



**Dall'AI Generativa alla Physical AI:
quando l'Intelligenza Artificiale interagisce
con la realtà**

Indice

Dopo l'AI che genera,
arriva l'AI che opera

04

Cos'è
la Physical AI

05

Opportunità e
responsabilità

06

Physical AI
e sicurezza

07

World models:
l'orizzonte evolutivo

08

Dal linguaggio
all'esperienza

09

Quando l'intelligenza
entra nelle operations

12

La Physical AI è una
capacità organizzativa

15

Cosa si può
fare già oggi

17

Oltre il
Digital Twin

19

Dal Sim-to-Real al Sim-to-Real
Under Governance

22

Il trust layer della
Physical AI

25

Le quattro capacità
abilitanti della Physical AI

27

Cosa cambia per CIO, COO,
CISO e Innovation Leader

30

Le domande chiave
per il board

32

Roadmap
operativa

34

Uno sguardo verso
i World Models

36

La prossima AI sarà situata,
governata e operativa

38



Francesco Di Bianco

Offering Leader Physical AI di DGS

"La prossima evoluzione dell'intelligenza artificiale dipende dalla capacità di integrare AI, sistemi fisici e conoscenza operativa in ecosistemi in grado di comprendere il mondo reale prima di interagire con esso."



Elena Dalle Cort

Solution Consultant di DGS

"Digital twin, sistemi OT, sensoristica e AI convergono verso un nuovo livello operativo: un'intelligenza capace di interpretare il contesto, anticipare le conseguenze delle azioni e supportare decisioni nel mondo fisico."

Prefazione

La Physical AI segna il passaggio da sistemi che interpretano informazioni a sistemi capaci di comprendere il contesto operativo e interagire con il mondo reale. Il valore emerge quando dati, processi, digital twin, sistemi OT e conoscenza industriale convergono in un ecosistema integrato, trasformando informazioni distribuite in decisioni affidabili e azioni contestualizzate. Le fondamenta di questa evoluzione si costruiscono oggi attraverso integrazione, governance, osservabilità e controllo.

Dopo l'AI che genera, arriva l'AI che opera

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale ha trasformato il modo in cui le organizzazioni producono contenuti, elaborano informazioni, accedono alla conoscenza e supportano i processi decisionali. La fase più recente di questa evoluzione è stata guidata dalla Generative AI e dai Large Language Models, che hanno reso più immediata l'interazione con dati, documenti, linguaggio, codice e conoscenza aziendale.

Oggi sta emergendo una nuova discontinuità.

L'**intelligenza artificiale** non si limita più a generare testi, immagini, insight o istruzioni. Sta progressivamente uscendo dallo spazio puramente digitale per entrare nei **processi fisici**, negli **ambienti industriali**, nelle **infrastrutture**, nella **logistica**, nella **manutenzione**, nella **sicurezza** e nelle **operations**.

Cos'è la Physical AI

È il territorio della Physical AI: un'evoluzione dell'intelligenza artificiale in cui sistemi software, sensori, attuatori, robot, digital twin, agenti intelligenti, piattaforme OT e ambienti simulati concorrono a costruire sistemi capaci di percepire il contesto, interpretarlo, prevederne l'evoluzione e supportare decisioni o azioni nel mondo reale.

Questa evoluzione non va letta come semplice avanzamento della robotica. La Physical AI rappresenta una nuova fase dell'AI enterprise: il passaggio dall'intelligenza che interpreta informazioni all'intelligenza che opera dentro ambienti complessi, fisici e dinamici.

Per le imprese, il tema non riguarda soltanto l'adozione di nuove tecnologie. Riguarda la capacità di integrare AI, dati, infrastrutture, sistemi industriali, sicurezza, governance e modelli operativi in un'unica architettura affidabile.

**La Physical AI combina
sistemi software,
sensori, attuatori,
robot, digital twin e
piattaforme OT
per comprendere
e operare
nel mondo reale.**

Opportunità e responsabilità

La Physical AI apre **opportunità significative**: manutenzione predittiva più avanzata, controllo qualità intelligente, ispezioni autonome, supporto agli operatori, ottimizzazione di processi produttivi, gestione adattiva di infrastrutture e maggiore resilienza operativa.

Allo stesso tempo, introduce **nuove responsabilità**. Quando l'AI interagisce con il mondo fisico, gli errori non producono solo output imprecisi: possono avere effetti su asset, persone, impianti, reti, infrastrutture e processi critici.

Per questo motivo la prossima fase dell'AI non sarà definita solo dalla potenza dei modelli, ma dalla capacità di renderli **osservabili, sicuri, controllabili e governabili**.

OPPORTUNITÀ

- 1 | manutenzione predittiva
- 2 | controllo qualità
- 3 | supporto operatori
- 4 | resilienza operativa

NUOVE RESPONSABILITÀ

- 1 | persone
- 2 | asset
- 3 | impianti
- 4 | infrastrutture critiche

Physical AI e sicurezza

Con la Physical AI, la sicurezza smette di riguardare soltanto dati, applicazioni e infrastrutture digitali e si estende direttamente al mondo fisico. Modelli intelligenti, agenti autonomi, sistemi edge e piattaforme OT possono infatti influenzare il comportamento di macchine, impianti e processi operativi.

In questo contesto, la cybersecurity deve garantire l'integrità dei dati, la protezione dei modelli, il controllo delle identità, la sicurezza delle componenti edge e la tracciabilità delle azioni eseguite dai sistemi intelligenti.

L'obiettivo è assicurare che ogni decisione e ogni azione rimangano verificabili, attribuibili e governabili, e non soltanto prevenire accessi non autorizzati o compromissioni tecnologiche.

**È proprio questa
capacità di mantenere il
controllo su dati, modelli,
agenti e comportamenti
che collega la sicurezza ai
principi della sovranità
digitale.**

World models: l'orizzonte evolutivo

I World Models rappresentano l'orizzonte evolutivo più avanzato di questa traiettoria: modelli capaci di costruire una rappresentazione dinamica del mondo, simulare scenari futuri, comprendere relazioni causali e prevedere le conseguenze delle azioni.

Tuttavia, non sono il punto di partenza necessario. Il **valore** della Physical AI può già essere costruito oggi, attraverso tecnologie mature e **percorsi** progressivi di **sperimentazione, simulazione, governance** e **adozione operativa**.

La sfida, per le organizzazioni, è **iniziare ora**: costruire le basi tecnologiche, organizzative e di fiducia che permetteranno all'AI di entrare nelle operations in modo sostenibile, sicuro e scalabile.



Dal linguaggio all'esperienza: perché l'AI deve imparare dal mondo reale

La prima ondata dell'intelligenza artificiale generativa ha avuto come spazio privilegiato il linguaggio. I modelli linguistici hanno mostrato la capacità di sintetizzare informazioni, produrre contenuti, generare codice, supportare analisi, interagire con gli utenti e rendere più accessibile la conoscenza.

Questa trasformazione ha cambiato profondamente il rapporto tra persone, dati e sistemi digitali.

Ha reso l'AI più vicina all'esperienza quotidiana delle organizzazioni e ha accelerato l'adozione di strumenti intelligenti in molti workflow aziendali.

Ma questa forma di intelligenza resta, per sua natura, prevalentemente disincarnata.

I modelli linguistici apprendono dal patrimonio simbolico dell'esperienza umana: testi, immagini, codice, conversazioni, documentazione, dati strutturati e non strutturati. Possono descrivere una macchina, interpretare un processo, suggerire un'azione, generare una procedura. Ma non interagiscono direttamente con oggetti, vincoli fisici, errori operativi, condizioni ambientali o conseguenze materiali.

La Physical AI nasce proprio da questo passaggio: portare l'intelligenza artificiale dentro una relazione più diretta con il mondo reale.

Non si tratta semplicemente di aumentare la capacità dei modelli di riconoscere pattern. Si tratta di costruire sistemi in grado di percepire un ambiente, comprendere un contesto, valutare scenari, prevedere conseguenze e supportare decisioni che hanno un impatto operativo.

AI Generativa

Comprende dati
Genera output
Dominio digitale

Physical AI

Comprende contesto
Supporta azioni
Dominio fisico

Questa evoluzione è particolarmente rilevante nei settori in cui il valore non nasce soltanto dalla gestione dell'informazione, ma dalla capacità di migliorare processi fisici: manufacturing, utilities, energia, logistica, infrastrutture, trasporti, sanità, ambienti regolati e mission critical.

In questi contesti, l'intelligenza artificiale non può essere pensata come un layer software separato dal resto dell'organizzazione. Deve integrarsi con asset, impianti, dati di campo, sistemi OT, piattaforme di controllo, procedure operative, standard di sicurezza e responsabilità organizzative.

È qui che la Physical AI incontra il territorio dell'Industrial AI:

l'applicazione dell'intelligenza artificiale ai processi operativi, produttivi e infrastrutturali, con l'obiettivo di migliorare **efficienza, resilienza, qualità, adattabilità e capacità decisionale.**

La differenza non è marginale. Nel dominio informativo, l'AI supporta la comprensione. Nel dominio fisico, l'AI deve contribuire all'azione. E ogni azione richiede un livello superiore di affidabilità, controllo e responsabilità.

SETTORI COINVOLTI

- 1 | **Manufacturing**
- 2 | **Utilities**
- 3 | **Energy**
- 4 | **Trasporti**
- 5 | **Logistica**
- 6 | **Healthcare**

Quando l'intelligenza entra nelle operations: robot, sensori, agenti e sistemi fisici diventano parte dello stesso stack cognitivo

La Physical AI viene spesso associata alla robotica avanzata, agli autonomous systems o agli umanoidi. È una lettura comprensibile, ma parziale.

Il vero cambiamento non riguarda il robot in sé. Riguarda la possibilità di costruire un ecosistema in cui intelligenza artificiale, sensori, attuatori, sistemi OT, agenti software, digital twin, piattaforme di simulazione, edge computing e cloud lavorano insieme per collegare percezione, contesto, decisione e azione.

In questo senso, la Physical AI va raccontata come una nuova architettura enterprise.

La Physical AI esprime il proprio potenziale quando diventa parte integrante dell'ecosistema industriale e non un'iniziativa tecnologica isolata.

Per prendere decisioni corrette e operare in modo efficace nel mondo fisico, i sistemi intelligenti devono poter accedere a una visione completa del contesto operativo, integrando dati e processi provenienti dall'intera catena del valore: **dalla progettazione e dal Product Lifecycle Management (PLM), alla pianificazione della produzione, dai sistemi ERP e MES fino agli impianti, ai sensori e alle infrastrutture di Operational Technology (OT).**

ECOSISTEMA
INDUSTRIALE

PLM

ERP

MES

OT

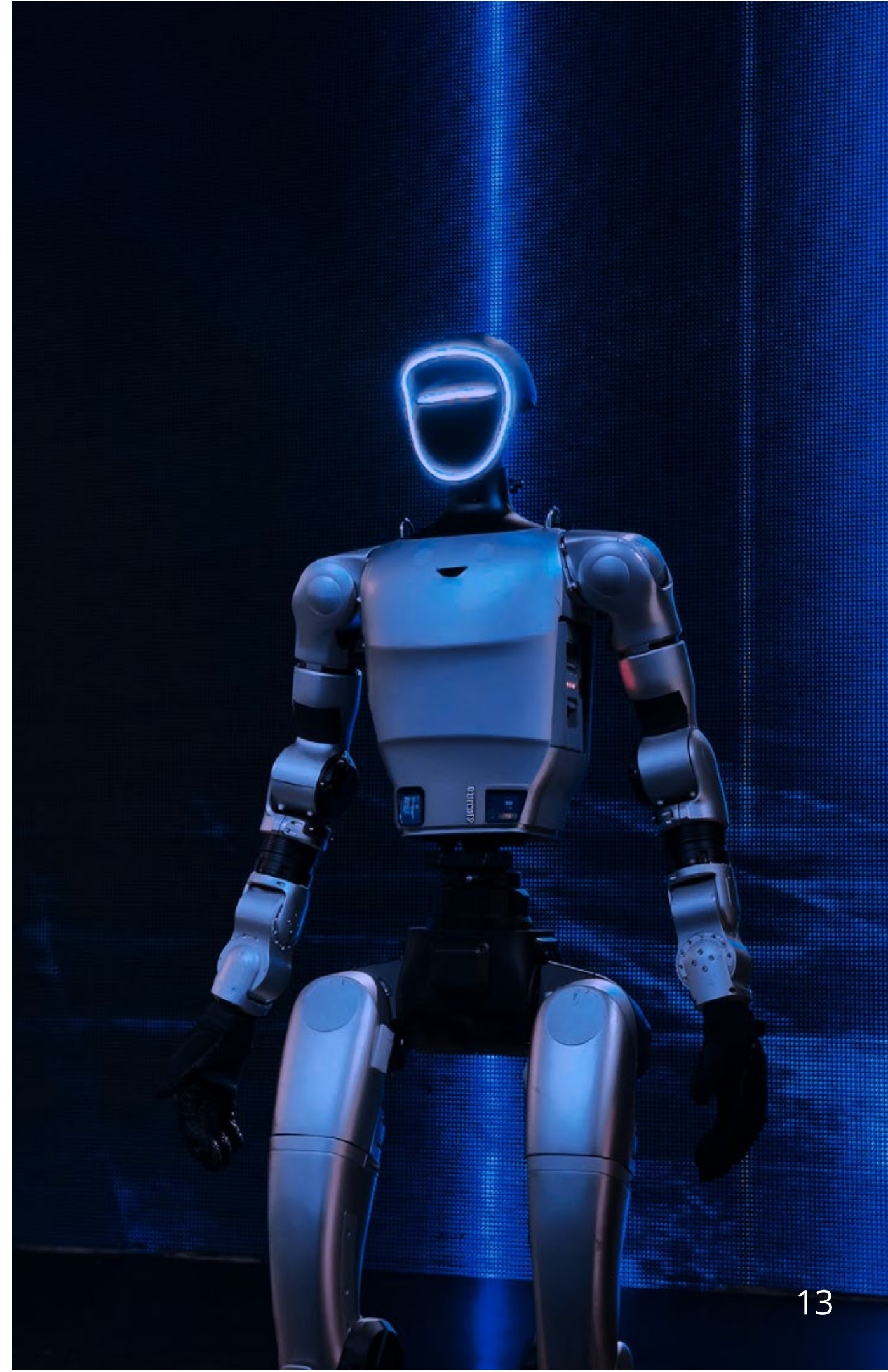
AI

In questa prospettiva, l'Industrial AI rappresenta il livello di integrazione che connette modelli intelligenti, processi industriali e sistemi aziendali, trasformando dati frammentati in una conoscenza operativa condivisa.

La Physical AI genera valore quando è supportata da un'integrazione end-to-end tra dati, processi e sistemi aziendali, mettendo in relazione progettazione, pianificazione, produzione e operations in un unico ecosistema capace di trasformare il dato in conoscenza operativa.

Solo attraverso questa visione unificata è possibile fornire ai sistemi intelligenti il contesto necessario per comprendere l'ambiente, prendere decisioni coerenti e agire in modo efficace nel mondo fisico.

Per questo motivo, la Physical AI non può essere affrontata come un'iniziativa esclusivamente di intelligenza artificiale o di robotica. Richiede la convergenza di competenze trasversali, AI generativa e agentica, robotica, automazione industriale, system integration, data engineering, piattaforme enterprise e cybersecurity, in grado di connettere dati, processi e tecnologie lungo l'intero ciclo di vita industriale.



È proprio questa capacità di integrare l'intero ecosistema produttivo che rende possibile costruire sistemi cyber-fisici affidabili, governati e scalabili, trasformando la Physical AI da sperimentazione tecnologica a reale leva di competitività per l'impresa.

Dentro questa architettura convivono componenti diverse:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 modelli AI e multimodali | 6 digital twin e ambienti di simulazione |
| 2 sistemi di visione artificiale | 7 piattaforme edge e cloud |
| 3 sensori e fonti dati fisiche | 8 robotica e automazione |
| 4 dispositivi IoT e Industrial IoT | 9 agenti software |
| 5 sistemi OT e industriali | 10 sistemi di monitoraggio, controllo e sicurezza |

La Physical AI è una capacità organizzativa, non solo una tecnologia

La Physical AI non rappresenta semplicemente l'evoluzione della robotica o dell'intelligenza artificiale. È la convergenza di discipline tradizionalmente separate, AI, robotica, automazione industriale, cybersecurity, sistemi OT, simulazione e data engineering, che devono operare come un unico sistema coerente.

Il vero fattore critico di successo non risiede nel singolo algoritmo, ma nella capacità di orchestrare queste competenze lungo l'intero ciclo di vita del sistema fisico intelligente.

L'AI non è più un componente software isolato. È una componente di un sistema complesso che comprende:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 AI | 6 cybersecurity |
| 2 robotica | 7 digital twin |
| 3 OT | 8 safety |
| 4 networking | 9 human factors |
| 5 edge computing | |

Il punto è centrale: la Physical AI non può essere affrontata come un progetto puntuale di innovazione tecnologica. **Richiede una capacità sistemica.**

Le imprese che vorranno portare l'AI nei processi fisici dovranno sviluppare un approccio integrato, in cui competenze tradizionalmente separate convergono lungo tutto il ciclo di vita del sistema: progettazione, simulazione, integrazione, testing, messa in esercizio, monitoraggio, manutenzione, sicurezza e governance.

Questo implica anche un cambiamento organizzativo.

La Physical AI non appartiene a una sola funzione aziendale. Non è solo responsabilità dell'IT, né solo delle operations, né solo dei team di innovazione, né solo della cybersecurity. È un terreno trasversale, che richiede collaborazione tra professionisti con competenze diverse e obiettivi condivisi.

Per questo motivo il concetto di AI Systems Engineering diventa sempre più rilevante. Non basta sviluppare modelli intelligenti: occorre progettare sistemi intelligenti.

E progettare un sistema intelligente significa considerare non solo le performance del modello, ma anche la qualità dei dati, l'affidabilità dell'infrastruttura, la sicurezza dei collegamenti, l'integrazione con i processi esistenti, il comportamento in condizioni anomale, la possibilità di intervento umano, la tracciabilità delle decisioni e la sostenibilità operativa nel tempo.



Cosa si può fare già oggi: la Physical AI non è solo una promessa futura

Un rischio frequente, quando si parla di Physical AI, è spostare subito il discorso sugli scenari più avanzati: robot umanoidi, autonomia generalista, sistemi capaci di apprendere dal mondo reale con flessibilità simile a quella umana, World Models maturi e completamente integrati nei processi industriali.

Questa prospettiva è importante, ma non deve oscurare un punto essenziale per le imprese: molte componenti della Physical AI sono già oggi disponibili e possono generare valore concreto.

La Physical AI non richiede di attendere la piena maturazione dei World Models per diventare utile

Può già portare benefici attraverso l'integrazione di tecnologie esistenti e progressivamente mature: digital twin, visione artificiale, sistemi di simulazione, sensoristica industriale, automazione avanzata, modelli predittivi, piattaforme di controllo, agenti intelligenti e soluzioni edge.

Gli ambiti applicativi sono molteplici.

MANUFACTURING

la Physical AI può supportare attività di controllo qualità, ottimizzazione di linee produttive, identificazione di difetti, manutenzione predittiva e assistenza agli operatori

LOGISTICA

può contribuire alla gestione intelligente dei flussi, alla movimentazione di merci, all'ottimizzazione degli spazi e al coordinamento tra sistemi automatici e operatori umani

UTILITIES INFRASTRUTTURE

può abilitare attività di monitoraggio, rilevazione anomalie, ispezione automatizzata, gestione di asset distribuiti e miglioramento della continuità operativa

ENERGY

può contribuire alla gestione di impianti complessi, alla prevenzione dei guasti e all'ottimizzazione dei processi in ambienti ad alta criticità

SANITÀ

può supportare ambienti operativi, logistica interna, dispositivi intelligenti e processi ad alto livello di controllo

Il valore, oggi, non sta necessariamente nell'immaginare sistemi completamente autonomi. Sta nel costruire casi d'uso progressivi, misurabili e governati.

La Physical AI può partire da processi specifici, con obiettivi chiari: ridurre errori, aumentare efficienza, migliorare la sicurezza, anticipare anomalie, supportare decisioni operative, ridurre tempi di fermo, migliorare la qualità e rendere più resilienti ambienti complessi.

in questa prospettiva, il tema deve essere raccontato senza eccessi futuristici. **La Physical AI non è solo un futuro possibile.**

È un percorso già avviabile, soprattutto se affrontato con logiche di sperimentazione controllata, co-creation, testing e progressiva readiness.

Oltre il Digital Twin: dal modello descrittivo alla comprensione del contesto

Il digital twin è stato una delle principali leve della trasformazione industriale. Ha permesso alle imprese di rappresentare asset, processi e ambienti in forma digitale, abilitando monitoraggio, simulazione, analisi predittiva e ottimizzazione.

Attraverso il digital twin, un'organizzazione può osservare il comportamento di un sistema, raccogliere dati, simulare scenari e migliorare il processo decisionale.

Questa capacità ha già rappresentato un salto importante rispetto a modelli più tradizionali di gestione degli asset e delle operations.

La Physical AI introduce però un passaggio ulteriore.

Il digital twin descrive, replica e monitora un sistema.

La Physical AI punta a utilizzare quella rappresentazione per comprendere meglio il contesto operativo e supportare decisioni che producono effetti nel mondo reale.

**Il salto non è solo tecnologico.
È cognitivo.**

Non basta sapere cosa sta accadendo. Diventa necessario comprendere cosa potrebbe accadere se cambia una variabile, se una macchina opera in condizioni anomale, se un robot modifica una traiettoria, se un agente suggerisce un'azione, se un operatore interagisce con un sistema intelligente, se un processo viene ottimizzato in tempo reale.

Qui entra il tema della causalità.

Un sistema industriale non deve limitarsi a classificare un oggetto, riconoscere un'immagine o rilevare una deviazione da uno standard. Deve comprendere le conseguenze delle azioni. Deve poter valutare alternative, stimare effetti, riconoscere vincoli, prevedere deviazioni e supportare decisioni in condizioni variabili.

La differenza è sostanziale.

Riconoscere un'anomalia significa identificare uno scostamento.
Comprendere il contesto significa interpretare perché quell'anomalia si verifica, quali conseguenze può generare, quali azioni sono possibili e quali rischi comportano. È in questa traiettoria che si collocano i World Models.

RICONOSCERE

Identificare uno scostamento.

COMPRENDERE

**Interpretare cause, impatti
e conseguenze.**

Comprendere il contesto
significa interpretare
perché l'anomalia si verifica

I World Models possono essere interpretati come un'evoluzione dei modelli di simulazione e rappresentazione: sistemi capaci di costruire una rappresentazione interna dell'ambiente, aggiornarla con dati sensoriali e usarla per simulare scenari futuri.

In prospettiva, possono rappresentare per la Physical AI ciò che i Large Language Models hanno rappresentato per la GenAI:

un'infrastruttura cognitiva
capace di generalizzare,
simulare e supportare nuove
forme di intelligenza operativa.



Dal Sim-to-Real al Sim-to-Real Under Governance: il passaggio dalla simulazione all'azione reale deve essere controllato, osservabile e sicuro

Molte iniziative di innovazione tecnologica mostrano risultati promettenti in ambienti simulati, prototipi o contesti controllati. Il vero salto avviene quando questi sistemi devono essere trasferiti in ambienti reali.

Nel caso della Physical AI, questo passaggio è particolarmente delicato.

Un sistema può funzionare correttamente in laboratorio. Può performare bene in simulazione. Può dimostrare capacità avanzate in un ambiente protetto. Ma quando entra nelle operations deve confrontarsi con variabili più complesse: persone, macchine, asset critici, condizioni ambientali, vincoli normativi, sistemi legacy, reti OT, requisiti di sicurezza, procedure aziendali e responsabilità operative.

La domanda, quindi, non è soltanto: funziona? La domanda diventa

| Possiamo fidarci quando agisce in un ambiente reale?

Da qui nasce il concetto di Sim-to-Real Under Governance.

Il passaggio dalla simulazione alla realtà non può essere gestito come un semplice trasferimento tecnico. Deve essere **controllato, osservabile e sicuro**.

Significa costruire meccanismi di validazione, testing, monitoraggio e intervento lungo tutto il ciclo di vita del sistema.

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 Validazione | 4 Supervisione |
| 2 Testing | 5 Alert |
| 3 Monitoraggio | 6 Osservabilità |

Significa definire quali comportamenti sono accettabili, quali soglie non devono essere superate, quali dati devono essere tracciati, quali eventi devono attivare un alert, quali azioni richiedono supervisione umana e quali condizioni devono interrompere o limitare l'autonomia del sistema.

In questa prospettiva,

la **simulazione** non è solo uno strumento di progettazione.

Diventa una componente di governance.

Serve a testare scenari, anticipare rischi, valutare performance, verificare comportamenti, stressare condizioni limite e ridurre l'incertezza prima della messa in esercizio.

Il tema è particolarmente rilevante perché la Physical AI opera in ambienti nei quali il fallimento non è solo un errore software.

Può diventare un problema di sicurezza, continuità operativa, responsabilità, compliance o reputazione.

Per questo motivo le organizzazioni dovranno sviluppare una nuova disciplina di adozione: non solo proof of concept, ma **percorsi progressivi di readiness, validazione e controllo**.

Il passaggio al mondo reale richiederà ambienti di test, criteri di valutazione, modelli di governance, metriche di affidabilità, sistemi di osservabilità e capacità di risposta.

Oggi, per molti scenari avanzati di Physical AI, il quadro normativo e certificativo è ancora in fase di consolidamento.

Tuttavia, la progressiva diffusione di sistemi intelligenti destinati a interagire con asset fisici, infrastrutture e persone sta accelerando la necessità di definire standard, metodologie di validazione e percorsi di certificazione sempre più strutturati.

In questo contesto, la capacità di progettare soluzioni secondo principi di sicurezza, osservabilità, tracciabilità e controllo rappresenta già oggi un fattore determinante di readiness.

Le organizzazioni che iniziano fin da ora a sviluppare competenze, strumenti di validazione e modelli di governance adeguati saranno maggiormente preparate ad adottare i futuri schemi di certificazione e conformità che accompagneranno la diffusione della Physical AI.

READINESS FRAMEWORK

- 1 | **Testing**
- 2 | **Governance**
- 3 | **Certificazione**
- 4 | **Compliance**
- 5 | **Osservabilità**
- 6 | **Risk Management**

Il trust layer della Physical AI: governance, sicurezza e osservabilità diventano condizioni per scalare l'AI nel mondo fisico

Quando l'AI entra nel mondo fisico, cambia anche la natura del rischio.

Nel **dominio informativo**, un errore può produrre una risposta imprecisa, un contenuto non corretto, una raccomandazione da verificare o una decisione da rivedere.

Nel **dominio fisico**, le conseguenze possono riguardare asset, persone, impianti, infrastrutture, continuità operativa e sicurezza.

La Physical AI introduce nuove superfici di esposizione:

- 1 | sensori manipolabili
- 2 | attuatori compromessi
- 3 | sistemi OT vulnerabili
- 4 | modelli multimodali opachi
- 5 | agenti autonomi
- 6 | interazioni impreviste tra software e ambiente fisico
- 7 | decisioni contestuali difficili da interpretare
- 8 | dati provenienti dal campo non sempre completi, corretti o affidabili.

Per questo motivo la cybersecurity deve essere parte dell'architettura e non può essere aggiunta alla fine.

Il trust layer della Physical AI comprende policy, controllo, monitoraggio, validazione, protezione dei dati, sicurezza dei sistemi OT, responsabilità operative, auditabilità e capacità di risposta agli eventi.

In parallelo, cresce l'attenzione verso requisiti di sovranità tecnologica e controllo della catena del valore.

In particolare, nei contesti industriali e infrastrutturali più critici, le organizzazioni tendono a privilegiare modelli che garantiscano maggiore trasparenza, controllo sui dati e indipendenza nelle componenti strategiche dell'ecosistema tecnologico. Sebbene il tema sia ancora in evoluzione, questa tendenza contribuirà sempre più a definire le scelte architetturali e di governance dei futuri sistemi di Physical AI.

La fiducia diventa infrastruttura.

Per molte organizzazioni, la possibilità di scalare la Physical AI dipenderà meno dalla disponibilità di algoritmi avanzati e più dalla capacità di costruire meccanismi di sicurezza, governance e responsabilità adeguati ai nuovi scenari cyber-fisici.

Questo passaggio è determinante: la Physical AI non può essere raccontata solo come capacità di automatizzare meglio o aumentare l'efficienza.

Deve essere letta come capacità di portare intelligenza nei processi fisici mantenendo controllo, affidabilità e responsabilità.

Il vantaggio competitivo non sarà solo di chi adotterà prima queste tecnologie, ma di chi saprà renderle affidabili, governabili e sostenibili nel tempo.

Un sistema di Physical AI deve poter essere osservato, compreso, fermato, corretto e protetto: questa è la condizione perché l'AI possa uscire dai workflow digitali ed entrare nei processi reali senza aumentare il livello di rischio dell'organizzazione.

Le quattro capacità abilitanti della Physical AI: comprendere, simulare, proteggere, agire

Per portare la Physical AI dalle sperimentazioni alle operations, le organizzazioni hanno bisogno di un framework semplice, capace di collegare visione strategica e percorso operativo.

Una possibile lettura si articola in quattro capacità abilitanti:

| comprendere, simulare, proteggere, agire.

Si tratta di quattro fasi non rigidamente sequenziali, ma di quattro dimensioni che devono coesistere lungo tutto il ciclo di vita di un sistema fisico intelligente.

COMPRENDERE

Comprendere significa mappare l'ambiente operativo in cui il sistema dovrà agire.

Significa identificare asset, processi, dati, sensori, vincoli fisici, sistemi OT, interazioni umane, condizioni operative e fattori di rischio.

È il primo passaggio per evitare che la Physical AI venga trattata come un progetto tecnologico isolato.

Prima di introdurre sistemi intelligenti nel mondo reale, occorre capire dove agiranno, con quali dati, in relazione a quali processi, con quali dipendenze e con quali conseguenze potenziali.

La comprensione del contesto è anche una condizione per costruire fiducia. Un sistema può essere avanzato dal punto di vista algoritmico, ma se non è integrato nel contesto operativo rischia di produrre valore limitato o introdurre nuove fragilità.

SIMULARE

Simulare significa costruire scenari, testare comportamenti, valutare conseguenze e ridurre il rischio prima dell'adozione in contesti produttivi.

La simulazione consente di osservare come un sistema potrebbe comportarsi in condizioni diverse, incluse quelle rare, anomale o difficili da testare direttamente nel mondo reale.

Nella Physical AI, la simulazione non serve solo a progettare soluzioni. Serve a costruire fiducia, misurare performance, identificare anomalie, verificare risposte e preparare il passaggio verso l'ambiente operativo.

Più il sistema è destinato a interagire con persone, asset critici o infrastrutture complesse, più la simulazione diventa un passaggio essenziale di governance.

PROTEGGERE

Proteggere significa mettere in sicurezza modelli, dati, sistemi OT, agenti, interfacce fisiche, processi decisionali e canali di comunicazione.

Nella Physical AI, protezione e governance non sono elementi laterali. Sono condizioni necessarie per scalare.

La sicurezza deve riguardare l'intero ecosistema: dalla qualità dei dati alla protezione dei sensori, dalla resilienza delle reti OT alla robustezza dei modelli, dalla gestione degli accessi alla capacità di rilevare comportamenti anomali.

Senza sicurezza, osservabilità e controllo, l'AI nel mondo fisico resta una sperimentazione fragile.

AGIRE

Agire significa portare l'AI nelle operations con meccanismi di supervisione, monitoraggio continuo, controllo umano e capacità di risposta.

L'obiettivo non è sostituire automaticamente il ruolo dell'organizzazione con sistemi autonomi. È aumentare la capacità dell'organizzazione di operare in modo più intelligente, adattivo e sicuro.

L'azione deve essere proporzionata al livello di maturità del sistema, al rischio del contesto e alla criticità del processo.

In alcuni casi, la Physical AI potrà suggerire decisioni. In altri potrà automatizzare task specifici. In altri ancora potrà orchestrare sistemi complessi. Ma in ogni scenario dovranno essere chiari i livelli di autonomia, supervisione, responsabilità e intervento.

Questo framework consente di rendere il percorso meno astratto e più operativo. Mostra che la Physical AI non è solo una frontiera tecnologica, ma una trasformazione da costruire con metodo.

Cosa cambia per CIO, COO, CISO e Innovation Leader

La Physical AI è un tema congiunto di operations, tecnologia e rischio, non riguarda un solo interlocutore aziendale.

Per questo motivo, uno degli errori più frequenti sarebbe collocarla esclusivamente dentro una funzione:

- 1 | **innovazione**
- 2 | **IT**
- 3 | **operations**
- 4 | **Supervisione**
- 5 | **Alert**

In realtà, la Physical AI attraversa tutte queste dimensioni.

Per il CIO, rappresenta una sfida di integrazione. Dati, piattaforme, sistemi legacy, cloud, edge, applicazioni e architetture enterprise devono dialogare con sistemi fisici, ambienti operativi e fonti dati distribuite.

Per il COO, rappresenta una leva di trasformazione dei processi. Manutenzione, qualità, produttività, sicurezza operativa, continuità e resilienza possono essere ripensate attraverso sistemi capaci di leggere il contesto e supportare azioni.

Per il CISO, introduce una nuova superficie cyber-fisica. Non si tratta più solo di proteggere dati, applicazioni o infrastrutture digitali, ma sistemi che percepiscono, decidono e interagiscono con il mondo reale.

Per l'Innovation Leader, rappresenta un territorio di sperimentazione ad alto potenziale, ma anche ad alta responsabilità. La sfida è costruire use case concreti, evitando iniziative isolate, dimostrative o difficilmente scalabili.

La Physical AI richiede quindi una governance congiunta: non può essere gestita solo come progetto di innovazione, né solo come iniziativa IT, né solo come evoluzione dell'automazione industriale.

È un tema trasversale, in cui valore operativo, rischio, sicurezza, compliance, sostenibilità dell'adozione e capacità di scalare devono essere valutati insieme.

Questa trasversalità rende il tema particolarmente rilevante per il board.

Perché portare l'AI nel mondo fisico significa prendere decisioni che non riguardano solo l'efficienza, ma anche la **responsabilità**, la **sicurezza**, la **resilienza** e il **modello operativo dell'impresa**.



Le domande chiave per il board: cosa occorre tenere sotto controllo

Prima di portare l'AI nel mondo fisico, bisogna sapere cosa controllare.

Per un'impresa, avvicinarsi alla Physical AI non significa partire dalla tecnologia. **Significa partire dalle domande corrette.**

Prima di adottare soluzioni destinate a interagire con ambienti fisici, il board e il management dovrebbero chiarire obiettivi, perimetro, rischi e condizioni di governance.

Alcune domande diventano essenziali:

- Quali processi possono diventare più adattivi grazie alla Physical AI?
- Quali attività fisiche o operative possono essere supportate da sistemi intelligenti?
- Quali decisioni possono essere delegate, supportate o automatizzate?
- Quali dati fisici sono disponibili e con quale livello di qualità?
- Quali sensori, sistemi OT o digital twin sono già presenti nell'organizzazione?
- Quali asset o processi critici potrebbero essere coinvolti?
- Quali vincoli normativi, operativi o di safety devono essere considerati?
- Come validiamo il comportamento dei sistemi prima del go-live?

Come monitoriamo il sistema dopo l'adozione?

Chi è responsabile se un agente AI agisce in modo imprevisto?

Quali controlli devono essere previsti per interrompere, correggere o limitare un comportamento?

Come proteggiamo sensori, modelli, dati e attuatori?

Quali competenze servono per governare il ciclo di vita della soluzione?

Quali use case possono generare valore già oggi?

Quali sperimentazioni ci mettono nelle condizioni di essere pronti all'evoluzione futura verso i World Models?

Queste domande aiutano a spostare la conversazione da una logica di adozione tecnologica a una logica di **readiness organizzativa**, nell'ottica che la Physical AI sia una trasformazione che richiede **consapevolezza del rischio, capacità di governance e visione di lungo periodo**.

Roadmap operativa: dalla sperimentazione alla readiness, come prepararsi alla Physical AI enterprise

La Physical AI richiede un percorso progressivo, non un “salto nel buio”.

Le organizzazioni possono iniziare da ambiti circoscritti, misurabili e ad alto potenziale, costruendo nel tempo le competenze, le infrastrutture e i modelli di governance necessari. Una roadmap operativa può articolarsi in **cinque passaggi**.

1 | Identificare i processi ad alto potenziale

Il primo passo è individuare i processi in cui la Physical AI può generare valore concreto.

Si tratta spesso di processi ripetitivi, complessi, rischiosi, ad alta intensità di dati o caratterizzati da variabilità operativa.

L'obiettivo non è selezionare il caso d'uso più spettacolare, ma quello più rilevante per l'organizzazione: dove un miglioramento nella capacità di percepire, prevedere o agire può produrre impatto misurabile.

2 | Mappare dati, asset e sistemi fisici

La Physical AI dipende dalla qualità della rappresentazione del contesto.

Servono dati fisici, sensori, sistemi OT, digital twin, informazioni di processo, basi storiche, conoscenza operativa e integrazione con le piattaforme esistenti.

Molte organizzazioni dispongono già di una parte di questi elementi, ma spesso in modo frammentato.

La mappatura iniziale serve a capire quali dati sono disponibili, quali sistemi devono essere integrati, quali informazioni mancano e quali vincoli devono essere considerati.

3 | Valutare la maturità dei digital twin e degli ambienti di simulazione

Le imprese che dispongono già di modelli digitali, piattaforme di simulazione o capacità di monitoraggio avanzato possono accelerare il percorso verso la Physical AI.

Dove questi elementi non esistono, occorre costruirli in modo progressivo.

La simulazione diventa uno spazio di apprendimento, verifica e riduzione del rischio. Permette di testare comportamenti prima della messa in campo, valutare scenari e preparare il passaggio al mondo reale.

4 | Definire governance, sicurezza e criteri di validazione

Prima di scalare, è necessario stabilire come testare, monitorare, controllare e proteggere i sistemi.

Questo include responsabilità, policy, cybersecurity, osservabilità, criteri di affidabilità, meccanismi di intervento e capacità di audit.

La governance deve accompagnare il progetto fin dall'inizio. Non può essere aggiunta alla fine, quando il sistema è già pronto per essere portato in produzione.

5 | Avviare progetti pilota e percorsi di co-creation

La sperimentazione deve essere concreta, misurabile e orientata al valore.

Laboratori, ambienti di test, iniziative di co-creation e pilot controllati consentono di validare le soluzioni, raccogliere evidenze, correggere ipotesi e costruire progressivamente readiness.

Il percorso deve restare pragmatico: partire da use case chiari, definire metriche, valutare risultati e stabilire condizioni di scalabilità.

Questa roadmap ha un duplice obiettivo: da un lato, generare valore già oggi, dall'altro, preparare l'organizzazione alle evoluzioni future della Physical AI, inclusi gli sviluppi più avanzati legati ai World Models.

Uno sguardo verso i World Models: l'orizzonte evolutivo della Physical AI

I World Models rappresentano una delle direzioni più promettenti per l'evoluzione della Physical AI.

Se gli LLM hanno reso scalabile l'intelligenza linguistica, i World Models potrebbero rendere più scalabile l'intelligenza operativa.

La capacità di costruire rappresentazioni dinamiche del mondo, simulare scenari futuri, valutare alternative e prevedere le conseguenze delle azioni.

In prospettiva, questo passaggio potrebbe rendere i sistemi di Physical AI più adattivi, più capaci di generalizzare oltre i dati di training e più efficaci nel gestire ambienti complessi.

Dal Language Model al World Model

OGGI - LLM

- Comprendono il linguaggio
- Generano contenuti
- Elaborano conoscenza
- Supportano decisioni

DOMANI - WORLD MODELS

- Comprendono il contesto
- Simulano scenari
- Valutano alternative
- Prevedono conseguenze

Un World Model mira a costruire una rappresentazione interna dell'ambiente, aggiornarla sulla base dei dati raccolti e utilizzarla per prevedere cosa potrebbe accadere in risposta a una determinata azione.

Questo è particolarmente rilevante per la Physical AI, perché i sistemi che operano nel mondo reale devono confrontarsi con variabilità, incertezza e conseguenze.

La vera evoluzione non è soltanto riconoscere il mondo, ma comprenderne le dinamiche.

La Physical AI è il terreno su cui le organizzazioni possono iniziare a lavorare oggi. I World Models rappresentano uno degli sviluppi che potranno ampliarne il potenziale nei prossimi anni.

COSA RENDE DIVERSI I WORLD MODELS?

- 1 | rappresentazioni dinamiche dell'ambiente
- 2 | aggiornamento continuo tramite dati
- 3 | simulazione degli scenari futuri
- 4 | previsione delle conseguenze
- 5 | gestione di variabilità e incertezza



La prossima AI sarà situata, governata e operativa

La prossima fase dell'intelligenza artificiale non sarà definita solo dalla capacità di generare contenuti, automatizzare attività cognitive o produrre insight.

Sarà definita dalla capacità di comprendere il mondo reale, interagire con ambienti fisici, supportare decisioni operative e agire in modo affidabile dentro processi complessi.

La Physical AI rappresenta questo passaggio: è l'**evoluzione** da un'AI che interpreta informazioni a un'AI che **entra nelle operations**.

Per le imprese, la vera sfida è iniziare a costruire oggi le condizioni per portare l'AI nei processi fisici: dati, sistemi, simulazioni, competenze, governance, cybersecurity e modelli di controllo.

Comprendere

conoscere il contesto

Governare

garantire fiducia e sicurezza

Agire

generare valore nelle operations

Non si tratta di inseguire la robotica come trend, né attendere che le tecnologie più avanzate arrivino a piena maturazione.

La Physical AI genera valore quando è integrata nei processi, validata in ambienti realistici, protetta da adeguati livelli di sicurezza e governata lungo tutto il ciclo di vita.

I World Models indicano una possibile evoluzione di questa traiettoria. La readiness verso una Physical AI enterprise, invece, è già una priorità attuale.

Il passaggio sarà organizzativo, operativo e fiduciario, non soltanto tecnologico.

Perché portare l'AI nel mondo reale significa costruire sistemi capaci non solo di agire, ma di **agire in modo comprensibile, sicuro e responsabile.**

La **Physical AI** non è il futuro remoto dell'intelligenza artificiale. È l'inizio di una nuova fase: quella in cui l'**AI diventa situata, governata e operativa.**



CONTATTACI

 @dgs_spa

 DGS SpA

 www.dgsspa.com