale alla pratica della lingua inglese. *IMMERSE* offre agli studenti la possibilità di esplorare contesti comunicativi realistici, stimolando l'apprendimento attivo e la pratica linguistica attraverso simulazioni e interazioni immersive. Il secondo applicativo, *CLASS*, è stato sviluppato da Fondazione FORMIT all'interno del progetto, e si concentra sul potenziamento delle competenze trasversali attraverso un approccio basato sulla REBT, ovvero la Terapia Razionale Emotiva Comportamentale. Sviluppata dallo psicologo Albert Ellis negli anni '50, la REBT si fonda sull'idea che le emozioni e i comportamenti disfunzionali derivino da pensieri e credenze irrazionali, e non tanto dagli eventi esterni. Nel modello teorico della REBT, le credenze razionali – flessibili, logiche e basate sulla realtà – aiutano a gestire gli eventi stressanti in modo costruttivo, mentre le credenze irrazionali – rigide, assolutiste e lontane dalla realtà – sono all'origine di emozioni e comportamenti disfunzionali. L'applicativo sviluppato si struttura attraverso quattro "stanze virtuali", ciascuna progettata per affrontare aspetti chiave della gestione emotiva e cognitiva:

1. **Psicoeducazione - Alfabetizzazione Emotiva:** Questa stanza introduce gli studenti alla consapevolezza delle emozioni attraverso l'esplorazione delle sfumature emotive, l'analisi della comunicazione non verbale e la comprensione dell'attivazione fisiologica delle emozioni.
2. **Riconoscimento dei Pensieri Irrazionali:** In questa stanza, gli studenti imparano a distinguere fra fatti e opinioni, comprendendo il modello *ABC* (*Antecedent* – *Behaviour* – *Consequence*), e i pensieri funzionali da quelli disfunzionali.
3. **Riconoscimento e Ristrutturazione del Pensiero:** Qui gli studenti approfondiscono

l'analisi dei pensieri irrazionali e praticano attività di ristrutturazione cognitiva, per sostituire schemi di pensiero disfunzionali con credenze più realistiche e adattive.

4. **Regolazione Emotiva:** L'ultima stanza offre agli studenti strumenti pratici per la gestione delle emozioni, con esercizi come tecniche di respirazione e di *Detached Mindfulness*, per favorire la consapevolezza e la regolazione emotiva in modo autonomo.

Questo approccio basato sulla REBT e integrato nell'ambiente virtuale consente agli studenti, non solo di comprendere e riconoscere le proprie emozioni e i propri schemi cognitivi, ma anche di sviluppare strategie pratiche per affrontare situazioni stressanti, migliorando così sia il benessere personale, che le competenze trasversali necessarie nella vita quotidiana e scolastica.

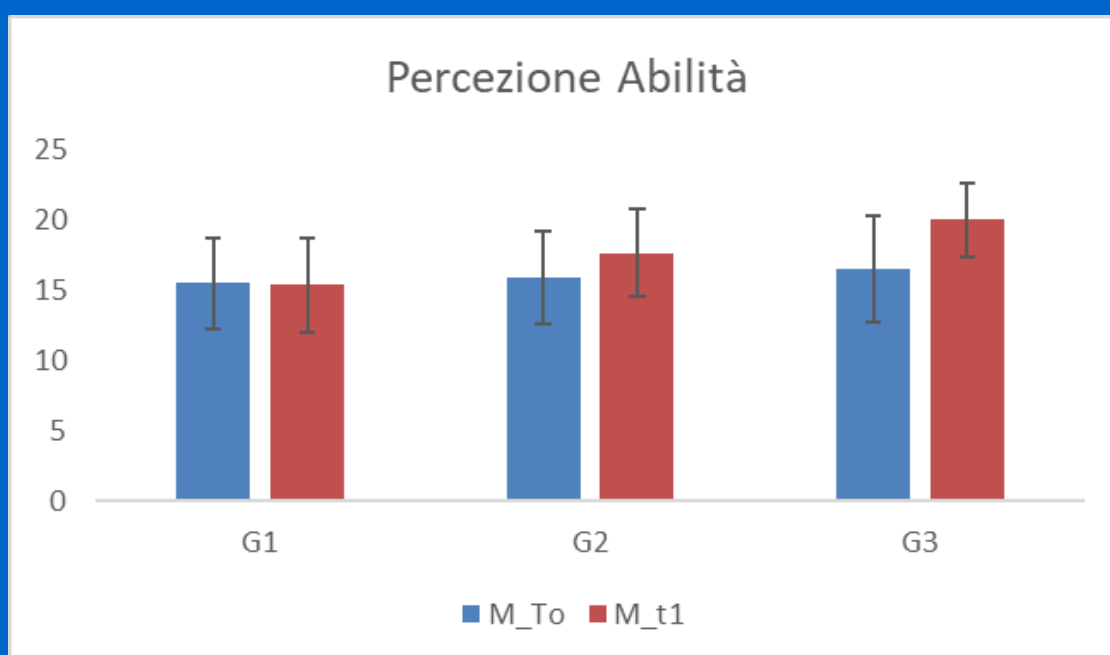
RISULTATI OTTENUTI

A partire da quanto emerso dall'analisi delle risposte fornite dagli studenti ai questionari in entrata e in uscita, è possibile delineare i seguenti risultati, che confermano come il gruppo sperimentale, che ha

partecipato alle attività di didattica metacognitiva integrata dalla VR, si sia nettamente distinto per i miglioramenti ottenuti rispetto agli altri due gruppi.

Percezione delle abilità

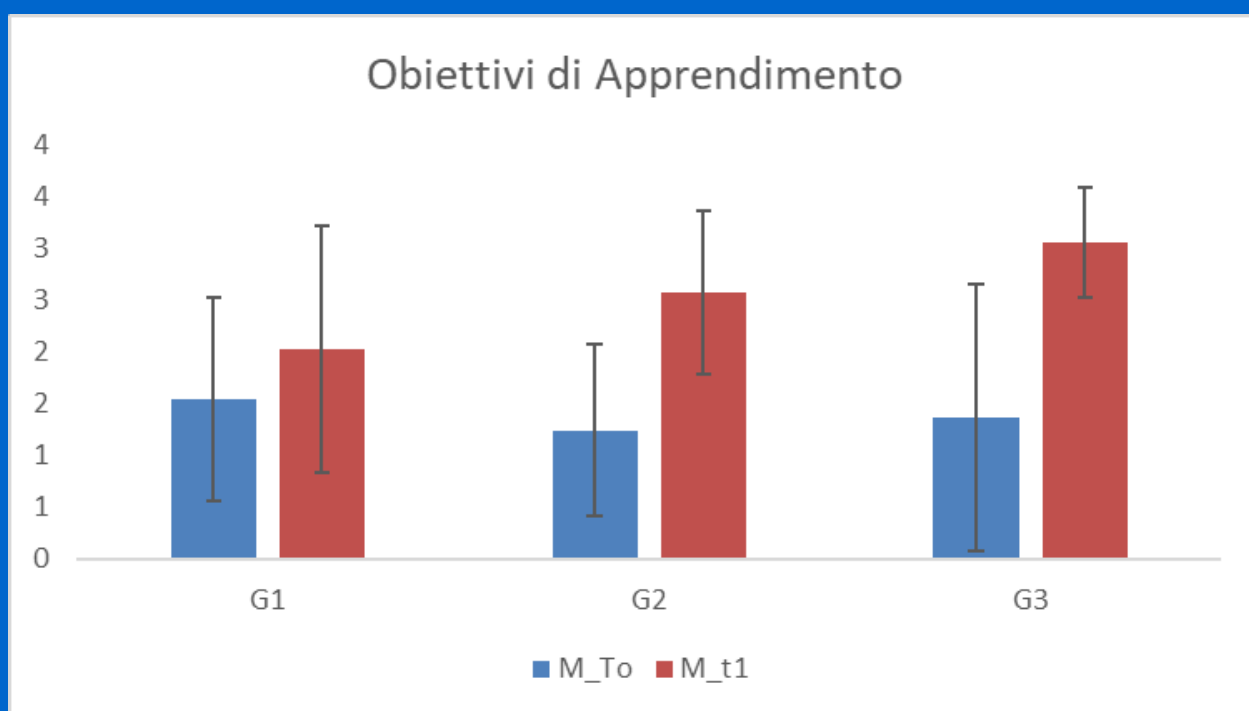
La percezione di abilità riguarda la fiducia che uno studente ripone nella propria capacità di apprendere e affrontare compiti scolastici. Questa scala misura la convinzione personale relativa alla propria competenza, un aspetto fondamentale per sostenere la motivazione e il successo nell'apprendimento. Una percezione positiva delle proprie abilità si associa ad una maggiore resilienza e persistenza di fronte alle difficoltà scolastiche. Dall'analisi dei risultati dei dati comparati in entrata e in uscita, la percezione delle proprie abilità è migliorata significativamente per tutti i gruppi, con effetti ancora più evidenti per il gruppo che ha seguito la didattica metacognitiva con l'utilizzo della VR. Questo approccio ha mostrato un impatto positivo dovuto all'effetto combinato "tempo*trattamento", distinguendosi rispetto ai metodi tradizionali e metacognitivi tradizionali.



Obiettivi di apprendimento

Questa scala analizza l'orientamento degli studenti verso gli obiettivi di apprendimento. Un focus sugli obiettivi di prestazione implica una maggiore attenzione ai risultati esterni, come voti e riconoscimenti. Al contrario, chi è orientato verso obiettivi di padronanza privilegia l'acquisizione di competenze e la comprensione profonda dei contenuti. Un punteggio elevato in questa scala indica una preferenza per l'apprendimento come processo di crescita personale rispetto alla competizione per

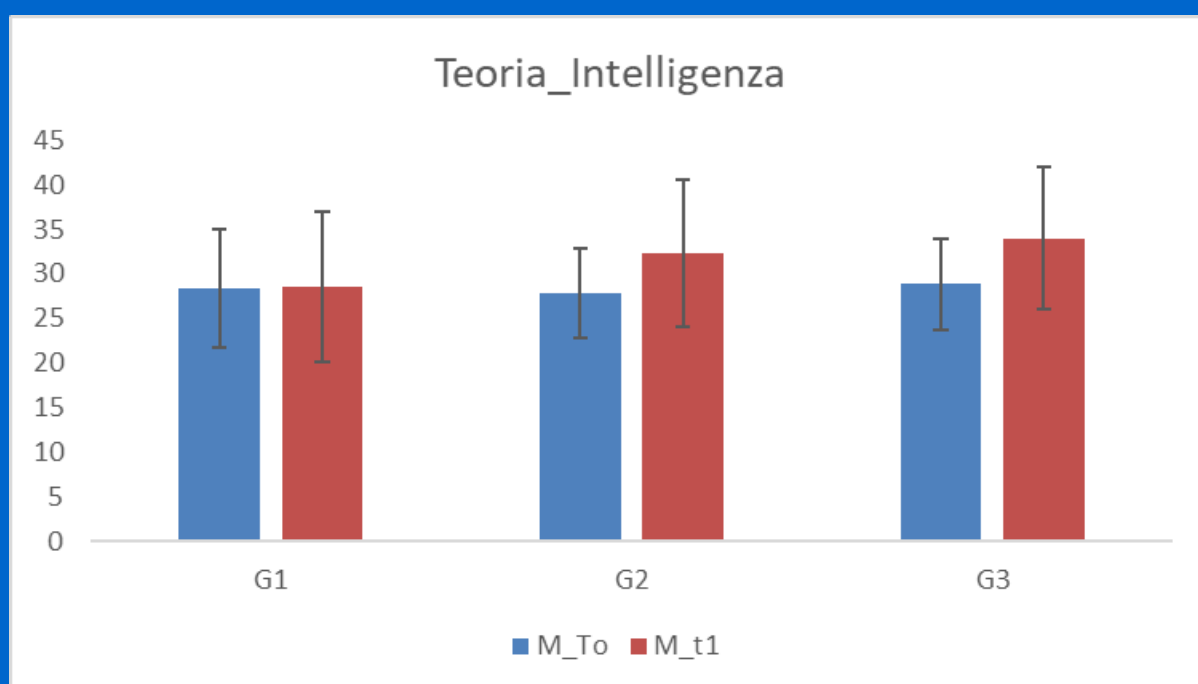
ottenere riconoscimenti. Dai risultati dell'analisi, anche l'orientamento verso gli obiettivi di apprendimento è migliorato nei tre gruppi. Tuttavia, il gruppo che ha sperimentato la didattica metacognitiva supportata dalla VR ha ottenuto miglioramenti significativi rispetto agli altri due gruppi, suggerendo che questa metodologia stimola un approccio più positivo e motivato all'apprendimento.



Teoria dell'intelligenza

La teoria dell'intelligenza esplora se lo studente considera l'intelligenza come una caratteristica fissa e immutabile, oppure come una qualità che può essere sviluppata attraverso l'impegno e l'apprendimento. Chi crede in un'intelligenza incrementale tende ad essere più motivato ad apprendere, interpretando gli errori come opportunità di crescita; mentre chi la vede come statica, può scoraggiarsi più facilmente davanti alle difficoltà. L'analisi dei dati raccolti in entrata e in

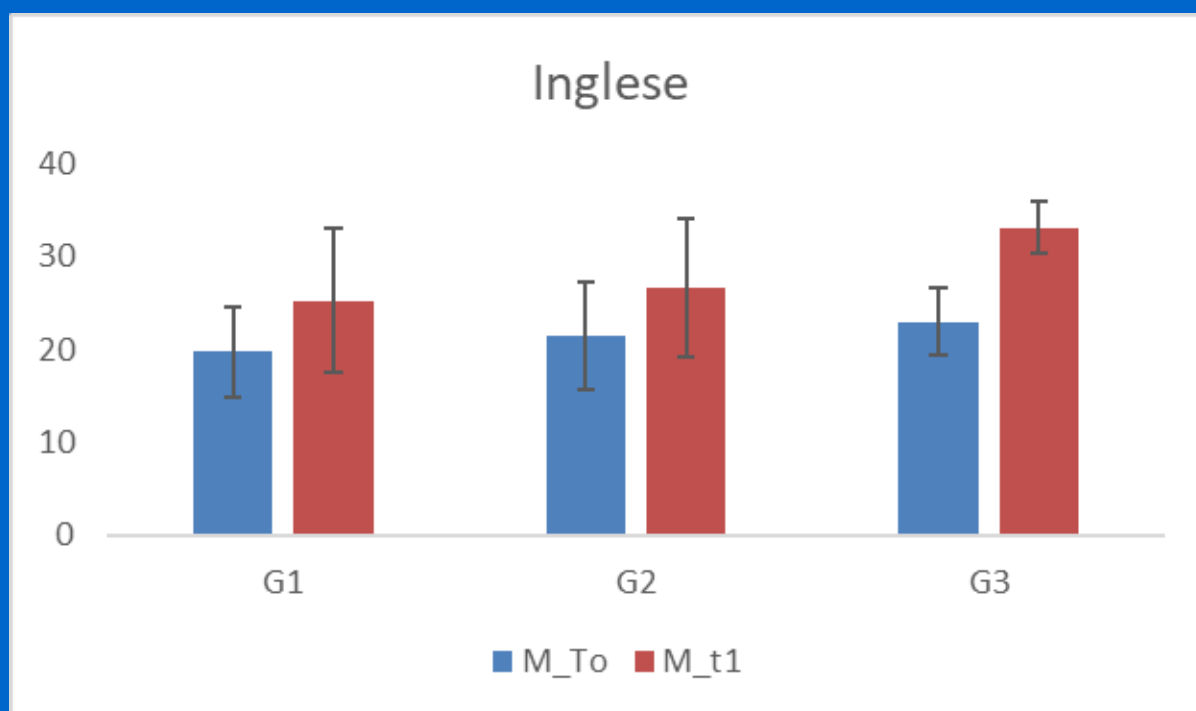
uscita rileva che gli studenti mostrano una maggiore apertura verso l'idea che l'intelligenza sia una qualità sviluppabile, con un miglioramento generale in tutti i gruppi. Tuttavia, il gruppo che ha utilizzato la didattica metacognitiva con VR ha registrato risultati significativamente migliori rispetto al gruppo tradizionale, sottolineando l'efficacia di questo approccio innovativo.



Competenze di lingua inglese

L'analisi ha rilevato un miglioramento generale delle competenze linguistiche in inglese per tutti i gruppi, con un effetto ancora più marcato per il gruppo che ha seguito la didattica metacognitiva con VR. Inoltre, è stato rilevato un effetto combinato significativo tra il

tempo e il tipo di trattamento, indicando che il miglioramento delle competenze linguistiche varia a seconda del metodo didattico adottato, con risultati più evidenti grazie all'utilizzo di approcci innovativi come la didattica metacognitiva con VR.

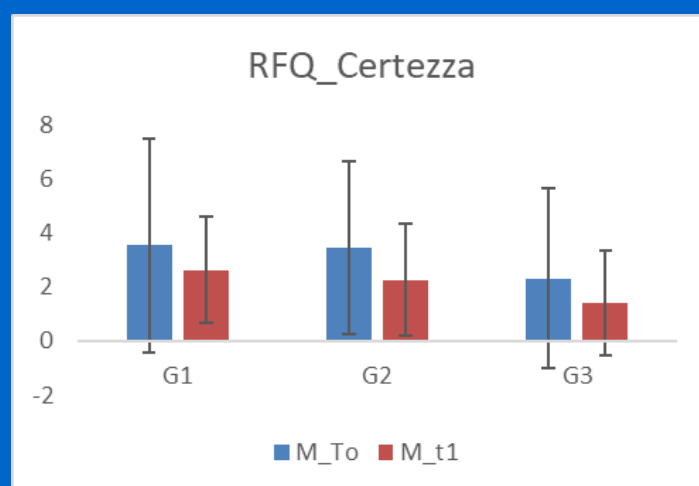
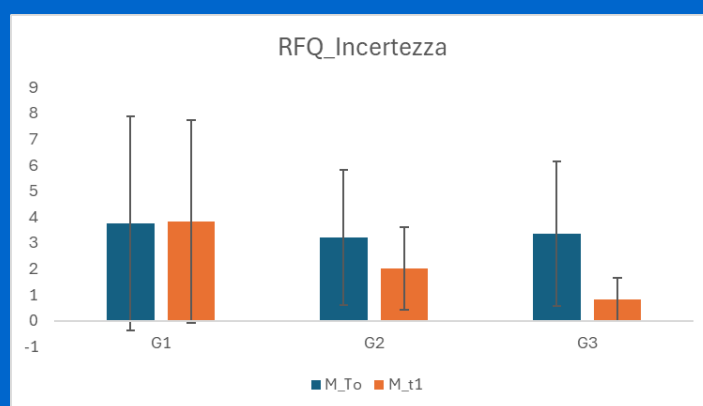


Competenze trasversali: abilità di mentalizzazione

Le abilità di mentalizzazione sono state valutate considerando la capacità degli studenti di comprendere gli stati mentali propri e altrui, in relazione a scopi intrapersonali e interpersonali. L'analisi ha preso in esame due scale: la *Scala della Certezza* e la *Scala dell'Incertezza*.

La *Scala della Certezza* misura tendenze verso l'ipermentalizzazione, ossia un'eccessiva sicurezza nel ritenere di sapere cosa gli altri stanno pensando o provando. Al contrario, la *Scala dell'Incertezza* valuta l'ipomentalizzazione, che riflette la difficoltà nel comprendere gli stati mentali altrui. In entrambi i casi, punteggi elevati rappresentano una deviazione dalla

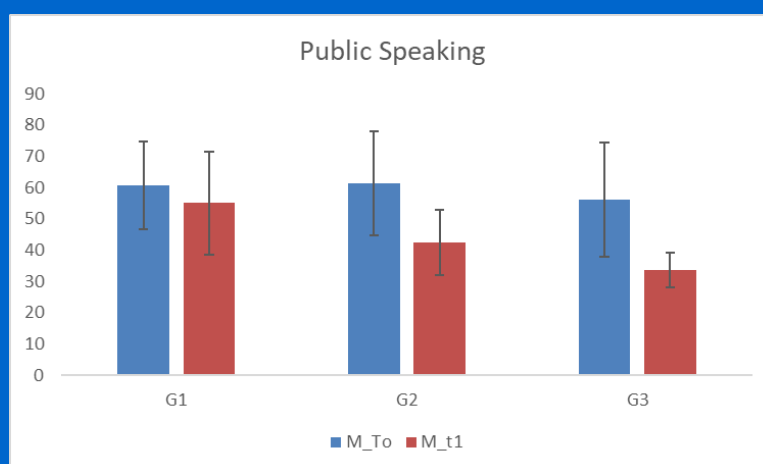
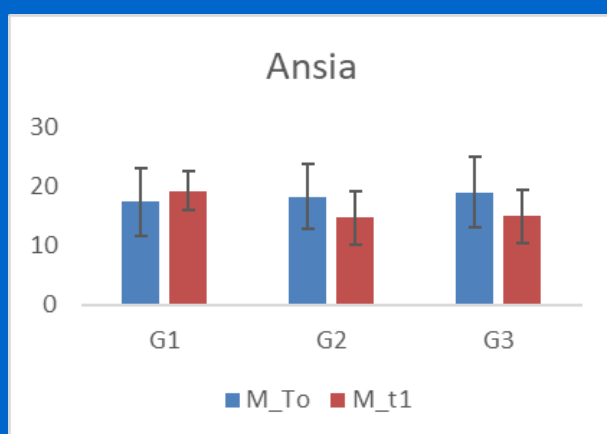
capacità di mentalizzare in modo genuino. Di contro, punteggi bassi indicano una capacità di mentalizzazione più autentica e realistica, caratterizzata da un equilibrio nella comprensione degli stati mentali. Dai risultati dell'analisi dei questionari somministrati in entrata e in uscita, è emerso che sia la didattica metacognitiva che la didattica metacognitiva con VR hanno contribuito a migliorare le abilità metacognitive dei ragazzi, in particolare riducendo il grado di incertezza sugli stati mentali, suggerendo che gli studenti sono diventati più realistici nell'interpretare gli stati mentali propri e altrui.



Ansia, Resilienza e *Public Speaking*

Resilienza e *public speaking* rappresentano due componenti fondamentali per lo sviluppo di competenze trasversali. Esse sono strettamente interconnesse al costrutto dell'ansia, in particolare quella connessa alla prestazione e al giudizio degli altri. Interventi educativi mirati possono favorire il miglioramento di queste competenze, promuovendo la crescita personale e sociale degli studenti. Alla luce dei risultati dell'analisi dei questionari somministrati agli studenti in entrata e in uscita, si registra come la resilienza, intesa come capacità di affrontare le difficoltà, sia migliorata significativamente nel gruppo

che ha partecipato alle attività di didattica metacognitiva con VR, rispetto ai metodi tradizionali e metacognitivi tradizionali. Inoltre, anche l'ansia legata al *public speaking* è diminuita in modo significativo nel gruppo con il metodo innovativo, con una riduzione maggiore rispetto agli altri gruppi. Complessivamente, i risultati supportano l'efficacia della Realtà Virtuale immersiva nel potenziare la resilienza degli studenti e nel ridurre i livelli di ansia da *public speaking*, probabilmente grazie al coinvolgimento attivo e alla natura esperienziale del metodo.



CONCLUSIONI

Il progetto *CLASS* ha dimostrato l'efficacia delle metodologie didattiche innovative, integrate con l'uso della VR, nel migliorare sia l'apprendimento della lingua inglese, che lo sviluppo delle competenze trasversali fondamentali. I risultati raccolti hanno evidenziato un miglioramento significativo nella motivazione allo studio, nella resilienza, nella gestione delle emozioni e nella capacità di affrontare le sfide quotidiane, confermando il valore della didattica metacognitiva supportata da tecnologie immersive.

Il progetto sottolinea non solo l'importanza di innovare i metodi didattici, ma anche l'efficacia di risorse digitali e approcci interdisciplinari per rispondere alle esigenze di studenti provenienti da contesti svantaggiati. *CLASS* rappresenta un modello replicabile e scalabile per affrontare problematiche educative complesse, combinando tecnologia, innovazione e didattica inclusiva.