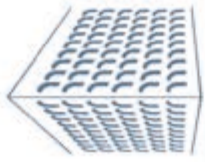


- ▶ L'IMPIEGO SINERGICO DI MEZZI A PILOTAGGIO REMOTO E MEZZI PILOTATI NELLA GESTIONE DI SCENARI DI EMERGENZA CON INTELLIGENZA ARTIFICIALE
- ▶ REATTORE DI IV GENERAZIONE PER BRUCIARE COMPLETAMENTE URANIO
- ▶ INTRODUZIONE AL CROWDFUNDING IMMOBILIARE
- ▶ SFIDE E DIFFICOLTÀ NEL PNRR, UN ESEMPIO APPLICATIVO: I PROGETTI DI EDILIZIA SCOLASTICA DELLA PROVINCIA DI GROSSETO
- ▶ INDAGINE CONOSCITIVA SULL'ADOZIONE DEI SISTEMI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN AZIENDE COMPLESSE





# INGEGNER



IN COPERTINA  
IMMAGINE DI REPERTORIO

RIVISTA  
DELL'ORDINE  
DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA  
DI ROMA



TRIMESTRALE  
ANNO XI - N. 4/2024



Ing. Massimo Cerri

### Salva Casa: analisi di opportunità e rischi

L'Ordine degli Ingegneri di Roma ha realizzato il 14 febbraio scorso in collaborazione con l'Ordine degli Architetti di Roma e provincia, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma, il Consiglio Notarile dei Distretti di Roma Velletri e Civitavecchia e il Collegio dei Geometri di Roma e provincia e dal Collegio Periti Industriali il convegno "Decreto Salva Casa. L'impatto della legge su professionisti e cittadini", presso l'Università degli Studi di Roma Tre, a cui hanno partecipato 500 professionisti in presenza e oltre mille collegati da tutta Italia.

L'incontro, che per la prima volta ha riunito cinque tra gli ordini professionali più numerosi del Paese, ha visto anche l'intervento del Ministro delle Infrastrutture e Trasporti, On. Matteo Salvini, che ha specificato l'importanza di questa legge per aiutare gli italiani a regolarizzare le piccole difformità edilizie e permettere di conseguenza una più facile commerciabilità degli immobili, il parterre di relatori sta analizzando i punti di forza e quelli di criticità della normativa.

Il DL è un'opportunità per i tecnici e i professionisti dell'edilizia. Si stima che oltre la metà degli immobili italiani potrebbe beneficiare delle nuove possibilità di sanatoria delle piccole difformità, con effetti immediati sull'incremento della domanda di incarichi e servizi professionali.

Ai professionisti tecnici sono richiesti nuovi adempimenti e nuove responsabilità. Siamo, infatti, chiamati a garantire che le soluzioni abitative proposte, non solo rispettino le normative in vigore, ma

siano anche sostenibili e funzionali. I notai, dal canto loro, giocano un ruolo decisivo nel garantire che tutte le transazioni immobiliari siano trasparenti e conformi alle leggi, proteggendo i diritti di tutte le parti coinvolte.

Ognuno di noi, con il suo specifico apporto, contribuisce a un mosaico più ampio, dove l'obiettivo comune è quello di semplificare gli iter burocratici per il cittadino. Senza una sinergia efficace, rischiamo di vedere fallire anche l'intento stesso del decreto.

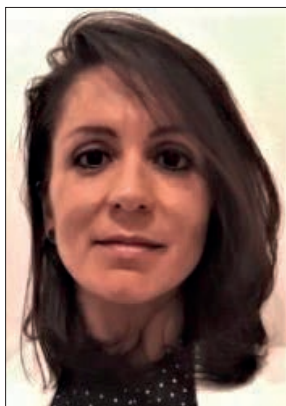
Operiamo sotto un'obbligazione di risultato, che implica la necessità di fornire un progetto che sia non solo utilizzabile, ma anche realizzabile.

Ora è importante uniformare l'applicazione della normativa in tutta Italia, affinché da Bolzano a Catania non ci siano interpretazioni differenti della legge e i cittadini possano essere tutelati ovunque nello stesso modo, disponendo delle stesse possibilità di sanare e commercializzare un immobile. E contemporaneamente si auspica che il DL diventi realmente attuabile, in quanto al momento i tecnici denunciano difficoltà pratiche, dalla mancanza di modulistica uniformata a visioni differenti da parte dei funzionari degli enti locali.

Ulteriore auspicio è che il Salva Casa sia un primo step che porti alla revisione del Testo unico sull'edilizia che ha subito troppe revisioni e troppe stratificazioni, da creare numerose difficoltà interpretative.



Ing. Massimo Cerri  
Presidente  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Roma



Ing. Maria Elena D'Effremo

Care colleghe e cari colleghi, siamo giunti all'ultima uscita della Rivista IO Roma 2024! Potremmo qui ripercorrere le tante iniziative che hanno visto l'Ordine protagonista delle attività sviluppate nel corso del 2024, tuttavia vorrei soffermarmi solo uno degli ultimi successi, poiché lo ritengo di fondamentale importanza. In data 10/12/2024 è stata pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio n. 99 la Deliberazione della Giunta Regionale 3 dicembre 2024 n. 1038 avente come oggetto l'approvazione "Vincolo Idrogeologico – Direttive 2024 sulle procedure in funzione del riparto di cui agli artt. 8, 9 e 10 della LR n. 53/98", e "Linee guida 2024 sulla documentazione per le istanze di nulla osta al vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/23 e R.D. 1126/26 nell'ambito delle competenze regionali". Il provvedimento citato revoca integralmente e sostituisce quanto approvato con la precedente D.G.R. n. 920/2022, applicato nei procedimenti relativi al Vincolo Idrogeologico. L'Ordine degli Ingegneri di Roma, con la Federazione dell'Ordine degli Ingegneri del Lazio ha contribuito ad apportare migliorie alla prima versione del testo, in particolare:

- inserimento della Relazione Geotecnica tra la documentazione tecnica a corredo dell'istanza (Allegato 2 paragrafo 2.2), riportando in questa, in accordo alle NTC2018, l'analisi delle proprietà geotecniche del terreno, le caratteristiche e la modellazione geotecnica, le scelte progettuali circa la tipologia delle opere di fondazione;
- inserimento della Relazione Idraulica in luogo di un più generico Studio idraulico;
- nella precedente versione, D.G.R. n. 920/2022, al cap.2.5 veniva indicato "la tipologia delle opere di fondazione, in

accordo con le prescrizioni contenute nella Relazione Geologica", modificato con "in accordo con le Relazioni Specialistiche";

- rimosso dalla Relazione Geologica "la valutazione del complesso opera terreno" e "le ipotesi tecniche di riduzione del pericolo/rischio geologico/idraulico".

Possiamo dire che questo è stato un bel traguardo? Direi proprio di sì, ma non finisce qui, siamo già al lavoro per proporre altre migliorie al testo, anche grazie alla collaborazione e alle competenze delle Commissioni Tematiche dell'Ordine.

In merito a tutte le altre importanti attività che abbiamo svolto nel corso del 2025, vi invito a scorrere le sezioni Notizie, Formazione e Servizi agli iscritti del sito dell'Ordine, e a consultare e seguire la pagina LinkedIn dell'Ordine in cui cerchiamo di rendere tutti partecipi delle nuove iniziative in corso. Siamo consapevoli che si può sempre migliorare, siamo sul percorso giusto, ma come nella vita di ognuno di noi guardiamo sempre al futuro con spirito critico e costruttivo al fine di migliorare insieme ascoltando sia i complimenti che le critiche per crescere.

Tante cose bollono in pentola per questo 2025, non posso anticipare nulla, ma sono certa che le nuove attività previste interesseranno la maggior parte degli iscritti!

Non mi resta che augurarvi buona lettura, ricordandovi che nell'ottica di un approccio più agile e mirato alla condivisione, anche IO Roma si è dotata di una pagina LinkedIn, "IO Roma Rivista dell'Ordine Ingegneri della provincia di Roma", che vi invito a seguire, così come vi invito a consultare la pagina <https://ioroma.info/>.



Ing. Maria Elena D'Effremo  
Direttrice Editoriale

# IO ROMA

RIVISTA - ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA

N. 4/2024 Trimestrale N. 42 Anno XI

## Direttrice Responsabile

Marialisa Nigro

## Direttrice Editoriale

Maria Elena D'Effremo

## Comitato di Redazione

### Sezione A

Massimo Cerri  
Silvia Torrani  
Micaela Nozzi  
Stefania Arangio  
Fabrizio Averardi Ripari  
Michele Colletta  
Alessandro Fuschiotto  
Marco Ghimenti  
Giorgio Martino  
Giovanni Nicolai  
Paolo Reale  
Mauro Villarini

### Sezione B

Alfredo Simonetti

## Amministrazione e redazione

Piazza della Repubblica, 59 - 00185 Roma  
Tel. 06 4879311 - Fax 06 487931223

## Direttore Artistico e Project Manager

Tiziana Primavera

## Assistenza Editoriale

Leonardo Lavalle  
Emanuela Cariani  
Antonio Di Sabatino

## Referente FOIR

Francesco Marinuzzi

## Stampa

PressUp

Iscritto al Registro della Stampa del Tribunale  
di Roma  
Il 22/11/2013, n. 262/2013

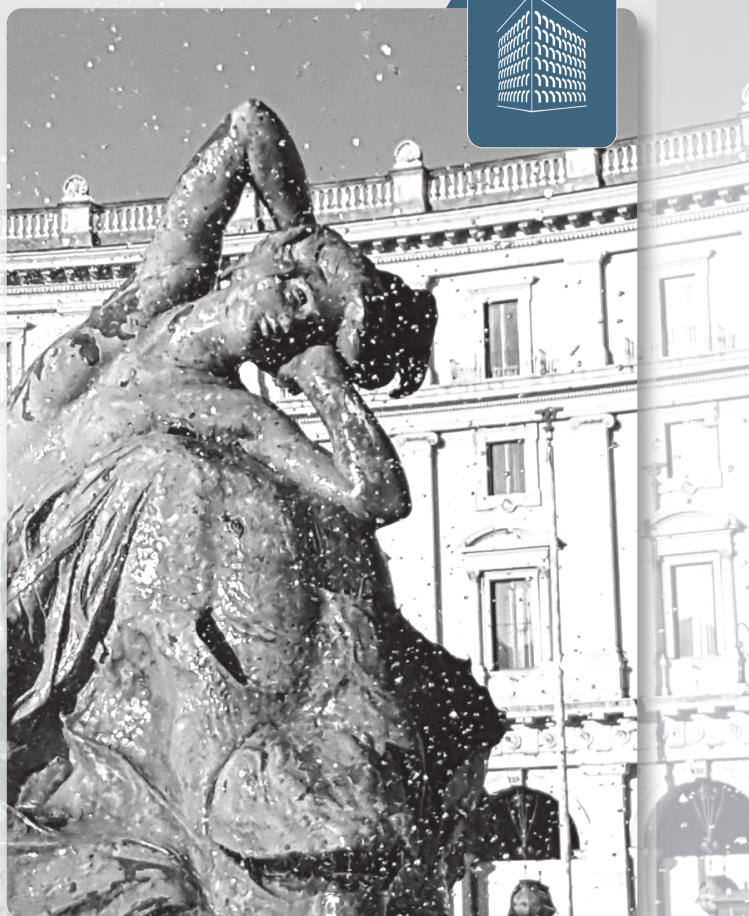
## Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Piazza della Repubblica, 59 - 00185 Roma  
www.ording.roma.it  
segreteria@ording.roma.it  
editoriale@ording.roma.it

**Finito di stampare:** Febbraio 2025



**MISTO**  
Carta da fonti gestite  
in maniera responsabile  
FSC® C109382



La redazione rende noto che i contenuti, i pareri e le opinioni espresse negli articoli pubblicati rappresentano l'esclusivo pensiero degli autori, senza per questo aderire ad esse. La Direzione declina qualsiasi responsabilità derivante dalle affermazioni o dai contenuti forniti dagli autori, presenti nei suddetti articoli.



# CONTENUTI



08

L'Impiego Sinergico di Mezzi a Pilotaggio Remoto e Mezzi Pilotati nella Gestione di Scenari di Emergenza con Intelligenza Artificiale

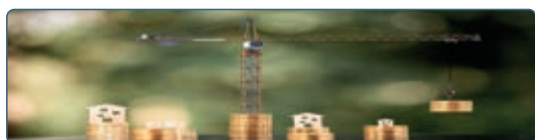
*Ing. Lorenzo Travaglini*



16

Reattore di IV generazione per bruciare completamente Uranio

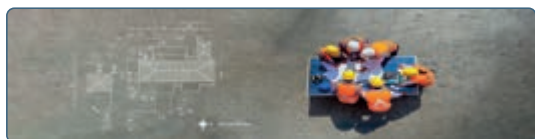
*Ing. Paolo Allievi*



26

Introduzione al Crowdfunding Immobiliare

*Ing. Riccardo Renzoni*



32

Sfide e difficoltà nel PNRR, un esempio applicativo: i progetti di edilizia scolastica della Provincia di Grosseto

*Ing. Chiara Di Girolamo*



44

Indagine conoscitiva sull'adozione dei sistemi di Intelligenza Artificiale in aziende complesse

*Prof.ssa Barbara Angelillis  
Ing. Emanuele Coscia*

a cura di:  
**ING. L. TRAVAGLINI**

Revisionato da:  
**ING. R. PAVONI**

Commissione:  
**SISTEMI A PILOTAGGIO REMOTO**

# L'IMPIEGO SINERGICO DI MEZZI A PILOTAGGIO REMOTO E MEZZI PILOTATI NELLA GESTIONE DI SCENARI DI EMERGENZA CON INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Nel contesto della gestione delle emergenze, l'innovazione tecnologica continua a giocare un ruolo cruciale. L'impiego combinato di mezzi a pilotaggio remoto (APR, magari AI-Driven) e mezzi pilotati tradizionali rappresenta una prospettiva avvincente per migliorare ulteriormente la risposta a situazioni di emergenza. Questa convergenza non solo sfrutta le specifiche competenze di entrambe le tecnologie ma incorpora anche la capacità di

apprendimento e adattamento dell'IA, offrendo nuove prospettive e soluzioni dinamiche.

## **Mezzi a Pilotaggio Remoto (APR) e il Loro Ruolo Nella Gestione delle Emergenze**

Gli APR, quali droni e veicoli terrestri telecomandati, rappresentano una risorsa chiave nella gestione delle emergenze, offrendo una serie di vantaggi che vanno oltre le capacità dei mezzi





pilotati tradizionali. L'integrazione dell'intelligenza artificiale (IA) eleva ulteriormente il loro ruolo, consentendo un livello di autonomia e adattabilità che rivoluziona il modo in cui affrontiamo le situazioni critiche.

Innanzitutto, l'IA consente agli APR di acquisire autonomamente dati cruciali, riducendo la dipendenza da operatori umani e consentendo una risposta più rapida ed efficiente. Gli algoritmi di

apprendimento automatico consentono ai mezzi di analizzare e interpretare in tempo reale le informazioni raccolte, identificando elementi critici come vittime, danni strutturali o rischi ambientali. Ciò significa che gli APR possono agire in modo proattivo senza richiedere un costante controllo umano, permettendo agli operatori di concentrarsi su attività più complesse e decisioni strategiche. Inoltre, l'utilizzo dell'IA amplia le capacità di



navigazione degli APR. Questi mezzi possono adattarsi dinamicamente alle mutevoli condizioni dell'ambiente di emergenza, ottimizzando il percorso e superando ostacoli in modo più efficiente. Gli algoritmi di navigazione intelligenti consentono agli APR di esplorare aree pericolose o difficilmente accessibili, dove l'accesso umano potrebbe essere limitato o rischioso. Questa capacità di penetrazione in territori complessi si traduce in una valutazione più approfondita della situazione, fornendo dati dettagliati ai centri di comando e migliorando la precisione delle decisioni operative.

Un esempio tangibile dell'applicazione di queste tecnologie è evidenziato nel lavoro di ricerca condotto da Zhang et al. [2019], che dimostra come l'IA abbinata agli APR possa migliorare significativamente l'efficienza nell'identificazione di vittime in scenari di emergenza complessi, riducendo i tempi di risposta e migliorando la precisione delle operazioni di soccorso.

Un altro esempio da citare riguarda gli incendi boschivi avvenuti in California [USA (2020): velivoli autonomi dotati di sensori termici e IA furono utilizzati per monitorare la propagazione degli incendi. L'IA prevedeva la direzione del fuoco, consentendo una migliore allocazione delle risorse antincendio. Tuttavia, si verificarono problemi di coordinamento tra i sistemi autonomi e le squadre a terra, evidenziando la necessità di protocolli di comunicazione più efficaci.

In sintesi, l'integrazione di mezzi a pilotaggio remoto con l'IA rappresenta una sinergia che non solo accelera la risposta alle emergenze ma amplia notevolmente le capacità operative, aprendo la strada a un approccio più sofisticato e adattabile nella gestione di scenari critici. L'articolo "Drones in Disaster Relief: A Review" [Li et al., 2018] evidenzia l'efficacia dei droni nella gestione delle emergenze, sottolineando la loro velocità e versatilità.

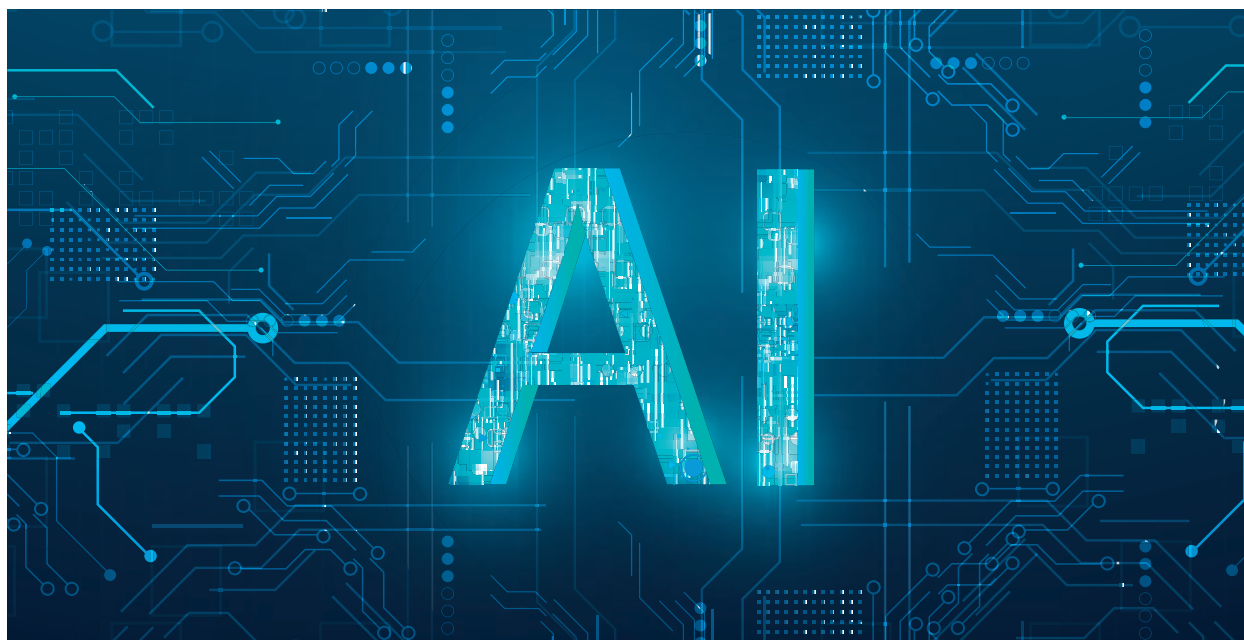


### Mezzi Pilotati e l'Esperienza Umana Nella Gestione delle Emergenze

I mezzi pilotati tradizionali, contraddistinti dalla presenza umana a bordo, rappresentano un pilastro insostituibile nella gestione delle emergenze, apportando una serie di competenze e capacità uniche. L'introduzione dell'intelligenza artificiale (IA) in questi veicoli costituisce una tappa significativa verso una risposta ancora più efficiente ed efficace in scenari critici.

La presenza umana a bordo di questi mezzi non solo conferisce un senso di intuizione e comprensione del contesto, ma offre anche la capacità di prendere decisioni rapide e contestualizzate. L'IA si fonde con queste abilità umane, agendo come un complemento intelligente per l'equipaggio. Gli algoritmi di apprendimento automatico consentono ai mezzi pilotati di analizzare e interpretare grandi quantità di dati in tempo reale, portando a decisioni informate e tempestive.

Il lavoro di Wang et al. [2020], intitolato "Artificial Intelligence Applications in Emergency Management: A Review", fornisce una prospettiva approfondita sull'applicazione dell'IA nella gestione delle emergenze. Questo studio sottolinea in modo significativo il ruolo chiave dell'IA nell'ottimizzazione delle decisioni umane, evidenziando come l'integrazione di queste tecnologie migliori in modo sostanziale le operazioni di soccorso, la ricerca e l'evacuazione. La capacità di processare grandi quantità di dati in tempo reale è un elemento distintivo dell'IA integrata nei mezzi pilotati. Questo processo di analisi avanzata consente di identificare pattern, tendenze e relazioni altrimenti difficilmente individuabili, fornendo così una visione più completa del contesto operativo. Nelle operazioni di ricerca e soccorso, ad esempio, l'IA può contribuire a individuare vittime in modo più rapido e preciso, guidando l'equipaggio nella pianificazione di strategie di salvataggio ottimali.



La contestualizzazione delle decisioni è un aspetto critico nell'ambito della gestione delle emergenze. L'IA, con la sua capacità di adattarsi dinamicamente alle condizioni mutevoli degli scenari di emergenza, consente un coordinamento più efficiente delle risorse disponibili. Questo si traduce in una risposta rapida e ben coordinata, essenziale per gestire situazioni complesse e dinamiche.

In sintesi, l'integrazione dell'IA nei mezzi pilotati tradizionali rappresenta una pietra miliare nell'evoluzione delle capacità operative durante le emergenze. Questa sinergia tra abilità umane e intelligenza artificiale apre nuove prospettive nella gestione delle risorse, ottimizzando le operazioni di soccorso e contribuendo a un approccio più efficace nella mitigazione degli impatti delle emergenze.

### **Intelligenza Artificiale per la Cooperazione Sinergica**

L'intelligenza artificiale si configura come elemento cruciale nella tessitura dell'interazione sinergica tra mezzi a pilotaggio remoto (APR) e mezzi pilotati, fungendo da catalizzatore per una cooperazione più efficiente e dinamica. Gli algoritmi di apprendimento automatico rappresentano il cuore pulsante di questa collaborazione, consentendo ai mezzi di adattarsi in tempo reale alle mutevoli condizioni dell'ambiente di emergenza, definendo così un

paradigma operativo più flessibile e adattabile.

L'adattabilità dinamica, resa possibile dall'IA, si traduce in una significativa efficienza operativa. Nei contesti di emergenza, caratterizzati spesso da rapidi cambiamenti e complessità ambientale, la capacità di adattamento istantaneo rappresenta un aspetto chiave. Gli algoritmi di apprendimento automatico consentono ai mezzi di apprendere da ogni interazione con l'ambiente circostante, migliorando continuamente le loro prestazioni e ottimizzando le risposte alle nuove sfide che emergono durante le operazioni di emergenza.

Un ulteriore vantaggio, derivante dall'applicazione dell'IA, è la capacità dei mezzi di adattarsi a nuovi scenari o situazioni impreviste. Questa flessibilità è particolarmente rilevante in situazioni di emergenza, dove gli scenari possono evolversi rapidamente e in modi imprevedibili. L'IA, grazie alla sua capacità di analizzare dati in tempo reale e di apprendere dai cambiamenti nell'ambiente circostante, consente ai mezzi di affrontare con successo nuove sfide senza necessità di intervento umano diretto.

Il libro "Artificial Intelligence: Foundations, Principles, and Practice" di G. Shani et al. [2019] costituisce una risorsa di riferimento che approfondisce l'applicazione dell'IA nei contesti operativi, mettendo in luce l'importanza fondamentale di questa tecnologia nella gestione dinamica degli scenari

di emergenza. Esso sottolinea come l'IA non solo migliorerebbe l'efficienza delle operazioni, ma contribuirebbe anche a una gestione più sofisticata delle risorse e delle decisioni operative, elementi critici nella gestione di situazioni di emergenza complesse.

In sintesi, l'intelligenza artificiale emerge come il collante fondamentale che unisce i mezzi a pilotaggio remoto e i mezzi pilotati in un partenariato sinergico. Gli algoritmi di apprendimento automatico, in particolare, sono la chiave per garantire la flessibilità e l'adattabilità necessarie per affrontare le sfide mutevoli degli scenari di emergenza, migliorando complessivamente l'efficacia e la tempestività delle risposte operative.

### **Vantaggi Operativi Della Cooperazione con Intelligenza Artificiale**

Segue una rassegna dei pilastri fondanti l'IA e della loro correlazione con il tema in oggetto.

#### **Apprendimento Continuo**

L'aspetto dell'apprendimento continuo nell'ambito dell'intelligenza artificiale riveste un ruolo

fondamentale nell'elevare le capacità operative dei mezzi a pilotaggio remoto e pilotati. Gli algoritmi di apprendimento automatico consentono a questi mezzi di assimilare e adattarsi in modo dinamico alle dinamiche mutevoli degli scenari di emergenza. Ogni interazione con l'ambiente fornisce un'opportunità di apprendimento, permettendo ai mezzi di acquisire nuove informazioni, identificare modelli ricorrenti e affinare le loro risposte. L'IA, attraverso l'apprendimento continuo, contribuisce a una crescente efficacia nell'affrontare le emergenze nel tempo, offrendo un ciclo di miglioramento costante.

#### **Analisi Predittiva**

L'introduzione degli algoritmi predittivi nell'ambito dell'IA apre la strada a una prospettiva rivoluzionaria nella gestione delle emergenze. Gli algoritmi analitici avanzati consentono di anticipare e prevedere sviluppi futuri in base ai dati disponibili. Questa capacità predittiva diventa un elemento chiave nella pianificazione delle operazioni di emergenza, consentendo una preparazione più mirata e tempestiva. Attraverso l'analisi predittiva, i mezzi possono anticipare la direzione degli



eventi, ottimizzando le risorse e migliorando la capacità di prevenire o rispondere a situazioni critiche con un'anticipazione strategica.

### Comunicazione Cooperativa

La comunicazione cooperativa, agevolata dall'IA, costituisce un pilastro essenziale nella gestione integrata dei mezzi a pilotaggio remoto e pilotati. Gli algoritmi intelligenti facilitano una comunicazione sinergica, consentendo uno scambio rapido e accurato di informazioni critiche tra i vari attori coinvolti nelle operazioni di emergenza.

Questa cooperazione comunicativa ottimizza il flusso di dati, garantendo una comprensione condivisa degli scenari e facilitando decisioni coordinate e tempestive. La condivisione efficiente delle informazioni, resa possibile dall'IA, è cruciale per una risposta unificata e coordinata, riducendo il rischio di disconnessioni o ritardi nelle operazioni di emergenza.

Il lavoro di ricerca "Artificial Intelligence in Disaster Response: A Systematic Review" condotto da Chien et al. [2021] offre una visione approfondita sulle applicazioni dell'IA nella gestione delle catastrofi. Questo studio mette in evidenza come l'integrazione dell'IA nei sistemi operativi di emergenza faciliti la comunicazione cooperativa, migliorando la risposta complessiva alle situazioni critiche e aumentando l'efficacia degli sforzi di soccorso.

In sintesi, l'apprendimento continuo, l'analisi

predittiva e la comunicazione cooperativa, tutti supportati dall'intelligenza artificiale, si ergono come elementi fondamentali nella trasformazione delle operazioni di emergenza, potenziando la capacità di adattamento, prevenzione e risposta tempestiva.

### Prospettive Future e Sfide da Affrontare

Nonostante l'evidente progresso nella convergenza di mezzi a pilotaggio remoto, mezzi pilotati e intelligenza artificiale nella gestione delle emergenze, è imperativo riconoscere le sfide rimanenti che richiedono attenzione e soluzioni strategiche. I droni ed i velivoli con IA offrono notevoli vantaggi nella gestione delle emergenze: copertura rapida di vaste aree, accesso a zone pericolose e raccolta dati in tempo reale. Migliorano il coordinamento e la sicurezza delle squadre di soccorso.

Tuttavia, presentano anche svantaggi: costi elevati, necessità di personale specializzato e possibili problemi tecnici. La privacy può essere compromessa e c'è il rischio di eccessiva dipendenza dalla tecnologia.

### Sicurezza Informatica

La sicurezza informatica emerge come una delle principali sfide nell'impiego sinergico di queste tecnologie avanzate. La natura critica delle informazioni elaborate e scambiate tra i mezzi a pilotaggio remoto e pilotati richiede una robusta protezione contro minacce informatiche, hacking





e accessi non autorizzati. La sicurezza dei dati è cruciale per garantire l'integrità delle informazioni e prevenire manipolazioni dannose che potrebbero compromettere le operazioni di emergenza. Affrontare questa sfida richiede un approccio olistico alla sicurezza informatica, integrando protocolli avanzati e soluzioni tecnologiche all'avanguardia.

### Gestione Etica nell'Uso dell'IA

Un'altra sfida critica è la gestione etica nell'impiego dell'intelligenza artificiale nelle operazioni di emergenza. Le decisioni autonome dei mezzi, guidate da algoritmi di apprendimento automatico, devono rispettare principi etici fondamentali, evitando discriminazioni, ingiustizie o decisioni che potrebbero mettere a rischio la vita umana. Sviluppare linee guida etiche e protocolli di utilizzo responsabile dell'IA è essenziale per garantire che queste tecnologie siano integrate in modo etico e conforme ai valori umani.

### Armonizzazione delle Normative

La mancanza di normative armonizzate rappresenta un ostacolo significativo all'implementazione su larga scala di questa sinergia tecnologica. Le differenze normative tra giurisdizioni possono limitare la collaborazione internazionale e l'efficacia degli interventi in situazioni di emergenza transfrontaliere. È necessario un impegno globale per sviluppare standard e regolamentazioni uniformi che agevolino l'uso efficace e sicuro di mezzi a pilotaggio remoto, mezzi pilotati e intelligenza artificiale nelle operazioni di emergenza.

Nonostante queste sfide, il panorama offre prospettive promettenti. Il rapporto "AI in Emergency Management: Opportunities and Challenges" [Emergency Management AI, 2022] costituisce una guida preziosa nell'analisi delle opportunità e delle sfide nell'applicazione dell'IA nella gestione delle emergenze. Esso fornisce un quadro dettagliato delle aree di miglioramento e delle potenziali strade da percorrere, incoraggiando un approccio collaborativo tra esperti del settore, istituzioni normative e sviluppatori di tecnologie emergenti.

### Conclusioni

La convergenza tra mezzi a pilotaggio remoto, mezzi pilotati e intelligenza artificiale rappresenta

un balzo significativo nella trasformazione delle operazioni di emergenza, delineando una nuova era di prontezza e risposta alle crisi. Questa sinergia, amalgamando l'ingegno umano con la potenza computazionale dell'IA, offre un'opportunità senza precedenti per affrontare sfide complesse e dinamiche, elevando il livello di efficienza e efficacia nell'ambito della gestione delle emergenze. La collaborazione sinergica non solo migliora la tempestività delle risposte, ma introduce anche un approccio più completo alla gestione delle emergenze. L'integrazione di mezzi a pilotaggio remoto, mezzi pilotati e intelligenza artificiale permette di affrontare una vasta gamma di scenari, dai disastri naturali alle emergenze umane, garantendo una flessibilità e una versatilità che vanno al di là delle capacità dei sistemi tradizionali.

Il percorso verso il futuro, in cui la tecnologia e l'IA collaborano per proteggere vite umane e risorse in situazioni di emergenza, richiede un impegno costante nella ricerca e nello sviluppo. È necessario affrontare le sfide etiche e normative, modellando un quadro che garantisca l'impiego sicuro e responsabile di queste tecnologie avanzate. La definizione di standard globali, la creazione di organismi di regolamentazione e il coinvolgimento attivo della comunità scientifica sono essenziali per garantire una governance efficace e uniforme nell'utilizzo dell'IA nelle emergenze.

L'evoluzione di questa sinergia è un processo dinamico che richiede una collaborazione senza soluzione di continuità tra istituzioni, ricercatori, sviluppatori e organizzazioni umanitarie. Solo attraverso un impegno collettivo e una visione comune si potrà massimizzare il potenziale di queste tecnologie per salvare vite, mitigare danni e promuovere la sicurezza globale in momenti critici.

In definitiva, la convergenza tra mezzi a pilotaggio remoto, mezzi pilotati e intelligenza artificiale non solo ridefinisce il panorama delle operazioni di emergenza, ma apre la strada a un futuro in cui la tecnologia diventa un alleato indispensabile nella protezione delle comunità globali. La sfida ora è coltivare questa collaborazione sinergica in modo responsabile, garantendo che le soluzioni emergenti siano allineate con i valori etici e le normative globali, assicurando così un futuro più sicuro e resiliente per tutti.



**REATTORE DI IV GENERAZIONE  
PER BRUCIARE COMPLETAMENTE URANIO**

92

238.029

U

[Rn] 5f<sup>3</sup> 6d<sup>1</sup> 7s<sup>2</sup>

Uranium

Uranium

[Rn] 5f<sup>3</sup> 6d<sup>1</sup> 7s<sup>2</sup>

a cura di:

**ING. P. ALLIEVI**

Revisionato da:

**ING. A. DI PIETRO**

Commissione:

**RICERCA E REATTORI INNOVATIVI**

## Scopo e Sintesi

Scopo di tale articolo è quello di individuare le caratteristiche (fisiche e geometriche) di un reattore nucleare veloce al plutonio che, oltre a generare energia elettrica, permetta di produrre, al minimo, un kg di plutonio fissile per ogni kg di plutonio bruciato.

Ciò permetterebbe di convertire tutto l'uranio 238, presente in natura, in plutonio fissile avendo così una disponibilità di combustibile nucleare dell'ordine di 100 volte superiore a quella oggi esistente bruciando solo tutto l'uranio 235 (ed il parziale plutonio prodotto).

Questo costituirebbe un altro filone di reattori (autofertilizzanti) di IV generazione che si affiancherebbe a quelli in studio miranti ad avere una maggiore sicurezza e/o efficienza.

Si trova che:

- con reattori veloci al plutonio di oggi (fattore di conversione minore di 1), si può proseguire l'esercizio di tutti i reattori termici/veloci per altri 120 anni dopo di che si esauriscono i fissili ( $U_{235}$  e  $Pu_{239}$ ) del ciclo dell'uranio (qui non si prende in considerazione il ciclo del Torio),
- il fattore di conversione dei reattori al plutonio,

oggi  $f_c = 0,67$  con  $\sigma_{c,U238} = 0,3$  barn, può diventare maggiore di 1 se nel mantello i neutroni vengono rallentati fino ad energie di  $0,01 \div 0,025$  MeV per le quali  $\sigma_{c,U238}$  diviene circa  $0,53$  barn,

- con reattori veloci al plutonio di nuova concezione (fattore di conversione maggiore di 1), si può proseguire l'esercizio di tutti i reattori termici/veloci per altre migliaia di anni dopo di che si esauriscono i fissili ( $U_{235}$  e  $Pu_{239}$ ) del ciclo dell'uranio (qui non si prende in considerazione il ciclo del Torio).

## 1. Introduzione

Fino ad oggi, nell'ambito della produzione di energia elettrica da fonte nucleare, sono stati ampiamente adottati Reattori termici con uranio arricchito a circa il 3%.

Tale tecnologia ha preso piede in quanto, tra l'altro, in natura c'è un'ampia disponibilità di uranio naturale (Riserve stimate oltre 10 Mton) e con un modesto arricchimento del 3% (circa 7 kgU<sub>nat</sub>/kgU<sub>3%</sub>) si arriva a potenze sviluppabili notevoli (1 kgU<sub>3%</sub> equivale in termini energetici a circa 50.000 kg di combustibile fossile).



Tali reattori producono anche, come sottoprodotto, modeste quantità di plutonio ( $0,2 \text{ kgPu/kgU}_{235}$ ) Che è esso stesso un elemento artificiale fissile (il Plutonio non esiste in natura).

Ben maggiori quantità di Plutonio vengono generati, come sottoprodotto, nei Reattori veloci (cioè senza moderatore di neutroni di fissione) impiegando uranio  $\text{U}_{235}$  arricchito a circa il 20%.

Infatti in questi reattori (nei quali il forte arricchimento dell'Uranio è dovuto dalla necessità di avere un alto flusso neutronico per compensare la ridotta sezione d'urto di fissione) c'è una maggiore cattura di neutroni da parte dell'Uranio  $\text{U}_{238}$  e quindi una maggiore produzione di Plutonio (circa  $1 \text{ kgPu/1 kgU}_{235}$ ).

Tali reattori hanno avuto diffusione, soprattutto in ex URSS, in quanto il plutonio prodotto veniva, in quota parte, utilizzato nelle testate nucleari.

Da quanto sopra detto si capisce come, a livello internazionale, c'è stato un accumulo di plutonio fissile che potrebbe essere impiegato come combustibile nucleare per produrre energia elettronucleare nei reattori al plutonio sia termici che veloci. Nei reattori termici al plutonio si produce circa  $0,14 \text{ kg}$  di plutonio fissile per ogni  $\text{kg}$  di plutonio bruciato mentre nei reattori veloci al plutonio si produce

circa  $0,7 \text{ kg}$  di plutonio fissile per ogni  $\text{kg}$  di plutonio bruciato: ciò indica chiaramente che il riutilizzo del plutonio fissile prodotto nei reattori ad  $\text{U}_{235}$  è più conveniente nei reattori veloci al plutonio.

Il presente capitolo ha come obiettivo l'individuazione di quelle caratteristiche (fisiche e geometriche) di un reattore veloce al plutonio che permetta di produrre, al minimo, un  $\text{kg}$  di plutonio fissile per ogni  $\text{kg}$  di plutonio bruciato.

Ciò permetterebbe di convertire tutto l'uranio 238, presente in natura, in plutonio fissile avendo così una disponibilità di combustibile nucleare dell'ordine di 100 volte superiore a quella oggi esistente bruciando solo tutto l'uranio 235 (ed il parziale plutonio prodotto) e potendo così proseguire l'esercizio di tutti i reattori termici/veloci per altre migliaia di anni.

Questo costituirebbe un altro filone di reattori (autofertilizzanti) di IV generazione che si affiancherebbe a quelli in studio miranti ad avere una maggiore sicurezza e/o efficienza.

## 2. Fattore di conversione $f_c$ di un reattore nucleare

Il fattore di conversione si intende il rapporto tra



la quantità di plutonio prodotto e la quantità di combustibile fissile bruciato ( $U_{235}$  o  $Pu_{239}$ ).

Per giungere alla determinazione del predetto rapporto valgono le considerazioni riportate qui di seguito.

La quantità di fissile bruciato è proporzionale alle reazioni di fissione per unità di volume e di tempo  $R_f$ :

$$R_f = \Phi \Sigma_f = \Phi N_f \sigma_f \propto E\% \sigma_f \quad (1)$$

dove  $\Phi$  è il flusso neutronico,  $\Sigma_f$  la sezione d'urto di fissione macroscopica del fissile,  $N_f$  gli atomi di fissile per unità di volume,  $\sigma_f$  la sezione d'urto di fissione ed  $E\%$  l'arricchimento percentuale.

La quantità di plutonio prodotto è proporzionale alle reazioni di cattura dell' $U_{238}$  per unità di volume e di tempo  $R_c$ :

$$R_c = \Phi \Sigma_c = \Phi N_c \sigma_c \propto (100 - E\%) \sigma_c \quad (2)$$

dove  $\Phi$  è il flusso neutronico,  $\Sigma_c$  la sezione d'urto di cattura macroscopica dell' $U_{238}$ ,  $N_c$  gli atomi di  $U_{238}$  per unità di volume,  $\sigma_c$  la sezione d'urto di cattura dell' $U_{238}$  ed  $E\%$  l'arricchimento percentuale.

Pertanto il fattore di conversione è uguale a:

$$f_c = \frac{R_c}{R_f} = \frac{100 - E\%}{E\%} \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_f} \quad (3)$$

Nella Tabella 1 viene riportato il valore del fattore di conversione  $f_c$  a fronte del tipo di reattore (termico o veloce) e del fissile bruciato ( $U_{235}$  o  $Pu_{239}$ ).

Reattore	fissile	E%	$\sigma_f$ (barn)	$\sigma_{c,U_{238}}$ (barn)	$f_c$
termico	$U_{235}$	3	507	2,7	0,17
	$Pu_{239}$	3	700	2,7	0,12
veloce	$U_{235}$	20	1,2	0,3	1,00
	$Pu_{239}$	20	1,8	0,3	0,67

Tabella 1 - Fattore di conversione

Dalla Tabella 1 si evince che un reattore veloce che utilizza come combustibile di carica  $U_{235}$ , produce una quantità di plutonio pari a quella bruciata

( $f_c=1$ ). Tuttavia in questo caso si consumerebbe tutto e solo l'uranio 235 che è presente nell'uranio naturale e cioè il 7 per mille, di cui il 2 per mille non utilizzabile in quanto presente nelle code dell'arricchimento ed il restante 5 per mille bruciabile totalmente utilizzando anche il riprocessamento.

Osservando la Tabella 2, tutto il plutonio prodotto e bruciato ( $f_c = 0,67$ ) può arrivare al massimo al 15 per mille: il fissile totale consumato (7 per mille di  $U_{235}$  e 15 per mille di  $Pu_{239}$ ) risulta quindi pari al 22 per mille di uranio naturale.

Ciò evidenzia che rimarrebbe inutilizzato il 978 per mille di uranio naturale ( $U_{238}$ ).

fc	Uranio naturale: 1000 atomi				Pu239 prodotto	Pu239 bruciato
	U235	U238	U235 bruciato	U238 rimasto		
1	7	993	5	988	5	5
0,67				984,7	3,4	5,0
0,67				982,4	2,2	3,4
0,67				980,9	1,5	2,2
0,67				979,9	1,0	1,5
0,67				979,2	0,7	1,0
0,67				978,8	0,5	0,7
0,67				978,5	0,3	0,5
0,67				978,3	0,2	0,3
0,67				978,1	0,1	0,2
0,67				978,0	0,1	0,1
totale	7			978		15

Tabella 2 - Percentuale (in per mille) di plutonio prodotto in un reattore veloce

Per contro con il reattore veloce al plutonio si potrebbe utilizzare tutto l'uranio naturale, peraltro con fattore di conversione portato dall'attuale 0,67 ad 1 ed oltre, mediante opportune configurazioni impiantistiche e scelte di materiali comportanti, come verrà esplicitato nel paragrafo successivo, il raggiungimento di una sezione d'urto di cattura dell' $U_{238}$  maggiore di 0,3 barn.

### 3. Ricerca di un fattore di conversione $f_c$ maggiore od uguale a 1

Dalla formula (3) di cui al paragrafo precedente, si può aumentare il fattore di conversione, a parità dei parametri legati al core del reattore ( $E\%$ ,  $\sigma_f$ ), aumentando il  $\sigma_c$  dell' $U_{238}$ .

Ciò può essere reso possibile mediante un'opportuna configurazione del reattore, consistente nel disporre  $U_{238}$  intorno al core, che permetta un rallentamento dei neutroni fino ad un range di

energia 0,01- 0,025 MeV tale da, come riportato in Tabella 3, comportare una  $\sigma_c$  dell' $U_{238}$  di circa 0,5 barn.

Isotopo	Energia neutroni MeV	sezione d'urto di cattura $\sigma_c$
		neutroni veloci barn
${}_{92}U^{238}$	valore medio	0,296
	1,4 - $\infty$	0,05
	0,7 - 1,4	0,1
	0,4 - 0,7	0,144
	0,2 - 0,4	0,18
	0,1 - 0,2	0,237
	0,05 - 0,1	0,3
	0,025 - 0,05	0,42
	0,01 - 0,025	0,53
	0,0 - 0,01	1
	valore medio	0,3

Tabella 3 - Sezione d'urto di cattura dell' $U_{238}$  in funzione dell'energia dei neutroni

Infatti, sostituendo nella (3) il nuovo valore di  $\sigma_c$  dell' $U_{238}$  (circa 0,5 barn) si ottiene:

$$f_c = \frac{R_c}{R_f} = \frac{100 - E\%}{E\%} \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_f} = 1,1 \quad (4)$$

#### 4. Fissile utilizzabile nei Reattori nucleari termici/veloci nel mondo

La potenza elettrica nucleare nel mondo assomma, ad oggi (2008), a circa 360.000 MW. Tale valore è quello che si è accumulato in circa 40 anni di esercizio ad un tasso quindi di crescita di circa 2,5% all'anno.

Ipotizzando una vita media d'impianto di circa 40 anni, tale tasso del 2,5% va a coprire il rateo di dismissione dei primi vecchi impianti nucleari mantenendo così costante la potenza elettrica nucleare erogata.

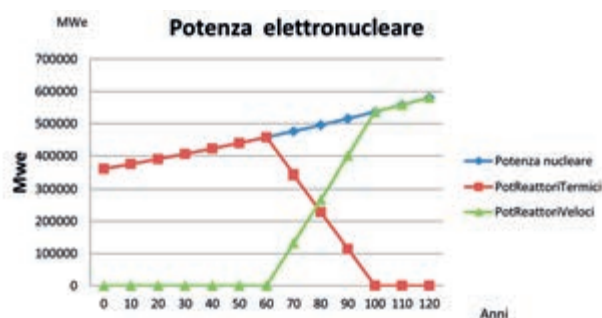


Figura 1 - Potenza elettronucleare mondiale erogata e relativa copertura mediante reattori termici e/o veloci

Ammettendo un tasso annuo di crescita del PIL di circa il 3% rimane circa lo 0,5% di crescita della potenza elettrica nucleare: prudenzialmente, nelle calcolazioni effettuate (Allegato 1), viene scelto un valore di 0,4%.

Nella Figura 1 viene riportata (in blu) la richiesta di potenza elettronucleare nel mondo per il prossimo secolo e la ripartizione di copertura della medesima tra reattori termici (in rosso) e veloci (in verde). In tale ripartizione si è ipotizzato che i primi reattori veloci saranno commercializzati non prima dei prossimi 60 anni, dopo aver sviluppato la ricerca, la sperimentazione tramite prototipi e prove dei medesimi.

Analizzando la Figura 1 si evince che se la copertura elettronucleare fosse tutta con reattori termici non si avrebbe più uranio 235 tra circa 80 anni. Pertanto i nuovi reattori termici ad uranio, costruiti tra i 60 e gli 80 anni, non sarebbero più commercialmente sostenibili poiché non avrebbero il ritorno completo degli investimenti in quanto funzionanti per periodi molto inferiori alla loro vita. Con lo scenario di potenza elettronucleare riportato in Figura 1, secondo quanto calcolato in Allegato 1 e 2 per due casi riferiti alla tecnologia di oggi ed a quella di un prossimo futuro, avremmo:

- un consumo mondiale di fissile, come riportato in Figura 2 (fattori di conversione, oggi conseguibili, uguali a 1 per l' $U_{235}$  ed a 0,67 per il  $Pu$ ), che si esaurisce nei prossimi 120 anni;
- un consumo mondiale di fissile, come riportato in Figura 3 (fattori di conversione, forse conseguibili, dopo intensa ricerca, in un prossimo futuro, uguali a 1 per l' $U_{235}$  ed a 1 per il  $Pu$ ), che prosegue per i prossimi secoli.

A convalida di quanto detto al punto a), avendo

Allegato 1

Fissile utilizzabile nei Reattori nucleari termici/veloci nel mondo

tasso crescita elettrica annua	0,004	$Q_{termico} =$	1	$f_{cv,pu} =$	0,67												
Burn up	20000	MWD/tU <sub>3,5%</sub>	0,2	$Q_{vel,U235} =$	0,2												
Testate nucleari	80000	tU <sub>235</sub> recuperato	1600	tPu recuperato	400												
Riserve Uranio Naturale t	1E+07	tU <sub>235</sub> in depleto	7E+06	tU <sub>235</sub> in depleto	9E+06	5E+06 <th>4E+06 <th>3E+06 <th>2E+06 <th>1E+06 <th>0E+00 <th colspan="5"></th> </th></th></th></th></th>	4E+06 <th>3E+06 <th>2E+06 <th>1E+06 <th>0E+00 <th colspan="5"></th> </th></th></th></th>	3E+06 <th>2E+06 <th>1E+06 <th>0E+00 <th colspan="5"></th> </th></th></th>	2E+06 <th>1E+06 <th>0E+00 <th colspan="5"></th> </th></th>	1E+06 <th>0E+00 <th colspan="5"></th> </th>	0E+00 <th colspan="5"></th>						
tU <sub>235</sub> utilizzabile in Reattori al 3,5% anni (da 2008)	52857	17143	7E+06	9E+06	5E+06	4E+06	3E+06	2E+06	1E+06	0E+00							
Potenza MWe	360000	tU <sub>235</sub> recuperato	374662	tU <sub>235</sub> recuperato	389921	405802 <th>422329 <th>439530 <th>457431 <th>476061 <th>495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th></th></th></th></th></th>	422329 <th>439530 <th>457431 <th>476061 <th>495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th></th></th></th></th>	439530 <th>457431 <th>476061 <th>495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th></th></th></th>	457431 <th>476061 <th>495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th></th></th>	476061 <th>495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th></th>	495450 <th>515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th></th>	515628 <th>536629 <th>558484 <th>581230 </th></th></th>	536629 <th>558484 <th>581230 </th></th>	558484 <th>581230 </th>	581230		
Potenza Reattori termici MWe	360000	Potenza Reattori veloci MWe	0	Potenza Reattori termici da 1000 MWe	360	Potenza Reattori termici nuovi da 1000 MWe	0	N Reattori veloci da 1000 MWe	0	N Reattori termici da 1000 MWe	0	N Reattori termici nuovi da 1000 MWe	0	N Reattori totali da 1000 MWe	0		
Termici U3,5% Irraggiato t	300000	tU <sub>235</sub> bruciato (2,5%)	7500	tU <sub>235</sub> recuperato (1%)	3000	Veloci (arr.20% ricarica 1000/2anni) t comb.irraggiato	1500	U235 recuperato (1%)	3000	U235 bruciato (2,5%)	7500	U235 recuperato (1%)	3000	U235 bruciato (2,5%)	7500		
(5 bruc -> 1 prod) tPu prod (0,5%)	1500	781	812	845	880	916	953	715	476	238	0	0	0	0	0		
U235 20%	N ricariche																
(1 bruc-> 1prod)	tU <sub>235</sub> utilizzato																
Pu 20%	tU <sub>235</sub> bruciato																
(1 bruc->2/3 prod)	tPu prodotto																
Totale tU <sub>235</sub> utilizzabile in Reattori al 3,5%	57457	53554	49493	45266	40866	36288	31523	26619	21570	16366	10999	5415	-398	259			
tPu	1900	2681	3493	4338	5218	6134	7087	7358	6946	5846	4058	2196					



Fissile utilizzabile nei Reattori nucleari termici/veloci nel mondo

Allegato 2

tasso crescita elettrica annua	0,004	$\alpha_{termico} = 1$	$\leftarrow (1 \text{ o } 0)$	$f_{svPu} = 1$									
Burn up	20000	MWD/tU <sub>3,5%</sub>	$\alpha_{velU235} = 0,2$										
Testate nucleari	80000												
tU <sub>235</sub> recuperato	1600												
tPu recuperato	400												
Riserve Uranio Naturale t	1E+07	70000	tU <sub>235</sub>	7E+06	6E+06	5E+06	4E+06	3E+06	2E+06	1E+06	0E+00		
tU <sub>235</sub> utilizzabile in Reattori al 3,5% anni (da 2008)	52857	17143	tU <sub>235</sub> in depleto	8571429	tdepleto								
Potenza MWe	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Potenza Reattori termici MWe	360000	374662	389921	405802	422329	439530	457431	476061	495450	515628	536629	558484	581230
Potenza Reattori veloci MWe	360000	374662	389921,1	405802	422329	439530	457431	476061	495450	515628	536629	558484	581230
N Reattori termici da 1000 Mwe	360	375	390	406	422	440	457	476	495	516	537	558	581
N Reattori termici nuovi da 1000 MWe	0	94	97	101	106	110	114	0	0	0	0	0	0
N Reattori veloci da 1000 MWe	0	0	0	0	0	0	0	133	267	401	537	558	581
N Reattori totali da 1000 MWe	0	375	390	406	422	440	457	476	495	516	537	558	581
Termici U3,5% irraggiato t	300000	156109	162467	169084	175970	183137	190596	142947	95298	47649	0	0	0
tU <sub>235</sub> bruciato (2,5%)	7500	3903	4062	4227	4399	4578	4765	3574	2382	1191	0	0	0
tU <sub>235</sub> recuperato (1%)	3000	1561	1625	1691	1760	1831	1906	1429	953	476	0	0	0
(5 bruc -> 1 prod) tPu prod (0,5%)	1500	781	812	845	880	916	953	715	476	238	0	0	0
Veloci (arr.20% ricarica 100t/2anni) t comb.irraggiato													
U235 20%													
N ricariche	0	0	0	0	0	0	0	66494	133367	200635	268314	279242	290615
tU <sub>235</sub> utilizzato	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
tU <sub>235</sub> bruciato	0	0	0	0	0	0	0	2660	5335	8025	10733	11170	11625
(1 bruc-> 1prod)													
tPu prodotto	0	0	0	0	0	0	0	1330	2667	4013	5366	5585	5812
tU <sub>235</sub> rimasto	0	0	0	0	0	0	0	1330	2667	4013	5366	5585	5812
Pu 20%													
tPu utilizzato	0	0	0	0	0	0	0	10639	21339	32102	42930	44679	46498
tPu bruciato	0	0	0	0	0	0	0	5320	10669	16051	21465	22339	23249
(1 bruc->2/3 prod)													
tPu prodotto	0	0	0	0	0	0	0	5320	10669	16051	21465	22339	23249
tPu rimasto	0	0	0	0	0	0	0	10639	21339	32102	42930	44679	46498
Totale tU <sub>235</sub> utilizzabile in Reattori al 3,5% tPu	57457	53554	49493	45266	40866	36288	31523	26619	21570	16366	10999	5415	398
	1900	2681	3493	4338	5218	6134	7087	9131	12275	16526	21893	27477	33290

Allegato 2

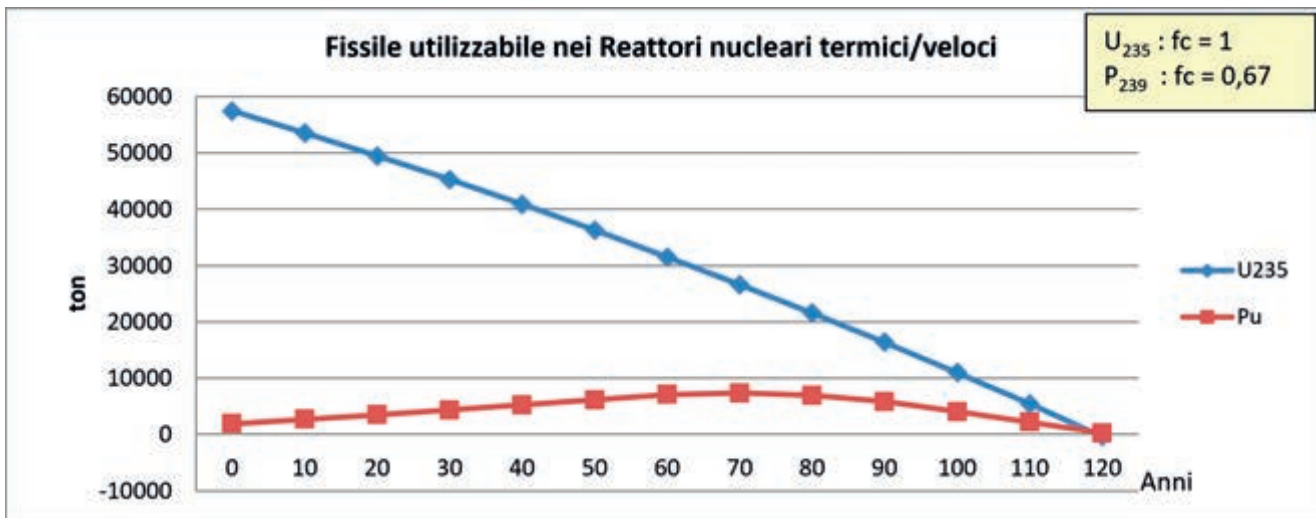


Figura 2 - Fissile ( $U_{235}$  e  $Pu$ ) utilizzabile nei reattori nucleari termici e veloci con fattori di conversione uguali a 1 per l' $U_{235}$  ed a 0,67 per il  $Pu$ .

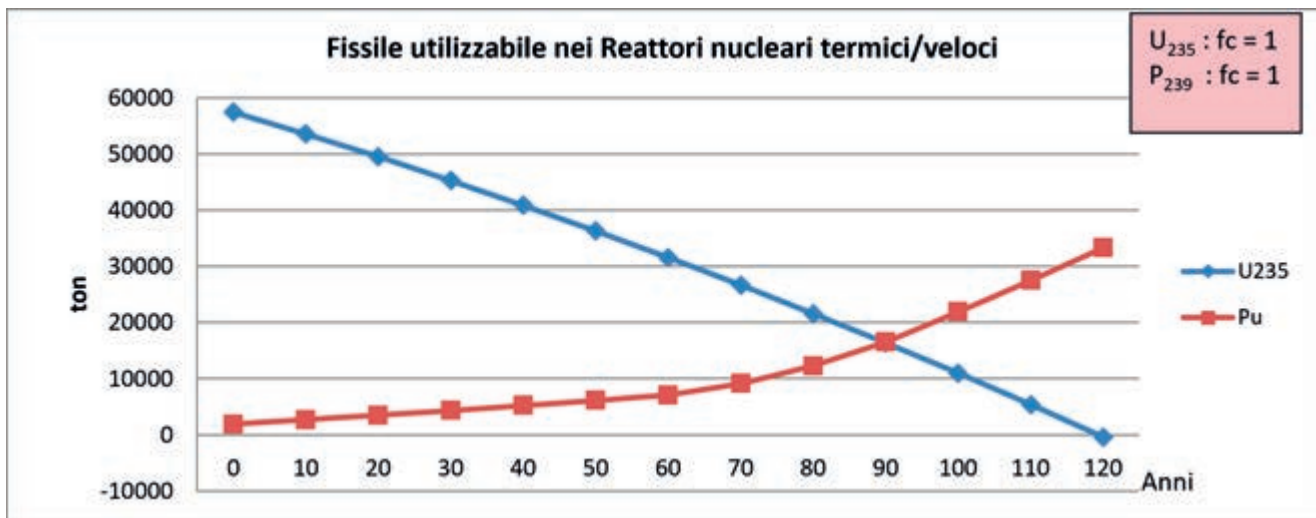


Figura 3 - Fissile ( $U_{235}$  e  $Pu$ ) utilizzabile nei reattori nucleari termici e veloci con fattori di conversione uguali a 1 per l' $U_{235}$  ed a 1 per il  $Pu$ .

presente la Tabella 2 dove a fronte di un consumo di 1 parte di  $U_{235}$  (7 per mille) si producono e bruciano circa 2 parti di  $Pu_{239}$  (15 per mille), dovremmo avere un esaurimento di fissile entro i prossimi  $60 \times (1+2) = 180$  anni, in caso di potenza elettronucleare erogata costante ed uguale a 360.000 MW. Poiché invece in 60 anni tale potenza aumenta di circa 1,5 volte allora l'esaurimento di fissile avviene entro i prossimi  $180/1,5 = 120$  anni.

## 5. Conclusione

1. Con reattori veloci al plutonio di oggi (fattore di conversione minore di 1), si può proseguire l'esercizio di tutti i reattori termici/veloci per altri 120 anni dopo di che si esauriscono i fissili ( $U_{235}$  e  $Pu_{239}$ ) del ciclo dell'uranio (qui non si prende in considerazione il ciclo del Torio).
2. Il fattore di conversione dei reattori al plutonio,

oggi  $f_c = 0,67$  con  $\sigma_{c,U238} = 0,3$  barn, può diventare maggiore di 1 se nel mantello i neutroni vengono rallentati fino ad energie di  $0,01 \div 0,025$  MeV per le quali  $\sigma_{c,U238}$  diviene circa 0,53 barn.

3. Con reattori veloci al plutonio di nuova concezione (fattore di conversione maggiore di 1),

si può proseguire l'esercizio di tutti i reattori termici/veloci per altre migliaia di anni dopo di che si esauriscono i fissili ( $U_{235}$  e  $Pu_{239}$ ) del ciclo dell'uranio (qui non si prende in considerazione il ciclo del Torio).



a cura di:  
**ING. R. RENZONI**

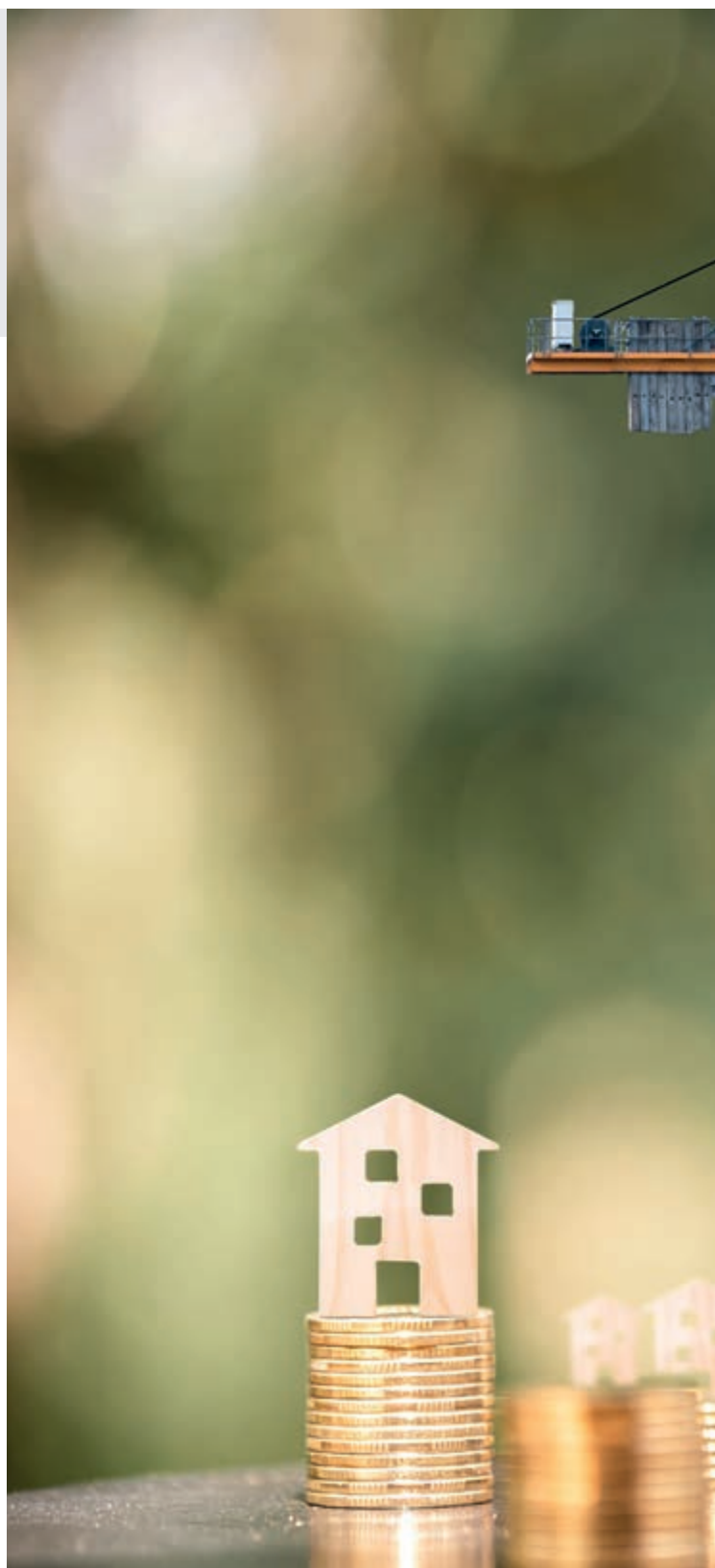
Revisionato da:  
**ING. M. DISCACCIATI**

Commissione:  
**FINANZA IMMOBILIARE**

# INTRODUZIONE AL CROWDFUNDING IMMOBILIARE

## Premessa

Il crowdfunding immobiliare è una modalità innovativa di finanziamento che consente a un vasto pubblico di partecipare a investimenti immobiliari, tradizionalmente riservati a grandi investitori. Attraverso piattaforme online, numerosi piccoli investitori possono raccogliere capitali per finanziare progetti immobiliari, ottenendo in cambio una partecipazione economica nei profitti del progetto o un rendimento fisso in caso di prestito. Questo sistema ha guadagnato popolarità negli ultimi anni grazie alla sua capacità di democratizzare l'accesso agli investimenti immobiliari, offrendo una maggiore diversificazione dei portafogli anche a chi ha capitali limitati.







## La Ricerca di Opportunità di Investimento Innovativo

Uno dei principali fattori che guidano questa espansione è la crescente domanda di soluzioni di investimento innovative, che offrono maggiore flessibilità e requisiti d'ingresso più accessibili rispetto agli strumenti finanziari tradizionali. Il crowdfunding consente di accedere al mercato immobiliare anche con capitali limitati, aprendo nuove possibilità per i piccoli investitori privati desiderosi di diversificare il loro portafoglio senza la necessità di impegnare ingenti somme. Allo stesso tempo, permette agli investitori più esperti di scoprire opportunità mirate e partecipare ad iniziative potenzialmente molto redditizie, come progetti di rigenerazione urbana, sviluppo sostenibile, e la realizzazione di nuovi complessi residenziali e commerciali.

## Normativa sul Crowdfunding Immobiliare in Italia

In Italia, il crowdfunding è regolato dal Regolamento Consob n. 18592 del 2013, integrato e modificato successivamente per adattarsi alle nuove esigenze del mercato e alle normative europee. La Consob (Commissione Nazionale per le Società e la Borsa) è l'autorità che vigila su questo tipo di attività per garantire trasparenza, sicurezza e tutela degli investitori.



La normativa distingue tra:

1. **Equity Crowdfunding:** gli investitori acquistano quote di una società che sviluppa o gestisce il progetto immobiliare. In questo caso, la piattaforma di crowdfunding deve essere iscritta in un apposito registro tenuto dalla Consob e rispettare requisiti di trasparenza nella comunicazione delle informazioni ai potenziali investitori. Gli investitori diventano azionisti e partecipano agli utili, ma anche ai rischi di perdita dell'investimento.
2. **Lending Crowdfunding:** gli investitori prestano denaro direttamente agli sviluppatori o alle società immobiliari, ricevendo in cambio un interesse predeterminato. Questa forma di crowdfunding è regolamentata come attività di intermediazione del credito, e le piattaforme devono rispettare le normative di settore in materia di concessione del credito, trasparenza delle condizioni e protezione degli investitori.

## Come Funziona il Crowdfunding Immobiliare

Il crowdfunding immobiliare si articola in diverse fasi:

1. **Selezione del Progetto:** le piattaforme di crowdfunding valutano e selezionano i progetti immobiliari da presentare agli investitori. Questa fase prevede un'analisi approfondita del progetto, del business plan, della solidità



finanziaria dello sviluppatore e delle potenziali prospettive di mercato.

2. **Presentazione del Progetto:** i progetti selezionati vengono pubblicati sulla piattaforma con una descrizione dettagliata, inclusi gli obiettivi, i costi, i tempi di realizzazione, i rendimenti attesi e i principali rischi. Gli investitori hanno accesso a tutte le informazioni necessarie per effettuare una valutazione consapevole.
3. **Raccolta Fondi:** gli investitori possono contribuire al finanziamento del progetto con importi minimi, spesso a partire da poche centinaia di euro. Una volta raggiunto l'obiettivo di finanziamento, i fondi vengono trasferiti allo sviluppatore immobiliare.
4. **Sviluppo del Progetto:** con i fondi raccolti, lo sviluppatore inizia o continua la realizzazione

del progetto immobiliare. Durante questa fase, le piattaforme forniscono aggiornamenti periodici agli investitori sullo stato di avanzamento dei lavori.

5. **Rendimenti per gli Investitori:** i rendimenti dipendono dalla tipologia di crowdfunding. Nell'equity crowdfunding, gli investitori ricevono una quota degli utili o una rivalutazione delle proprie quote in base al valore dell'immobile venduto o gestito. Nel lending crowdfunding, gli investitori ricevono un interesse fisso secondo il piano di rimborso previsto.

### Chi Può Partecipare al Crowdfunding Immobiliare

1. **Investitori privati:** persone fisiche che desiderano diversificare i propri investimenti senza



impegnare grandi capitali. Questi investitori possono accedere a progetti che altrimenti sarebbero inaccessibili, con la possibilità di investire piccole somme;

2. **investitori professionali:** individui o enti con esperienza e capacità di valutare rischi e opportunità. Possono investire somme più consistenti e hanno accesso a opportunità riservate a soggetti con maggiore capacità di rischio;
3. **sviluppatori e promotori immobiliari:** utilizzano il crowdfunding come strumento di raccolta fondi alternativo rispetto ai finanziamenti bancari. Questo permette loro di ridurre il capitale iniziale necessario e di accedere rapidamente ai fondi per lo sviluppo del progetto.

### Rischi Associati al Crowdfunding Immobiliare

1. **Rischio di fallimento del progetto:** il progetto immobiliare potrebbe non essere completato a causa di difficoltà economiche, errori di gestione o cambiamenti nel mercato immobiliare, causando una perdita totale o parziale del capitale investito;
2. **rischio di liquidità:** le quote o i crediti acquisiti tramite crowdfunding immobiliare non sono facilmente vendibili. L'assenza di un mercato secondario sviluppato limita le possibilità di

uscire dall'investimento prima della conclusione del progetto;

3. **rischio normativo:** modifiche nella normativa fiscale o in quella specifica del settore immobiliare possono influire negativamente sui rendimenti degli investitori;
4. **rischio di mercato:** le fluttuazioni del mercato immobiliare possono influenzare il valore dell'investimento. Una crisi economica o un calo dei prezzi degli immobili possono ridurre o azzerare i rendimenti attesi;
5. **rischio di gestione:** la gestione inadeguata o inefficace del progetto da parte degli sviluppatori può compromettere il successo del progetto e quindi i rendimenti degli investitori.

### Tempi di Ritorno dell'Investimento

I tempi di ritorno variano in base alla tipologia di crowdfunding e alle caratteristiche specifiche del progetto:

- **equity crowdfunding:** il ritorno dell'investimento può variare tra 3 e 7 anni, a seconda del tempo necessario per completare e vendere l'immobile o per generare reddito sufficiente da distribuire agli investitori;
- **lending crowdfunding:** i tempi di ritorno sono generalmente più brevi, tra 12 e 36 mesi, a seconda delle condizioni di rimborso stabilite nel contratto di prestito.

### Principali società di Crowdfunding Immobiliare in Italia

Alcune delle principali piattaforme di crowdfunding immobiliare attive in Italia includono:

1. **Walliance:** una delle prime piattaforme italiane ad essere autorizzata dalla Consob per l'equity crowdfunding immobiliare. Offre una varietà di progetti in diverse città italiane e europee, con opportunità di investimento a partire da poche migliaia di euro.
2. **Housers:** piattaforma internazionale con una presenza significativa in Italia. Offre sia opportunità di equity crowdfunding che di lending, con un'ampia gamma di progetti in diverse nazioni.
3. **Concrete Investing:** piattaforma specializzata in progetti di sviluppo immobiliare di alta qualità



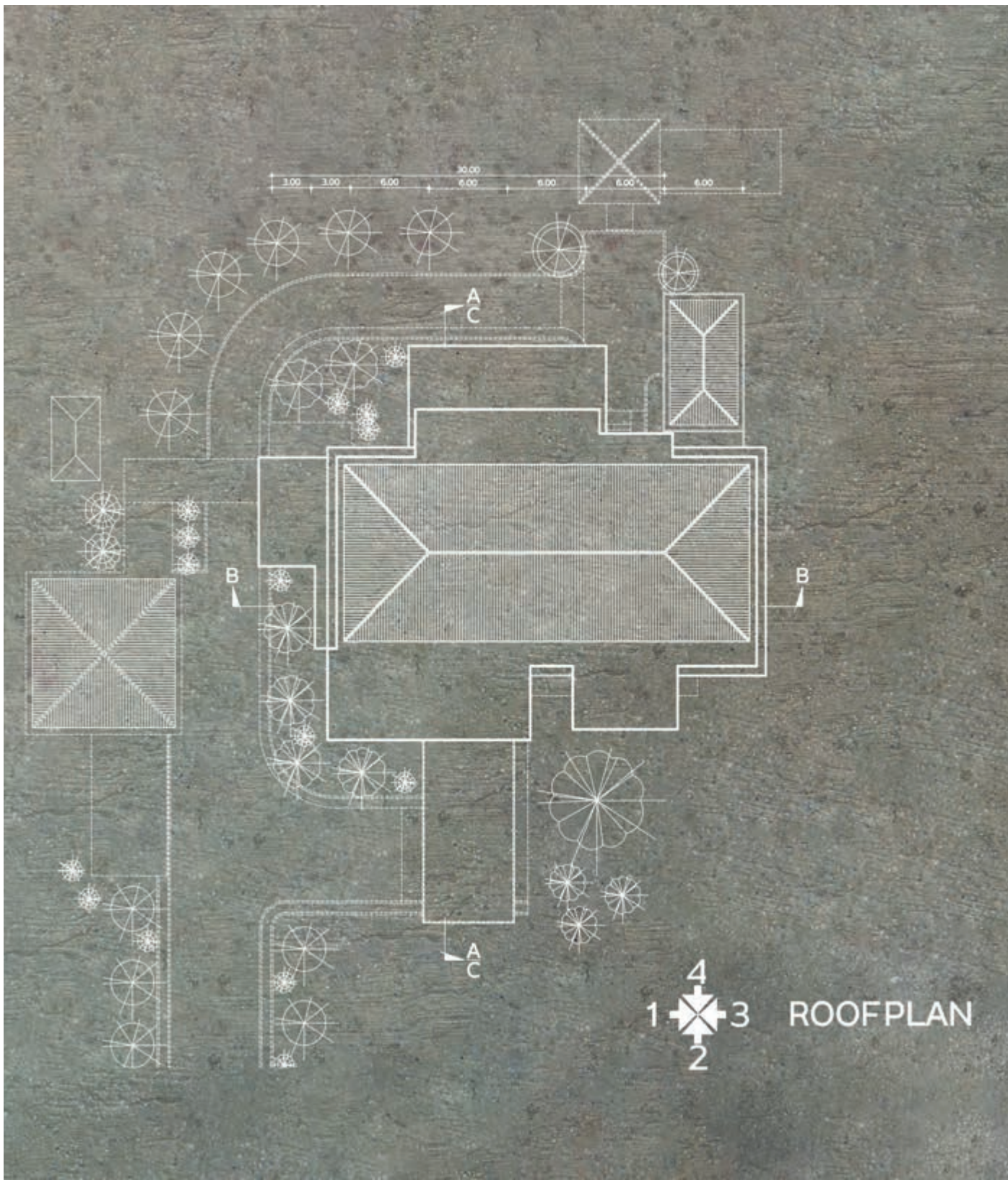
in Italia. Focus su investitori professionali e progetti con rendimenti potenzialmente elevati.

4. **Trusters**: piattaforma di lending crowdfunding immobiliare che permette agli investitori di finanziare progetti di riqualificazione immobiliare in Italia. Offre rendimenti con piani di rientro a breve e medio termine.
5. **Re-Lender**: piattaforma di lending crowdfunding che si concentra su progetti di riconversione urbana e riqualificazione industriale, agricola e tecnologica, offrendo opportunità di investimento diversificate.

## Conclusione

Il crowdfunding immobiliare rappresenta un'opportunità per investire in progetti immobiliari con somme ridotte, offrendo un'alternativa ai tradizionali strumenti di investimento. Tuttavia, è essenziale per gli investitori comprendere i rischi associati e fare un'attenta valutazione dei progetti e delle piattaforme. Una conoscenza approfondita delle normative, dei meccanismi di funzionamento e delle dinamiche del mercato è fondamentale per effettuare scelte consapevoli e mirate.





# SFIDE E DIFFICOLTÀ NEL PNRR, UN ESEMPIO APPLICATIVO: I PROGETTI DI EDILIZIA SCOLASTICA DELLA PROVINCIA DI GROSSETO



a cura di:  
**ING. C. DI GIROLAMO**

Revisionato da:  
**ING. T. BAZZICHELLI**

Commissione:  
**PNRR**

I principi ispiratori del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza delineano un approccio teso alla semplificazione, alla sostenibilità ambientale, all'inclusione sociale e territoriale ma come si stanno concretizzando?

Ho potuto osservare da un punto di vista privilegiato un caso di applicazione nella realtà degli Enti pubblici locali: a dicembre 2021 sono entrata a far parte del team "1000 Esperti" come ingegnere edile nella task force "Ambiti Territoriali" di supporto agli Enti locali e sono stata assegnata, dalla Regione Toscana, alla Provincia di Grosseto – Edilizia scolastica. Così ho collaborato con la RUP arch. Monica Mariotti, con il Dirigente ing. Gianluca Monaci e con il personale della Provincia seguendo direttamente i progetti PNRR dall'acquisizione dei finanziamenti fino ai collaudi.

## 1. Lo scenario ante PNRR nell'Edilizia scolastica della Provincia di Grosseto

Il patrimonio edilizio scolastico di competenza della Provincia di Grosseto è costituito per la maggior parte dagli istituti di istruzione secondaria superiore ubicati in modo distribuito su un territorio che è il più esteso delle province toscane.

La situazione delle risorse economiche disponibili per l'edilizia scolastica, ante PNRR, non solo per la Provincia di Grosseto ma in generale per gli Enti locali, era tale che non vi era modo di effettuare interventi della portata di quelli attualmente in corso. Infatti, il Governo nazionale allocava alle Province una disponibilità annuale di poche centinaia di migliaia di euro: era già complesso provvedere alla manutenzione ordinaria dei 37 edifici scolastici di competenza della Provincia, a maggior ragione era difficile dedicare risorse agli interventi di manutenzione straordinaria e riqualificazione; pertanto, ciascun intervento si caratterizzava per l'urgenza anziché tradursi in una programmazione ordinaria. Inoltre, con la riforma Delrio gli organici di personale sono stati drasticamente ridotti; tale carenza ha comportato il sovraccarico degli impiegati in servizio, l'aumento dei livelli di stress e la riduzione della produttività, sia per il personale amministrativo chiamato a svolgere anche le funzioni di Stazione Unica Appaltante (SUA), sia per il personale tecnico impossibilitato ad occuparsi di progetti di più ampio respiro per far fronte alle urgenze della manutenzione ordinaria.

## 2. Le opportunità del PNRR e gli obiettivi per risolvere alcune carenze negli istituti di istruzione secondaria a gestione provinciale

In questo scenario si sono aperte le opportunità offerte dal PNRR che la Provincia di Grosseto ha saputo cogliere: circa 17 milioni di Euro di finanziamenti da parte del Ministero dell'Istruzione attraverso il fondo Next Generation EU nelle misure M4 C1 I3.3 "Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole" e M4 C1 I1.3 "Piano per le infrastrutture per lo sport nelle scuole" oltre al supporto qualificato di tre Esperte dalle competenze complementari tecniche, giuridiche e amministrative/relazionali.

Questi finanziamenti hanno consentito di avviare una serie di progetti finalizzati a risolvere problemi



cronici degli edifici scolastici di istruzione secondaria superiore attraverso interventi di manutenzione straordinaria mirati, come ad esempio:

- infiltrazioni d'acqua: interventi di sostituzione di infissi esterni e coperture;
- adeguamento normativo degli impianti: interventi sugli impianti elettrici e antincendio;
- sicurezza statica: interventi di consolidamento statico e adeguamento/miglioramento sismico;
- carenza di infrastrutture sportive scolastiche: realizzazione di una nuova palestra scolastica aperta anche all'uso extra-scolastico e riqualificazione di due aree sportive all'aperto per atletica e calcio.

Un'altra opportunità si presenta nel Piano per la

semplificazione ed accelerazione delle procedure per la realizzazione di interventi per l'efficientamento energetico - M2 C2 I1.1 col quale si potrà intervenire per:

- la riqualificazione energetica delle scuole (isolamento, infissi efficienti, sostituzione di sistemi di riscaldamento e condizionamento e installazione di impianti per la generazione di energia rinnovabile);
- la costituzione di Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) per produzione e consumo condivisi di energia da fonti rinnovabili.

Lo scopo è di ottenere in tempi brevi un risparmio energetico medio (in relazione ad un consumo medio annuo di energia primaria dell'edificio





residenziale) di circa 240 kWh/mq e un risparmio minimo atteso (sia energetico che di emissioni) del 30%-40%, dimostrabile tramite il confronto con l'attestato di prestazione energetica (APE) prima e dopo l'intervento.

Per far fronte agli impegni PNRR, gli Uffici della Provincia hanno dovuto modificare drasticamente talune attività, essendo chiamati a gestire su diversi fronti, tecnici e amministrativi, diverse attività in simultanea e con scadenze improrogabili assai ravvicinate e stringenti, il che ha indubbiamente incrementato il lavoro dei dipendenti, con un significativo impatto anche sotto il profilo qualitativo.

Le risorse, sia economiche che umane, rese disponibili dal PNRR hanno effettivamente prodotto una differenza importante, consentendo non solo di avviare le attività di progettazione e le conseguenti procedure di gara, ma soprattutto, garantendo l'esecuzione dei lavori nei tempi prestabiliti, fissati dalle milestone PNRR.

### **3. La sfida del PNRR: tempi stretti e inderogabili per il rispetto delle "milestone"**

La prima difficoltà incontrata sono stati i tempi stretti e inderogabili per il rispetto delle milestone pena la perdita del finanziamento.

I primi progetti ad essere introdotti sono stati quelli

già in essere confluiti nel PNRR, nello specifico, si tratta dei seguenti interventi:

1. Ist. Sup. Alberghiero Leopoldo II di Lorena a Grosseto; manutenzione straordinaria per efficientamento energetico di sostituzione di infissi esterni, rinnovo e adeguamento impianto elettrico - finanziamento € 1.698.790,00.
2. Ist. Sup. Commerciale V. Fossombroni a Grosseto - 1° Lotto; manutenzione straordinaria per efficientamento energetico e ripristino di condizioni di sicurezza con sostituzione di infissi esterni ed interni - finanziamento € 1.034.820,00 e 2° Lotto; opere straordinarie di manutenzione della copertura - finanziamento € 341.550,00.
3. Polo liceale Aldi di Grosseto; manutenzione straordinaria della palestra e relativi servizi con adeguamento di impianti e intervento di manutenzione della copertura per ripristino delle condizioni di agibilità - finanziamento € 731.876,00.
4. Ist. Professionale Enogastronomico di Orbetello - 1° Lotto; consolidamento statico della scala di ingresso su via Carducci e adeguamento alla norma antincendio - finanziamento € 255.000,00 e 2° Lotto adeguamento e miglioramento sismico - finanziamento € 1.570.000,00.

5. Liceo Rosmini a Grosseto; realizzazione della nuova palestra scolastica - finanziamento € 2.914.820,00.
6. Palestra Ist. Tecnico Econ. Zuccarelli di Pitigliano; adeguamento sismico ed efficientamento energetico - finanziamento € 965.545,00.

Per questi progetti in un solo anno era necessario eseguire molte attività indispensabili all'affidamento dei lavori entro il 31/12/2022, prima "milestone" da rispettare inderogabilmente per non incorrere nella perdita del finanziamento.

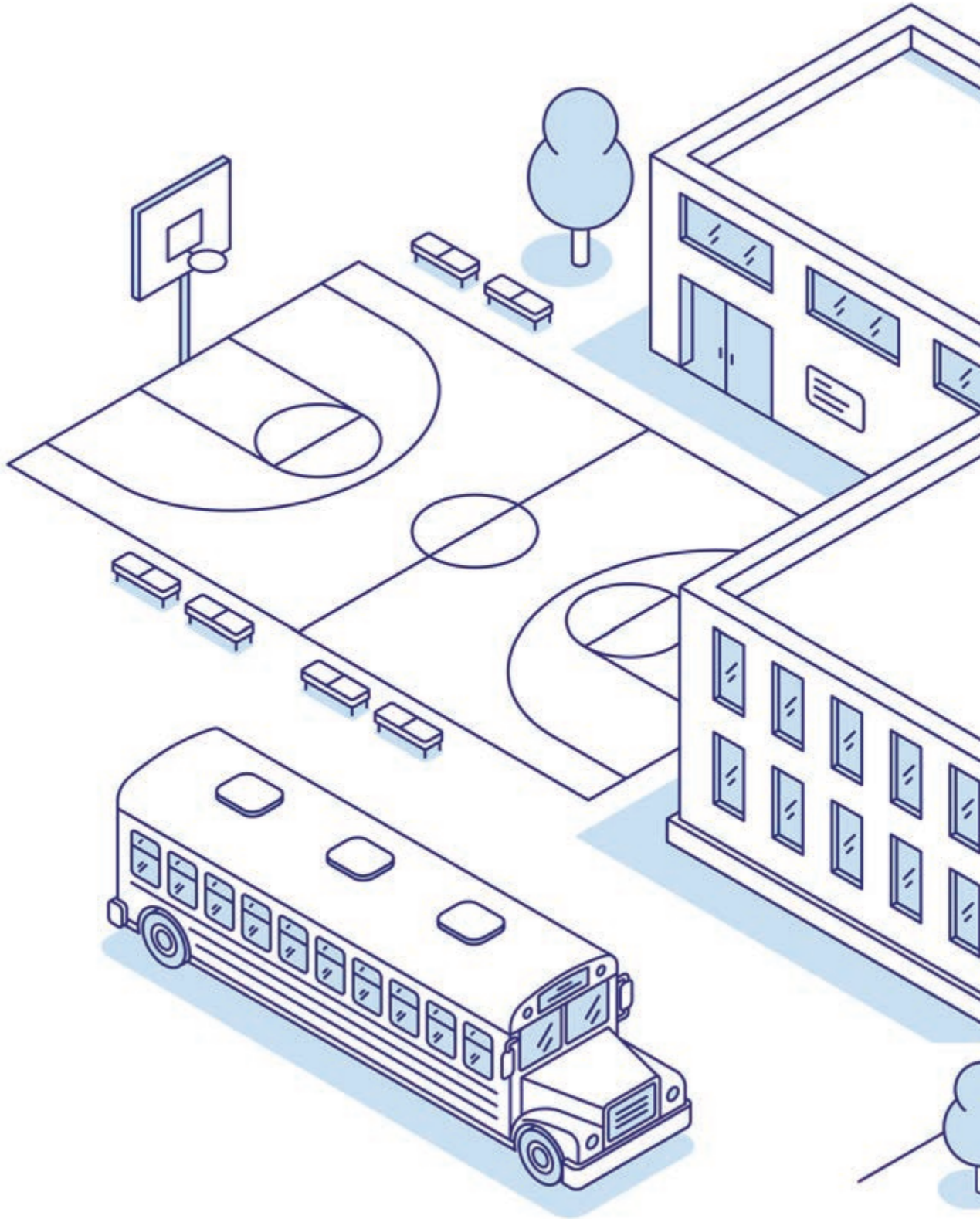
Non è stato possibile elaborare internamente all'Ente progetti di tale complessità, che necessitano l'apporto e la collaborazione di tante diverse figure professionali quali progettisti architettonici, strutturali, impiantistici, antincendio, competenti di impianti sportivi (norme CONI, FIDAL, FIGC), dell'abbattimento barriere architettoniche, dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) e del principio del Do No Significant Harm (DNSH ovvero non arrecare all'ambiente un danno significativo), archeologo, geologo. Pertanto, è stato necessario anzitutto affidare la progettazione di fattibilità tecnico-economica, il progetto definitivo e quello

esecutivo, in alcuni casi in un'unica fase, quindi richiedere i pareri necessari agli altri Enti coinvolti, ove possibile attraverso l'efficace strumento della Conferenza di servizi altrimenti caricando i documenti sugli appositi portali (VVFF, BBCC, CONI). All'esito positivo l'Ufficio Edilizia scolastica della Provincia di Grosseto ha verificato i progetti, li ha validati e approvati con decreto presidenziale.

Nel frattempo, si è proposta la stipula di un Protocollo d'Intesa con l'Ufficio Scolastico Regionale per la Toscana e con i Dirigenti Scolastici delle scuole interessate dai lavori con lo scopo di risolvere le particolari criticità nella fase attuativa dei contratti di appalto finanziati in tutto o in parte dal PNRR e si è nominato il Presidente della Provincia quale Commissario straordinario alla realizzazione degli interventi di Edilizia scolastica.

Per svolgere in modo più celere la fase di gara d'appalto si è pubblicato un Avviso pubblico per indagine di mercato per manifestazione di interesse svolta tramite il Sistema Telematico Acquisti Regionale della Toscana (START), attraverso il quale si sono individuati cinque o dieci (a seconda dell'importo dell'appalto) operatori economici da invitare alla gara mediante procedura negoziata senza bando









relativa all'affidamento dei lavori. Quindi, grazie al lavoro sinergico e collaborativo dell'Ufficio Tecnico e dell'Ufficio Appalti, si sono riuscite ad aggiudicare in via provvisoria tutte le gare entro il 2022 e si è predisposta la documentazione necessaria per l'avvio dei cantieri entro il 30/03/2023, seconda "milestone" da rispettare poi posticipata dal Ministero dell'Istruzione al 30/11/2023.

I cronoprogrammi degli interventi in fase esecutiva devono rispettare le ultime due "milestone" previste dal finanziamento: 31/03/2026 per la fine lavori e 30/06/2026 per i collaudi. I lavori si stanno svolgendo regolarmente e senza contenziosi, alcuni sono conclusi e prossimi al collaudo, di altri è già stato emesso il certificato di regolare esecuzione. Un lavoro di squadra, che procede grazie al costante controllo dei Direttori lavori, alla continua disponibilità e supporto fornito dalla RUP e dall'Ufficio Tecnico, all'impegno delle Imprese esecutrici, al contributo delle Esperte PNRR nell'interpretazione delle discipline tecniche e delle norme specifiche previste per il PNRR, ampiamente derogatorie di quelle esistenti. Solo per fare alcuni esempi si pensi alle specifiche norme in deroga al Codice dei contratti pubblici esistente che si sono susseguite con estrema velocità e non sempre in maniera coordinata, all'introduzione del nuovo Codice dei contratti pubblici quale riforma abilitante del PNRR, al DNSH, alle linee guida per la rendicontazione sul portale ReGIS del MEF.

Si è ricorsi alle varianti solo in caso di circostanze impreviste e imprevedibili e per l'adeguamento dei prezzi secondo la normativa speciale vigente, in percentuale molto contenuta in quanto l'Ente aveva già richiesto ai progettisti di aggiornare i prezzi in fase di progettazione e pertanto in gara d'appalto i prezzi unitari erano in linea col mercato. Per riqualificare due impianti sportivi scolastici all'aperto, uno a Grosseto e uno a Follonica, l'Ente ha partecipato all'Avviso Pubblico del Ministero dell'Istruzione M4 C1 I1.3 "Piano per le infrastrutture per lo sport nelle scuole", scadenza 28/02/2022, rientrando solo a dicembre 2022 tra i progetti finanziati attraverso il fondo Next Generation EU a seguito dello scorrimento della graduatoria ex D.M. 320/2022. Ciò ha comportato tempi ancora più compressi in quanto sono rimaste fisse le milestone del 15/09/2023 per l'aggiudicazione dei lavori e del 30/11/2023 per l'avvio dei cantieri per i due interventi:

7. Riqualificazione dell'area sportiva all'aperto - campo scuola nella Cittadella dello Studente di Grosseto; finanziamento € 4.531.820,00.
8. Riqualificazione dell'area sportiva all'aperto - campo scuola in via Morandi - via Pertini a Follonica (GR); finanziamento € 3.086.840,00.

Nel primo trimestre 2023 l'Ente ha predisposto e



pubblicato i Documenti di Indirizzo alla Progettazione ed ha affidato a studi professionali esterni la redazione del PFTE con l'approfondimento e i contenuti di un progetto definitivo, al fine di porlo a base di gara in un appalto integrato di progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori. Un importante elemento per il successo degli interventi negli strettissimi tempi imposti dal PNRR è stato la qualità dei PFTE poiché in questa fase è stato necessario anche richiedere i pareri agli altri Enti e indire le due Conferenze dei Servizi semplificate, che costituiscono l'atto abilitativo ai fini edilizi per l'esecuzione dei lavori.

Si è lottato contro il tempo per definire la procedura di appalto integrato con offerta economicamente più vantaggiosa, redigere la documentazione necessaria, pubblicare la gara addirittura nel mese di agosto, valutare con un'apposita Commissione le migliori proposte e giungere all'aggiudicazione. Successivamente il gruppo incaricato della progettazione esecutiva dalle imprese aggiudicatrici ha definito e consegnato gli elaborati esecutivi in soli 45 giorni per consentire la verifica, validazione e approvazione da parte della Stazione appaltante in tempo utile per rispettare la milestone dell'avvio dei lavori entro il 30/11/2023, prevista dagli accordi di concessione del finanziamento stipulati con il Ministero dell'Istruzione e del Merito.

Una sfida ulteriore è stata l'entrata in vigore del Nuovo Codice dei contratti pubblici D. Lgs. n. 36/2023 che, definendo nuova cornice di riferimento legislativo, ha comportato la necessità di adeguare dal 1° luglio 2023 sia la modulistica che i richiami normativi in tutti gli atti, lasciando aperte tuttavia alcune questioni di difficile interpretazione per i giuristi, su cui è stato utile l'apporto dell'Esperta Avv. Annalisa Messina.

Attualmente ci troviamo nella fase esecutiva di questi due importanti progetti, che procedono secondo i tempi previsti nonostante il mercato delle costruzioni stia risentendo dell'apertura di tanti cantieri sia relativi a lavori PNRR che al Giubileo 2025.

#### **4. Le complessità nel rispetto degli obblighi di monitoraggio e rendicontazione su ReGiS**

Per adempiere agli obblighi di monitoraggio, rendicontazione e controllo dei progetti finanziati dal

PNRR abbiamo lavorato sul sistema ReGiS, sviluppato dalla Ragioneria Generale dello Stato e sulla piattaforma Futura del MIM.

Nell'iter dei progetti gli uffici amministrativo e tecnico hanno dovuto alimentare diverse banche dati, come il SIMOG dell'ANAC per l'acquisizione dei CIG, il SITAT per adempiere agli obblighi informativi di pubblicazione on line della Regione Toscana, START per le gare d'appalto e FVOE il fascicolo virtuale dell'operatore economico; l'interoperabilità di ReGiS con le altre banche dati è molto complessa per l'ampia casistica di dati economico-finanziari da inserire, si tratta per esempio di diversi regimi IVA (split, immediata o differita) e di differenze tra i pagamenti di professionisti, forniture e lavori.

Attualmente ReGiS è ancora migliorabile: le criticità nel caricamento dei documenti si riflettono, di conseguenza, nella difficoltà di ottenere il rimborso delle somme anticipate attraverso l'invio dei rendiconti. Il problema finanziario è particolarmente delicato in quanto il MIM ha concesso anticipazioni solo per il 30% dell'importo dei finanziamenti autorizzati, mentre i pagamenti ulteriori gravano sul bilancio dell'Ente come anticipazioni di cassa, situazione insostenibile nel caso di Enti più deboli come alcuni piccoli Comuni.

#### **5. Il ruolo decisivo di comunicazione e collaborazione**

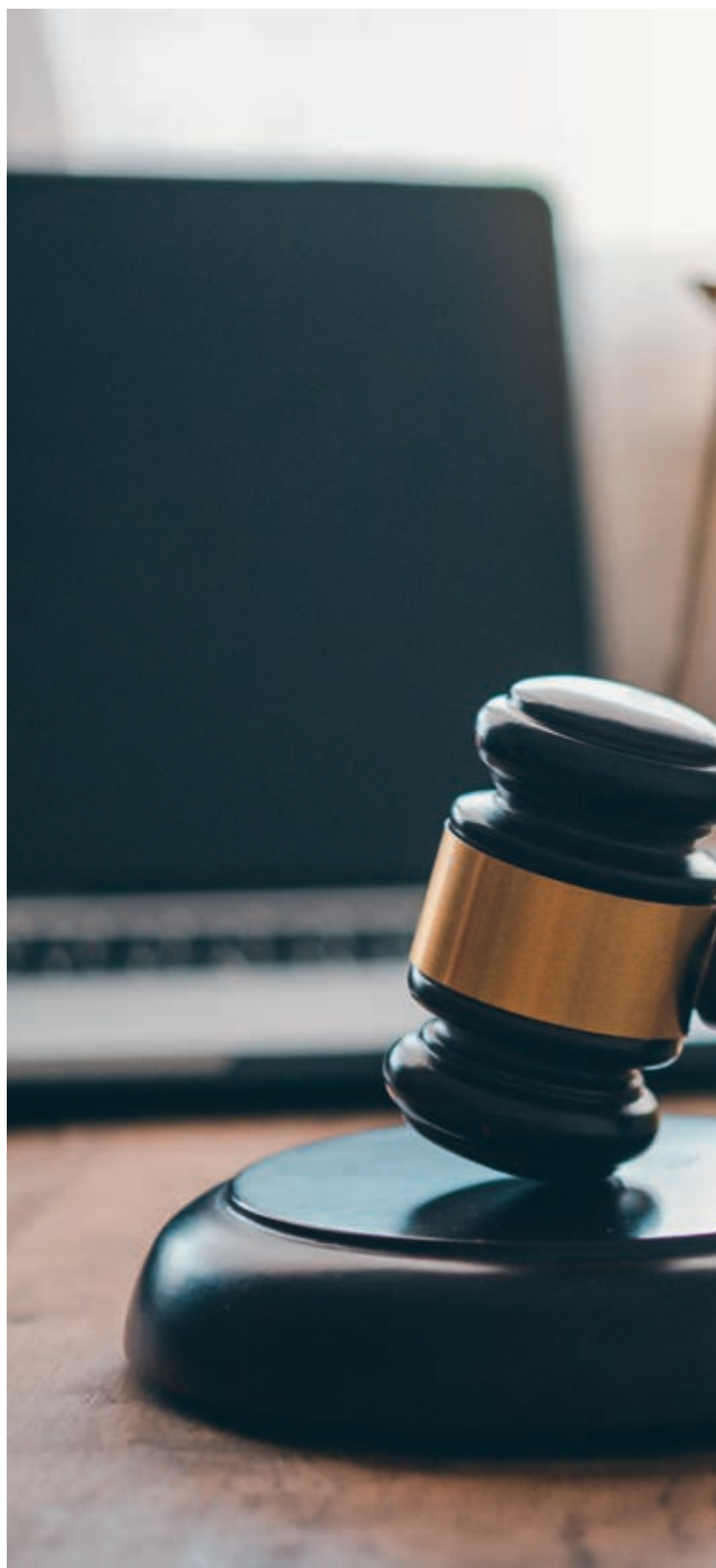
Non sarebbe stato possibile lavorare in cantieri ubicati all'interno di scuole aperte, a stretto contatto con la popolazione scolastica e sotto gli occhi delle famiglie senza un'opportuna comunicazione sui giornali locali, sui canali social e attraverso conferenze sia degli obiettivi che dell'avanzamento dei progetti finanziati con fondi PNRR. Per coinvolgere le comunità scolastiche e condividere l'importanza degli interventi in corso, il Presidente Francesco Limatola con l'ing. Monaci, Dirigente dell'Area Edilizia scolastica, e con l'arch. Mariotti RUP, ha incontrato i Dirigenti scolastici, i rappresentanti degli studenti e, in una recente conferenza il 10/07/2023, i rappresentanti dell'Ispettorato PNRR della Ragioneria Generale dello Stato, della Ragioneria Territoriale e di tanti Comuni del territorio.

Per condividere le best practices messe in campo l'ing. Monaci, con le Esperte ing. Di Girolamo

e Avv. Messina, è stato invitato a partecipare al seminario organizzato dalla Commissione PNRR dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma il 22/04/2023 dove ha presentato come caso di studio l'avanzamento degli interventi in corso, le sfide superate e le criticità incontrate.

Rispetto alle attività svolte fino a dicembre 2021 nell'Edilizia scolastica della Provincia di Grosseto è evidente che i progetti PNRR hanno rappresentato un significativo cambiamento nelle attività perché più numerosi, più complessi e con un numero di incombenze e di step di gran lunga superiori. Si tratta di progetti che richiedono una maggiore attenzione agli aspetti ambientali e al risparmio energetico nel rispetto della normativa eurounitaria, dovendo il soggetto attuatore dichiarare che la realizzazione delle attività progettuali è coerente con i principi e gli obblighi specifici del PNRR (Principi Orizzontali - Obiettivi Trasversali) ed essendo chiamato a verificarne il rispetto da parte degli esecutori dei contratti.

Al fine di ridurre i tempi di conclusione delle procedure dalla progettazione alla realizzazione dei lavori, è stato decisivo l'apporto di tutti gli attori e la collaborazione. In conclusione, ritengo sia stata proprio questa la chiave che ha permesso all'Amministrazione Provinciale di Grosseto di raggiungere gli ambiziosi traguardi che si era posta: la capacità di remare tutti insieme mettendo a disposizione le proprie competenze, coadiuvandosi nei molteplici adempimenti da ottemperare e supportandosi l'un l'altro, anche un po' oltre quanto strettamente di competenza.









a cura di:

**PROF.SSA B. ANGELLIS, ING. E. COSCIA**

Revisionato da:

**F. DE SANTIS**

Commissione:

**INNOVAZIONE TECNOLOGICA**

# INDAGINE CONOSCITIVA SULL'ADOZIONE DEI SISTEMI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN AZIENDE COMPLESSE

## Introduzione

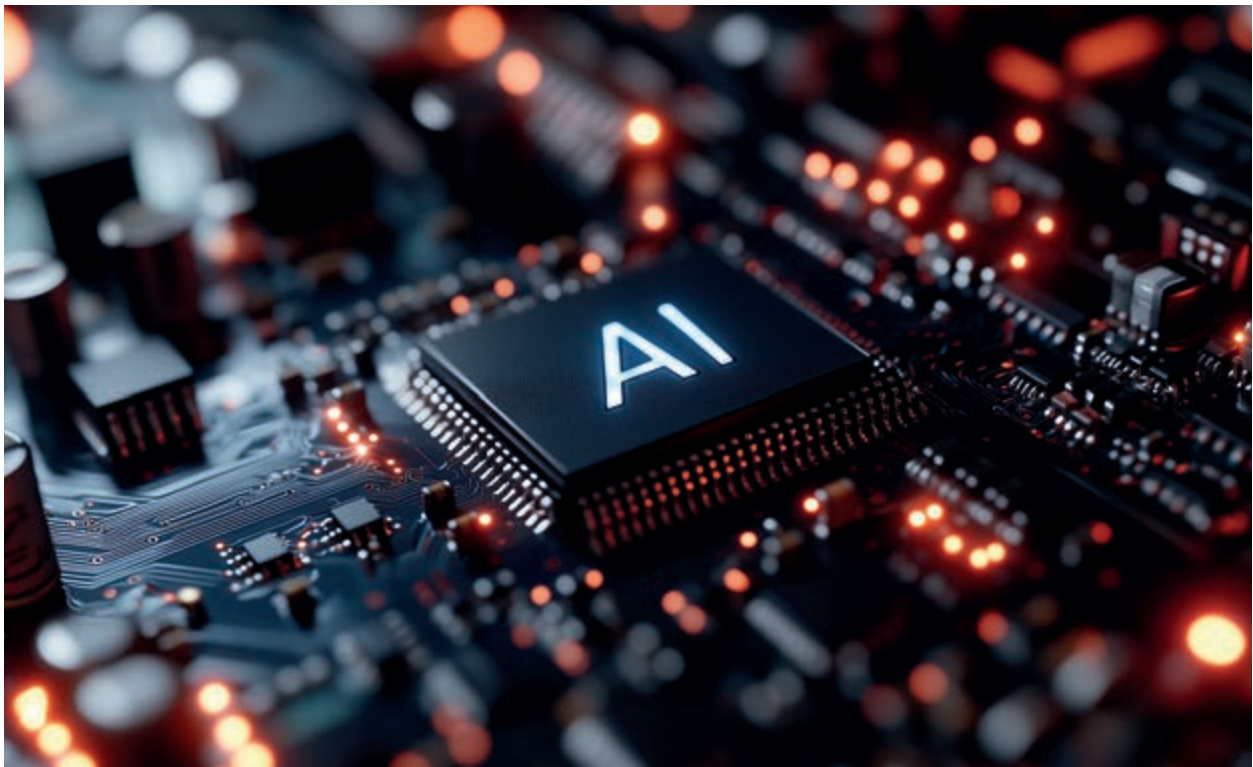
L'intelligenza artificiale (IA) è uno strumento che ha suscitato grande interesse negli ultimi anni. Tale strumento può essere utile per la crescita delle imprese, anche tenendo in considerazione eventuali rischi di questa nuova tecnologia. I processi decisionali aziendali sono incentrati sui dati, ed il quantitativo di questi ultimi, contenenti informazioni interne ed esterne all'impresa che li ha memorizzati, rende difficoltoso per l'uomo riuscire ad elaborarli e a tirarne fuori conclusioni utili all'impresa. La difficoltà risiede nella complessità e nella laboriosità intrinseche del processo di elaborazione ed interpretazione di informazioni di cui, spesso, occorre andare a ricercare la correlazione per addivenire a decisioni in grado di migliorare gli aspetti endogeni dell'impresa e le interconnessioni con l'ambiente produttivo esterno. Per tale ragione l'IA può essere un valido supporto, soprattutto per costruire quadri conoscitivi per le decisioni di policy makers. Lo studio effettuato attraverso una analisi di fattibilità dell'implementazione di sistemi di IA in contesti aziendali complessi, intende indagare, seppur in maniera empirica, gli aspetti relativi alla decisione delle imprese se adottare l'IA come ulteriore strumento appartenente ai propri processi produttivi.

L'indagine è stata svolta su un campione di 36 aziende, non eterogenee, attraverso la somministrazione di un questionario ideato per comprendere quanto uso e quale uso venga fatto di questo strumento. Le domande del questionario erano 22, suddivise in risposte multiple e a scale con un punteggio da 1 a 5, il questionario poi si diversifica in base a coloro che utilizzano l'IA e coloro che non ne fanno uso.

## Obiettivo

Un sistema aziendalistico è un sistema flessibile e come tale si adatta ai cambiamenti dell'ambiente interno ed esterno in modo tale da raggiungere l'obiettivo prefissato, il profitto, in maniera più efficiente ed efficace possibile. Lo scopo risulta essere la ricerca della massimizzazione del profitto attraverso la ricerca di processi produttivi, organizzativi e scelte decisionali adeguate al contesto storico ed al contesto produttivo in cui l'impresa esercita la sua attività. Lo scopo dello studio è individuare le ragioni ed il sentimento dell'impresa, in tutti i componenti di questa, dinanzi alla tecnologia dell'IA e comprendere se questa viene considerata un'opportunità oppure una minaccia. Attraverso il questionario si vuole ottenere una prima immagine del rapporto tra impresa e





IA. Si vuole comprendere ed analizzare quali sono gli elementi interni traino aziendale per l'adozione dell'IA in termini di obiettivi da raggiungere ed in termini di punti di debolezza intrinseci a tale innovazione. Altresì, si vuole identificare gli elementi esterni identificativi delle possibili opportunità e relative minacce degli stessi.

### **Metodo e Risultati**

Sono state selezionate 36 imprese, a campione, per una intervista a mezzo questionario, identificate tra due tipologie: *business to business* (B2B) e *business to consumer* (B2C). La scelta è dovuta alla differenza di marketing adottata. Nel primo caso, B2B, l'impresa prevede visioni strategiche ragionate basandosi sui dati raccolti. Nel caso B2C, l'impresa si focalizza sulla fidelizzazione del cliente avendo come variabile aleatoria l'impulsività di quest'ultimo in quelle scelte che influenza l'azienda stessa.

A seguito di questa selezione si suddividono le imprese in coloro le quali hanno già adottato l'IA nei propri processi produttivi ed in coloro che non hanno ancora provveduto ad inserire questa tecnologia al

loro interno. Lo scopo è stato anche quello di capire il perché si hanno reticenze nell'introdurre l'IA e quali fossero le difficoltà oggettive in tal senso.

A seguito di somministrazione del questionario si è svolta un'analisi qualitativa con l'obiettivo di interpretare il comportamento e le decisioni delle imprese intervistate. Si è svolta una analisi statistica descrittiva delle variabili quantitative e qualitative ed un'analisi bivariata per valutare l'associazione tra alcune variabili ritenute rilevanti, in particolare andrebbero ripetute quelle riguardanti le previsioni di investimento nei prossimi anni e se in futuro ritengano che l'IA possa migliorare la competitività aziendale.

Dalle prime analisi descrittive il 56,56% delle aziende opera nel settore dei Servizi rivolti alle persone ed alle aziende, il 22,22% nel settore della Distribuzione, l'8,33% nella PA e nelle Telecomunicazioni, il restante 2,78% nella Intermediazione finanziaria e Produzione di beni di largo consumo. Per quanto concerne la Dimensione aziendale, il 50% delle aziende intervistate ha meno di 10 dipendenti, il 30,56% ha tra i 10 e i 49 dipendenti mentre quasi il 20% ha più di 250 dipendenti. La maggior parte delle aziende intervistate, il 77,78% opera in Puglia, l'11,11% delle

aziende risiede in Abruzzo, l'8,33% in Campania e il 2,78% in Sicilia. Per la tipologia aziendale, il 55,56% è in B2B, il resto in B2C.

Di seguito in Figura 1 un diagramma a barre per classificare il settore aziendale in cui operano le aziende intervistate e la loro dimensione aziendale. Si riporta anche il diagramma a barre, Figura 2, relativo alla suddivisione regionale per tipologia aziendale.

Alla domanda sull'utilizzo dell'Intelligenza artificiale nelle aziende, il 52,78% degli intervistati dichiara di far uso di sistemi di IA.

In riferimento al periodo di inizio dell'utilizzo, il 22,22% si è approcciato nell'anno 2019/2020, il 33,33% nell'anno 2020/2021, l'11,12% nel 2021/2022, il 27,78% degli intervistati nell'anno 2022/2023 e il 5,56% solamente nell'anno 2023/2024. Nella Figura 3 si riporta una sintesi grafica dell'anno di utilizzo. La pandemia ha contribuito alla repentina accelerazione di introduzione ed adozione di nuovi strumenti tecnologici anche per la ricerca di soluzioni per evitare la riduzione del volume d'affari e l'interruzione del servizio con perdite della clientela.

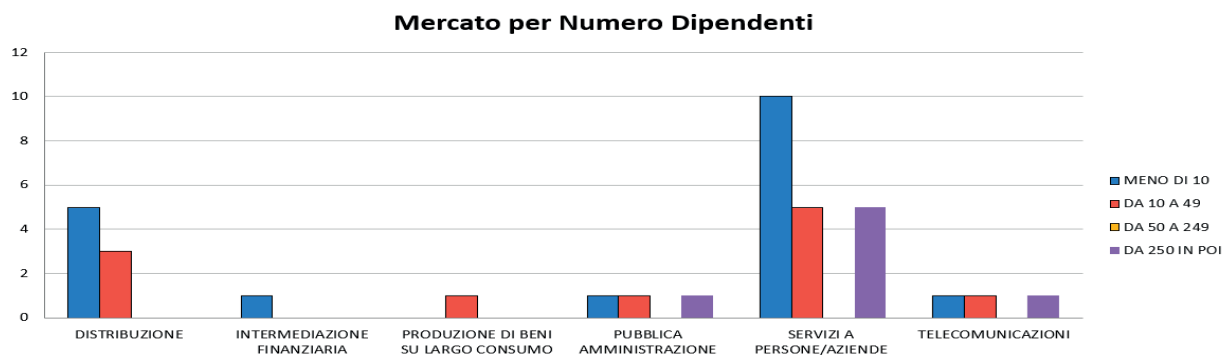


Figura 1 - Mercato per Numero di Dipendenti

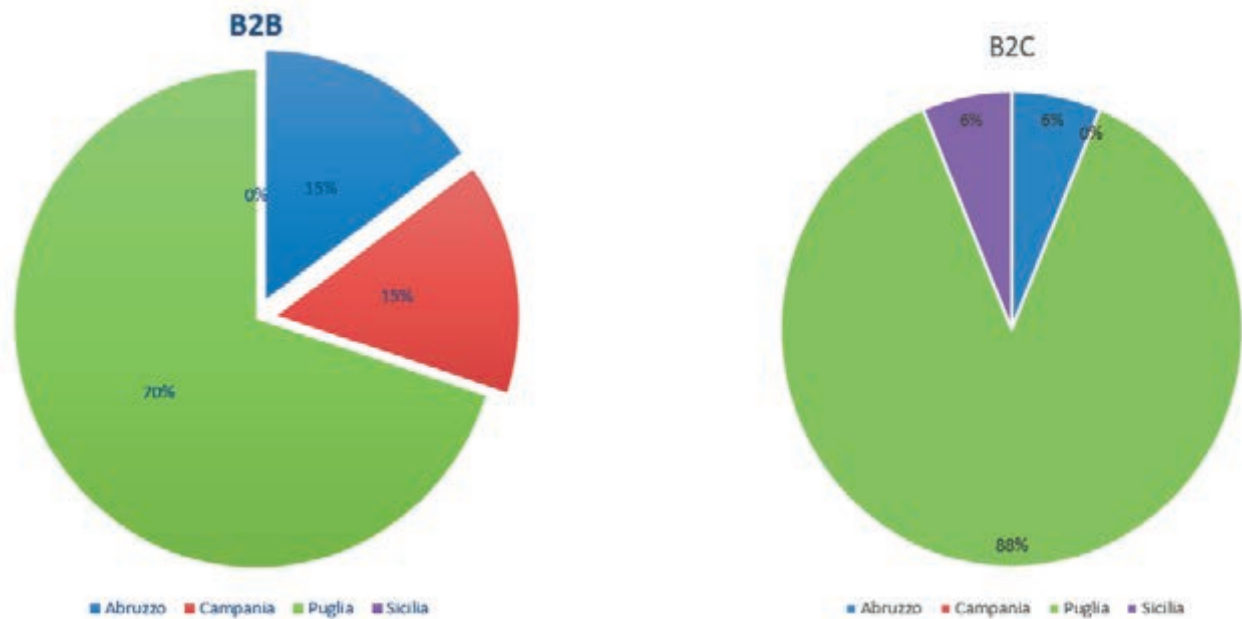


Figura 2 - Suddivisione regionale per tipologia aziendale

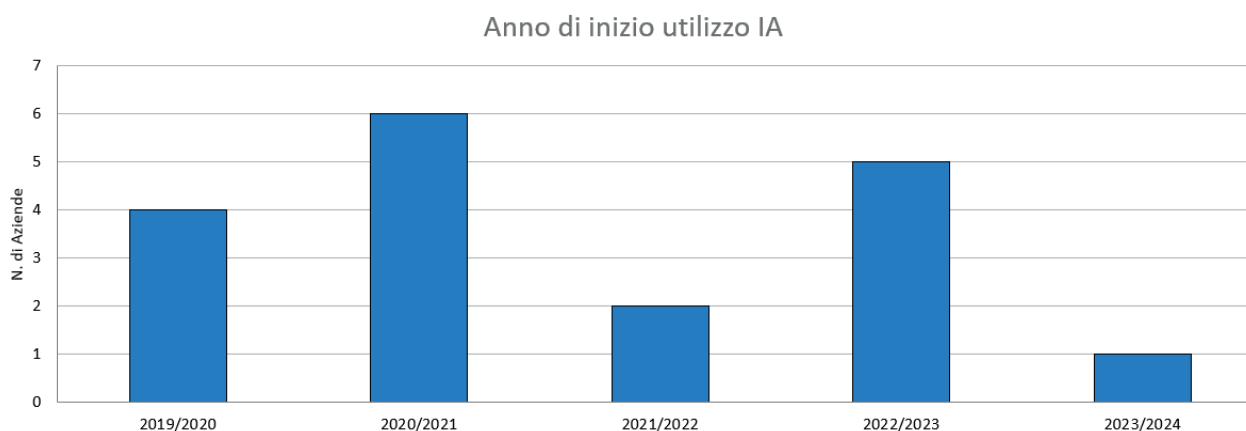


Figura 3 - Anno di utilizzo IA

Previsione investimenti	Media Investimenti in euro	SQM	Coefficienti di Variazione
Primo anno	15.666,67	65.195,86	4,16
Secondo anno	18.735,29	64.086,34	3,42
Terzo anno	23.117,65	66.454,98	2,87

Tabella 1 - Valori di sintesi

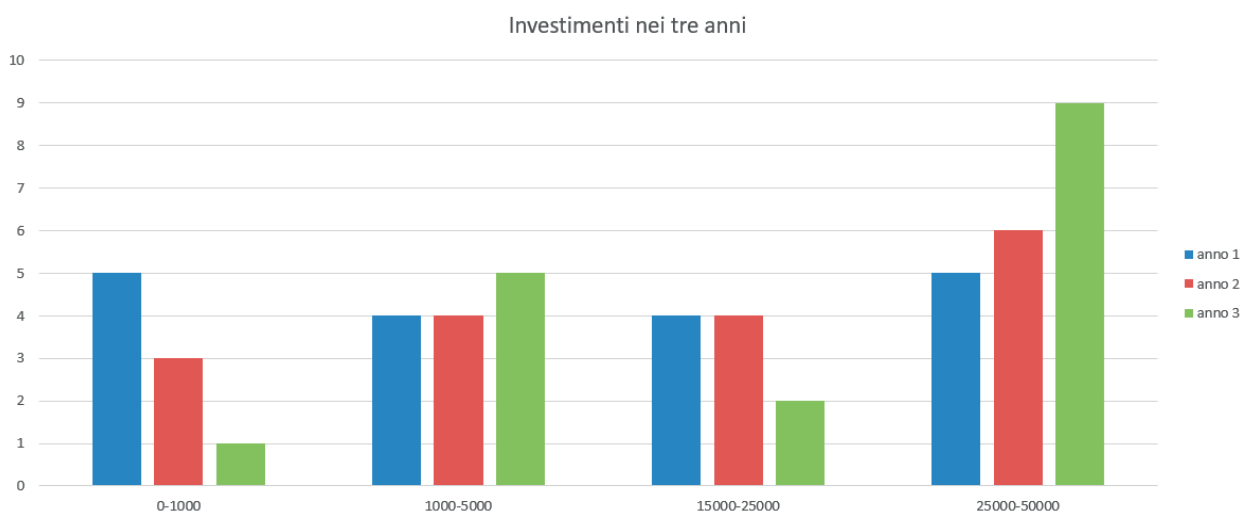


Figura 4 - Investimenti in tre anni

Alle imprese che fanno uso dell'IA è stato chiesto quali fossero le previsioni di investimento nei successivi tre anni dall'inizio dell'utilizzo dei sistemi, come spiegato dalla Tabella 1, la media degli investimenti in euro è crescente con un coefficiente di variabilità decrescente, si ha una maggiore costanza di investimenti in IA

come mostra il CV che si riduce dal primo al terzo anno del 31%.

In riferimento alle aree aziendali in cui è stato implementato l'utilizzo di IA, i dati mostrano come le maggiori aree di interesse coinvolte nell'implementazione siano l'area Marketing e Vendite e l'area Ricerca e

Sviluppo attestandosi tutte al 13,33% mentre solo l'11,67% ha coinvolto l'area dell'IT e Sicurezza Informatica. Attraverso un diagramma di Pareto si ordinano in ordine di preferenza le aree di interesse con linea cumulativa sul totale.

Per quanto attiene alle figure professionali che utilizzano i sistemi di Intelligenza si riporta che il 66,67% siano impiegati, l'11,11% siano Quadri e il 22,22% sia affidato ai Dirigenti aziendali.

Per verificare l'esistenza di una connessione tra scelta dell'utilizzo dell'IA e tipologia di azienda, si adotta un indice di associazione relativo, la V di Cramer, utilizzato per misurare l'associazione tra due caratteri qualitativi sconnessi, basato su un approccio simmetrico direttamente sulle frequenze congiunte. Il  $\chi^2$  è pari allo 0,9418 da cui si ottiene un indice di contingenza quadratica pari allo 0,02616. Risulta che i due caratteri non sono indipendenti. Il valore assunto da tali indici non permette di stabilire l'intensità dell'associazione. Da ciò si è deciso di calcolare l'indice normalizzato V che è risultato pari a 0,1617 a conferma di una bassa associazione tra i due caratteri.

Con le successive domande del questionario sottoposto alle aziende si vuole conoscere quali sono le sfide affrontate nell'implementazione dell'IA, attraverso una scala di valori da 1 a 5. Non si riscontra nessuna risposta al punto 1, ossia nessuna difficoltà, il 22,22% ha riscontrato poche difficoltà, rispetto al 44,44% invece che dichiara di aver riscontrato alcune difficoltà, l'11,11% riporta di aver riscontrato abbastanza difficoltà, rispetto al 22,22% con molte difficoltà.

Emerge, comunque, la fiducia delle imprese nell'investimento effettuato con l'aspettativa di un miglioramento della propria competitività, attraverso la successiva domanda; sempre con una scala da 1 a 5 si è sottoposti al grado di percezione dell'intervistato su questo punto. Il 5,56 % degli intervistati non è per niente soddisfatto, nessuno esprime preferenza per il poco soddisfatto, l'11,11% si posiziona sul neutro mentre con una frequenza percentuale cumulata dell'83,32% si esprimono sul abbastanza e il molto soddisfatti. Un buon grado di fiducia si legge anche alla domanda sull'intenzione di aumentare gli investimenti nei prossimi anni, misurata attraverso una scala di valori da uno a cinque, nessuna risposta ricade sul no, il 5,6% non crede di fare investimenti nei prossimi anni, il 22,22% forse sì, il 27,78% quasi di sicuro sì, mentre il 44,44% sicuramente sì.

Ultima domanda sottoposta agli intervistati del campione che utilizzano l'IA è la percezione di questo strumento come forma di aiuto all'interno di un sistema aziendale oppure un vero e proprio driver. Il 40% del campione esprime come preferenza il Driver, ossia la capacità di svolgere funzioni fondamentali tipiche dell'intelligenza umana attraverso algoritmi che gestiscono una mole di dati tali e applicare la migliore soluzione possibile quindi in grado di riprodurre funzioni complesse tipiche dell'intelligenza umana. Per il 60% del campione invece gli strumenti di informatizzazione sono da considerarsi un valido aiuto nella gestione aziendale anche come supporto nelle decisioni strategiche ma sempre controllate da

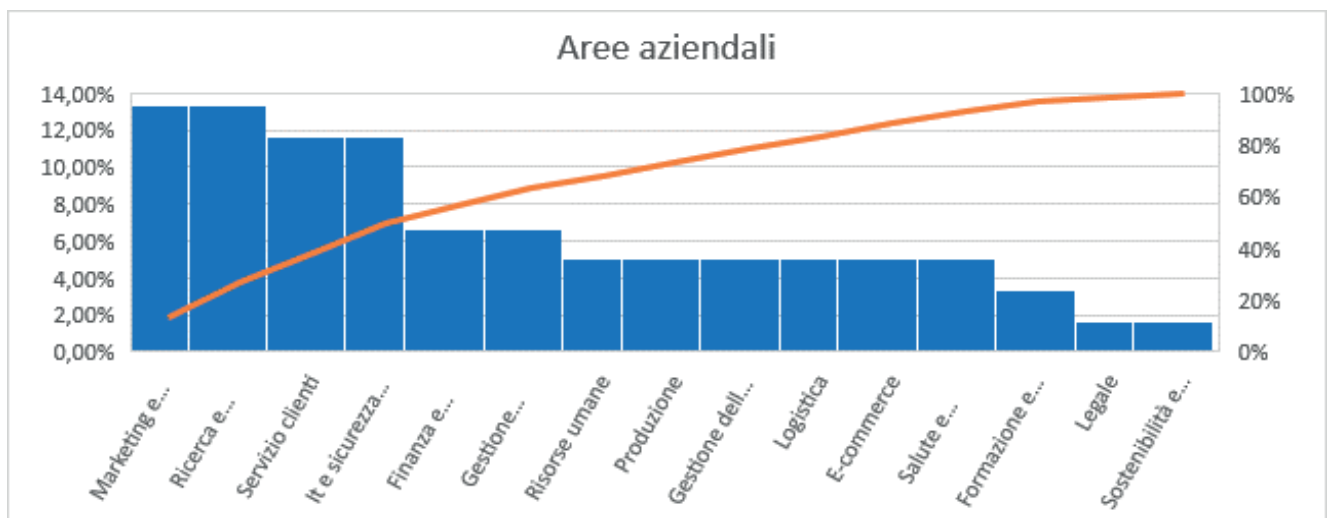


Figura 5 - Aree aziendali

valutazioni di intelligenza umana.

A questo punto il questionario prevede domande per gli intervistati del campione che non fanno uso dei sistemi di intelligenza artificiale all'interno della propria azienda. Così attraverso domande in scala Likert si procede all'analisi delle motivazioni che possono generare sfiducia o timore nei confronti dell'IA.

Si misura la percezione dell'IA come opportunità o minaccia attraverso una scala di valori da 1 a 5. Per la distribuzione ordinata di valori, la mediana, si posiziona sulla scelta 2, considerando che la percezione dell'opportunità va da 1 a 3. Strettamente collegata risulta la domanda del questionario sul sentirsi informato in relazione all'IA, su una scala da 1 a 5 si va dal per niente informati all'estremamente informato. La mediana in questo caso si posiziona sulla risposta 2, dunque si conferma una bassa informazione.

Un altro aspetto analizzato attraverso il questionario è la percezione del costo da sostenere come barriera all'adozione dell'IA, sempre su scala da 1 a 5.

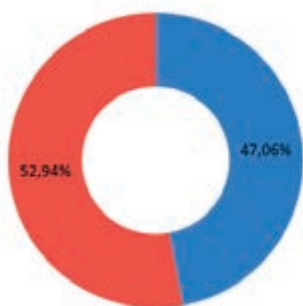
In questo caso la mediana si posiziona sulla scala di valori 3 quindi importante per il campione. Agli intervistati del campione si è chiesto di esprimere quanto valutano importante l'assenza di conoscenza come barriera per l'adozione dell'IA, in questo caso la mediana cade sulla scala di valori 5 dunque molto importante. Infine, si è analizzata la mancanza di adattabilità alle esigenze aziendali letta come barriera all'adozione degli strumenti di IA, in questo caso la mediana cade sulla scala dei valori del numero 4 dunque risulta importante.

A supporto delle domande precedenti è stato chiesto agli intervistati che non utilizzano l'IA presso la propria azienda se avessero partecipato a workshop o corsi di formazione su sistemi di intelligenza e possibili utilizzi, bel 87,5% dichiara di non aver mai partecipato.

In Figura 7 una sintesi grafica delle percezioni rilevate sul campione intervistato attraverso l'analisi.

In ultimo si prevede una domanda del questionario in cui vengono elencati alcuni dei motivi principali per

**Percentuale di utenti che non usano IA**



**Percentuale di utenti che usano IA**

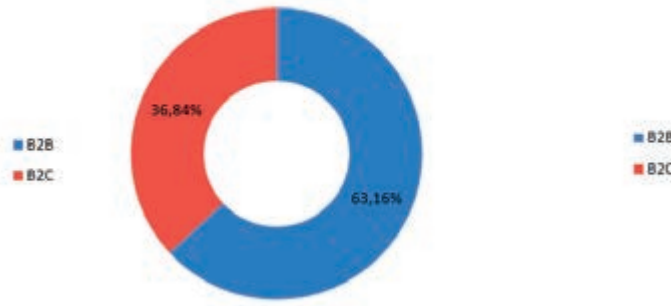


Figura 6 - Utilizzo dell'IA per tipologia aziendale

Scala di valori	Percezione Opportunità e Minaccia	Percezione informazioni adeguate	Percezione Costo come barriera	Percezione della mancanza di informazione come barriera	Mancanza di adattabilità alle esigenze aziendali
1	29,4%	11,8%	0,0%	0,0%	0,0%
2	23,5%	41,2%	25,0%	6,3%	6,3%
3	41,2%	29,4%	56,3%	18,8%	43,8%
4	0,0%	5,9%	18,8%	25,0%	18,8%
5	5,9%	11,8%	0,0%	50,0%	31,3%
Tot	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabella 2 - Riepilogo frequenze percentuali

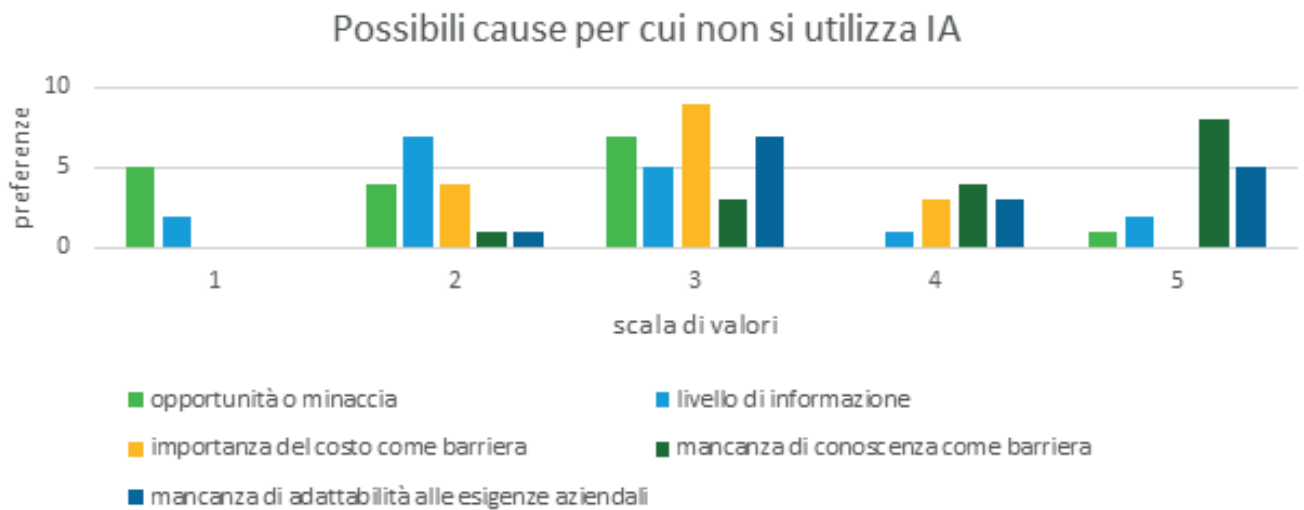


Figura 7 - Cause per cui non si utilizza IA

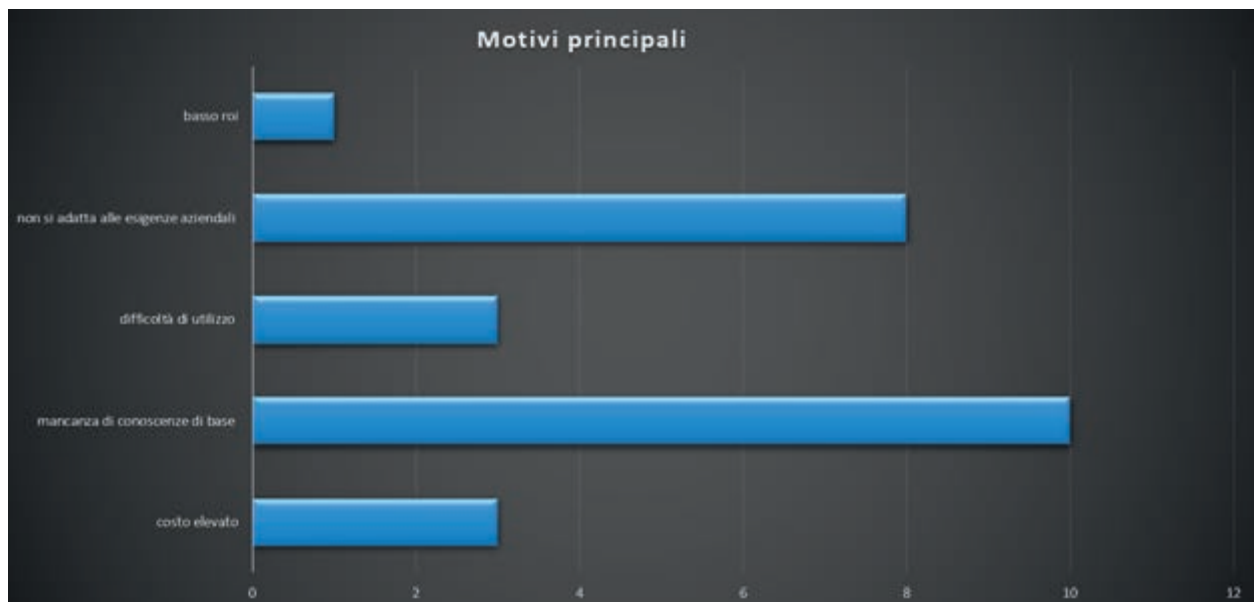


Figura 8 - Motivi principali per cui non si utilizza l'IA

cui non ritengono utile o conveniente l'utilizzo dell'IA. Si riporta una sintesi delle scelte, specificando che si tratta di scelte a risposta multipla (vedi Figura 8). Si noti come la motivazione principale scelta con frequenza maggiore sia la mancanza di conoscenza di base che resta il limite più forte. Dunque, risulta che le aziende che non hanno introdotto l'IA nei loro sistemi produttivi temono soprattutto la non applicabilità della soluzione ai processi aziendali mentre le difficoltà derivano principalmente dalla non conoscenza dell'argomento.

### Conclusioni

Le evidenze empiriche hanno avuto lo scopo di vagliare la percezione del livello di fiducia e la determinazione delle imprese nei confronti di uno strumento che permette il miglioramento della posizione competitiva dell'impresa attraverso l'analisi dei dati e le letture strategiche, a qualsiasi livello aziendale, che tale strumento effettua sui dati in possesso dalle imprese per i vari reparti delle stesse. I dati dimostrano che la percezione sugli strumenti di IA sia rivolta verso una fiducia come forma di aiuto



Figura 9 - Swot Analysis Diagram

o come vero e proprio driver. Si è inoltre indagato l'aspetto etico ed i timori che accompagnano questa nuova tecnologia, soprattutto il timore che l'uomo possa essere presto sostituito dalla stessa. Sarebbe esserci timore, soprattutto da parte dei lavoratori, in questo scenario di possibili cambiamenti, legato al timore di perdere il posto di lavoro e di non essere in grado di reinventare la loro vita al fianco di una intelligenza artificiale che sostituisca la logica umana. Ciò che si può ricavare, dalla lettura dei dati del questionario, è la volontà dell'imprenditore di utilizzare i lati positivi dell'informatizzazione, con l'uso di algoritmi e modelli capaci di apprendere e di individuare soluzioni a problemi sempre più complessi anche e soprattutto nelle scelte economicamente più convenienti per l'impresa, pur mantenendo in sé un approccio sistemico e multidisciplinare.

La massimizzazione del profitto risulta essere la chiave di lettura delle aziende che hanno partecipato all'indagine. La ricerca statistica si conclude con i risultati elaborati in una swot analysis che restituisce un quadro di insieme sull'effettiva possibilità strategica da utilizzare riguardo l'uso dell'IA (vedi Figura 9). La scelta della swot analysis diagram è dovuta al fatto che risulta essere un ottimo strumento di analisi, la quale attraverso una matrice di quattro quadranti è

in grado di focalizzare i temi da affrontare.

Attraverso lo studio delle variabili che potrebbero influenzare il sistema si è deciso di suddividere queste in due domini, uno di variabili considerabili interne e l'altro di variabili considerabili esterne.

Tra le variabili esterne, considerate opportunità, si considerano il possibile aumento degli investimenti pubblici e un maggiore contributo alla competitività aziendale. Occorre comunque tenere in considerazione la correlazione che sussiste tra variabili interne ed esterne. Per tale ragione occorre leggere i risultati in una chiave d'insieme.

Occorrerebbe una maggiore informazione per quelle aziende che ancora non hanno sperimentato questa tecnologia riportando, in sede di workshop dedicato ovvero di un momento di incontro ad hoc, dove presentare dei casi studio con la possibilità di analizzare la situazione del pre e del post-intervento, tramite indici economici, che abbia portato dei miglioramenti nei sistemi decisionali aziendali. Per la competitività del tessuto produttivo, in costante confronto con i competitor internazionali, è fondamentale colmare i gap informativi superando le reticenze che ad oggi hanno ostacolato la scelta di adottare un sistema innovativo. Occorrerà altresì monitorare le aziende che hanno adottato questo strumento al fine di confermare la

validità della scelta in termini di efficacia dell'investimento, smorzare i timori derivanti dall'innovazione, individuare le best practice adottate, soprattutto nel campo della scelta del personale e della formazione dello stesso ed eliminare i dubbi circa l'impatto occupazionale che, molto probabilmente, qualificherà i lavoratori se non addirittura aumenterà il numero di questi per coloro i quali hanno optato per l'adozione in house della tecnologia.

In conclusione, possiamo affermare che i dati dimostrano come esiste la voglia di utilizzare gli strumenti

innovativi per migliorare il processo produttivo e la redditività dello stesso. Tale studio non può ritenersi esaustivo nel rispondere ai vari interrogativi riguardanti l'IA e le scelte aziendali, e questo è un punto di debolezza dello stesso.

Occorre quindi investigare maggiormente questa tematica per poter comprendere appieno il fenomeno e riuscire a guidarlo in un futuro in cui la competitività aziendale, e quindi della nazione, potrebbe essere influenzata dalle scelte relative all'adozione di questi nuovi strumenti.







# AREE DEL SITO WEB DELL'ORDINE



L'Homepage  
<https://www.ording.roma.it>



L'Albo degli iscritti  
<https://www.ording.roma.it/albo-iscritti>



L'Area degli iscritti  
<https://area-iscritti.ording.roma.it/>



I seminari  
<https://www.ording.roma.it/formazione/>



Sito della rivista  
<https://ioroma.info>



Elenco delle Commissioni  
<https://www.ording.roma.it/servizi-agli-iscritti/commissioni>

## ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA

Piazza della Repubblica, 59 - 00185 Roma

Tel.: 06.487.9311 - Fax: 06.487.931.223

Cod.fisc. 80201950583

### Orari di apertura al pubblico degli uffici

Lun 09:30/12:30 14:30/17:30

Mar 09:30/12:30 14:30/17:30

Mer 09:30/12:30 14:30/17:30

Gio 09:30/12:30 14:30/17:30

Ven 09:30/12:30





È possibile consultare  
tutti i numeri  
all'indirizzo Internet  
rivista.ording.roma.it

io  
roma

