



La standardizzazione di Industria 4.0 a livello internazionale

Lavori in corso

Paolo Pinceti – UniGE DITEN



Organizzato da





Piano nazionale Industria 4.0



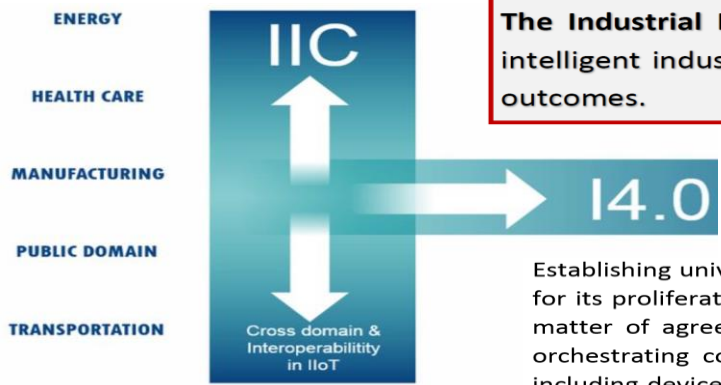
Il Piano Industria 4.0 considera solo alcuni degli aspetti dello Smart Manufacturing, quelli già oggi disponibili agli utenti finali, ma non guarda alle future tecnologie.

“The IoT suffers from platform fragmentation and lack of technical standards”





Feb.2019



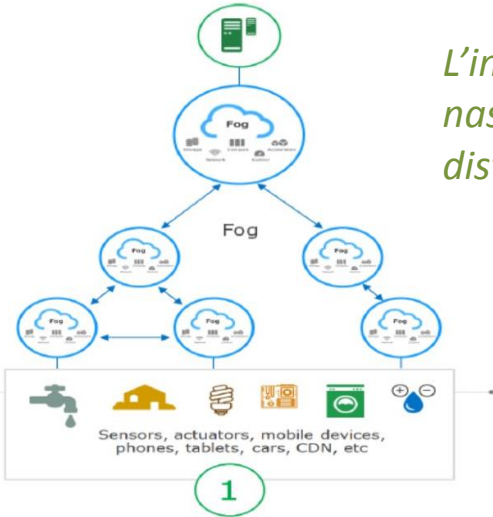
The Industrial Internet: An internet of things, machines, computers and people enabling intelligent industrial operations using advanced data analytics for transformational business outcomes.

Source: The Industrial Internet Consortium

Establishing universal interoperability in the Industrial Internet of Things (IIoT) is a prerequisite for its proliferation. Unfortunately, ensuring interoperability is a complex endeavor. It is not a matter of agreeing on a small set of standards to rule the IIoT world, but about carefully orchestrating complex and partially competing protocols and standards on multiple levels, including device integration, gateway technologies, short-range wireless communication, long-range wireless communication, messaging, event processing, data management, analytics, cloud operations, and so on. Vertical and domain-specific standards also play an important role.

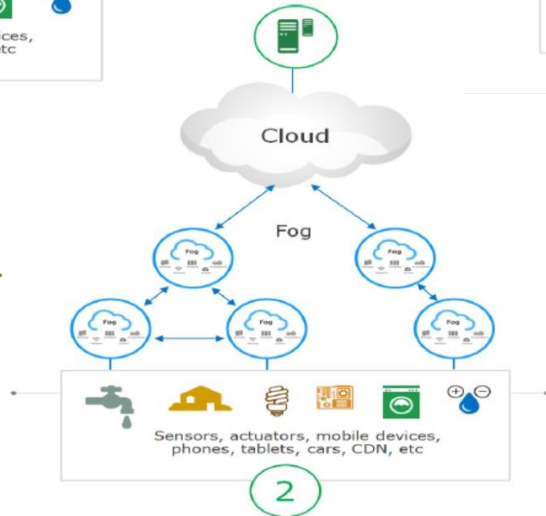
L'infrastruttura Fog nasce per offrire servizi distribuiti (es. Smart City)

4



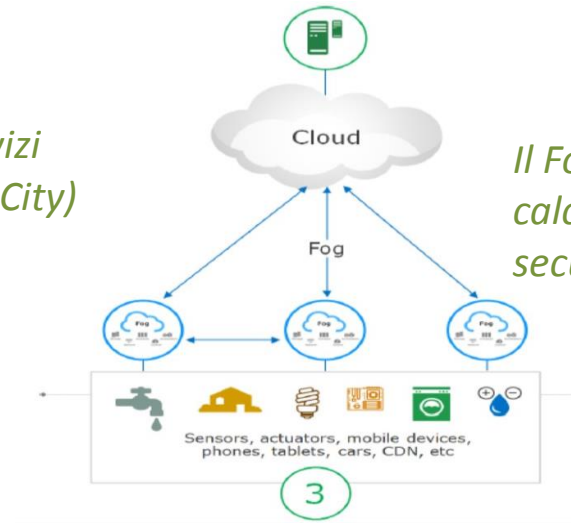
L'architettura Fog offre servizi locali e struttura i dati per il Cloud Internet

2



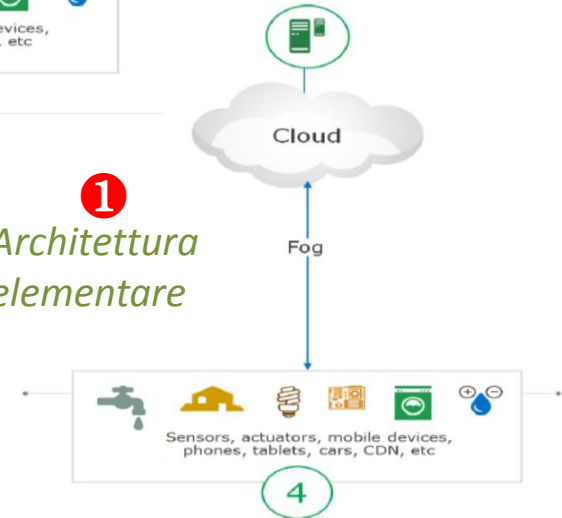
Il Fog offre servizi di calcolo e storage con security nativa

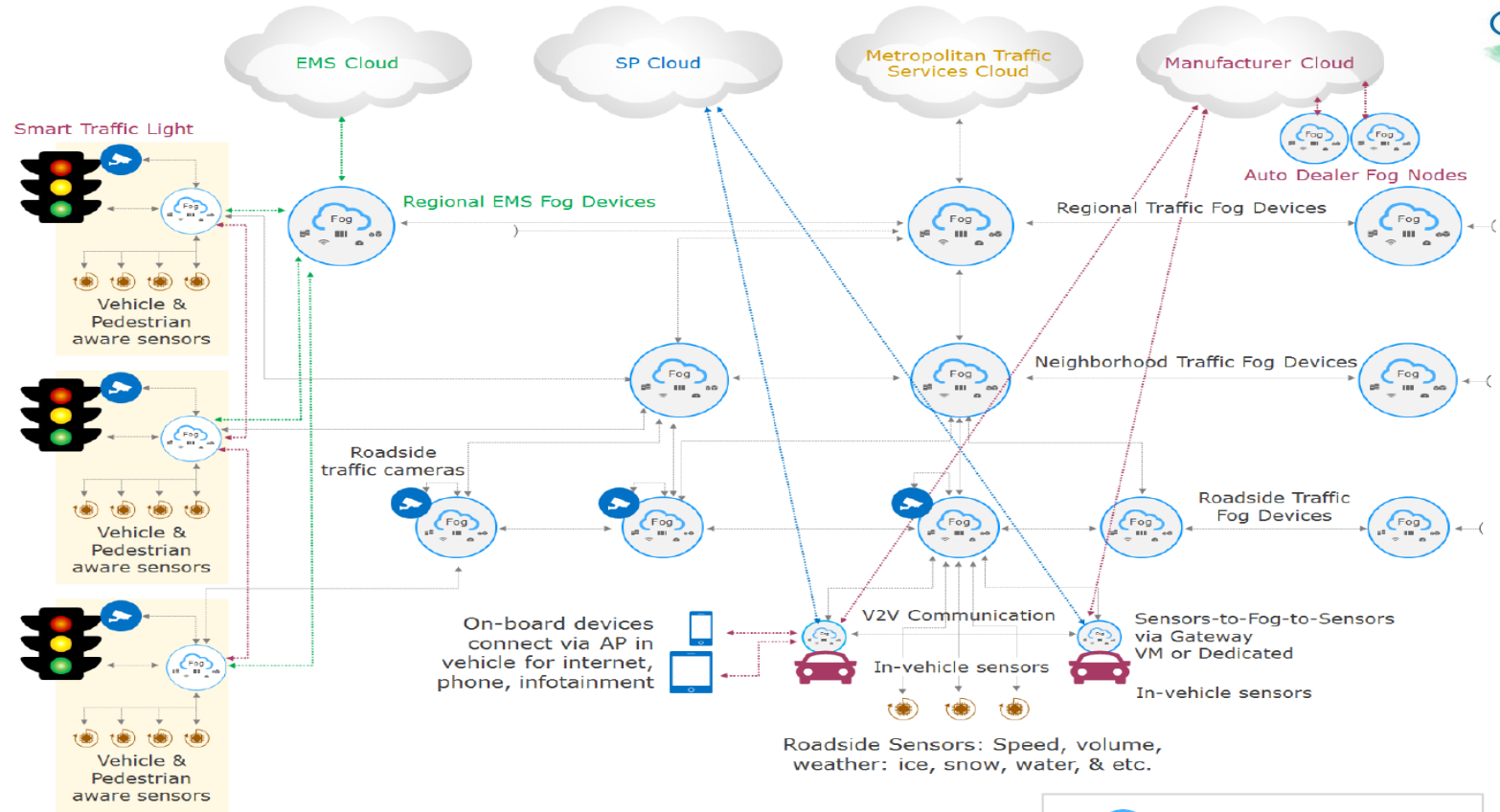
3



Architettura elementare

1

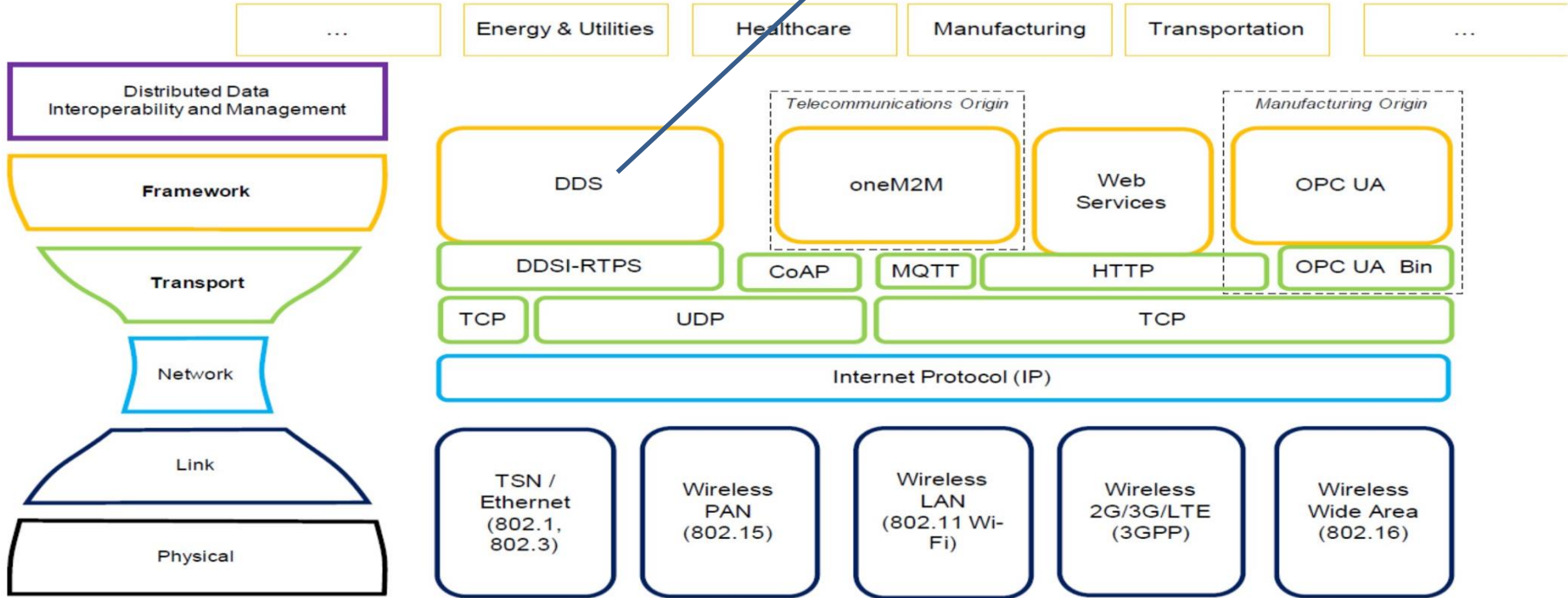




Test case: gestione del traffico

IloT Connectivity standards

Data Distribution Service
«data-centric middleware»
«database+databus»
«publish-subscribe»



IIoT Connectivity Core Standards Criteria

	Core Standard Criterion	DDS	Web Services	OPC UA	oneM2M
1	Provide syntactic interoperability #	✓	Need XML or JSON	✓	✓
2	Open standard with strong independent, international governance #	✓	✓	✓	✓
3	Horizontal and neutral in its applicability across industries#	✓	✓	✓	✓
4	Stable and deployed across multiple vertical industries#	Software Integration & Autonomy	✓	Manufacturing	Smart City Pilots*
5	Have standards-defined Core Gateways to all other core connectivity standards#	Web Services, OPC UA*, oneM2M*	DDS, OPC UA, oneM2M	Web Services, DDS*, oneM2M*	Web Services, OPC UA*, DDS*
6	Meet the connectivity framework functional requirements	✓	✗	Pub-Sub in development	✓
7	Meet non-functional requirements of performance, scalability, reliability, resilience	✓	✗	Real-time in development	Reports not yet documented or public
8	Meet security and safety requirements	✓	✓	✓	✓
9	Not require any single component from any single vendor	✓	✓	✓	✓
10	Have readily-available SDKs both commercial and open source	✓	✓	✓	✓

green = Gating Criteria

* = work in progress, ✓ = supported, ✗ = not supported

Non-overlapping system aspect examples addressed by the potential IIoT connectivity core standards

System Aspect	Example User	Approach	Targeting Standard
Software Integration and Autonomy	You are a software architect. You are building a system or product line, and you control the architecture. You critically need to integrate components written by different programmers or even entire teams.	A data-centric approach will define the interfaces, capture the dataflow, enable module evolution, and enforce interoperation between teams. This approach also eases redundancy, fast complex data flow, and selective data filtering.	DDS
Device Interchangeability	You are a device manufacturer, with the goal of making devices that will sell into many applications. The device offers services, such as configure, start, stop, etc. You have no idea how the device will eventually be used. Your users are likely not software experts; they just want to add or integrate the device into a work cell.	A device-centric approach will allow the device users to write generic software that will interoperate with competitor's devices.	OPC UA
Web and Mobile User Interfaces	You are building mobile apps or web browser based applications to provide the human machine interface. You need an easy way to support clean human interaction and access to backend services.	A RESTful approach will make it easy to connect to many types of enterprise systems and UI devices.	Web Services
Information & Communications Technology (ICT) Integration	You are building a wide-area wireless system that needs to allow applications and devices to share data and information. The devices use various technology and domain-specific protocols. The applications and devices you integrate rely on leveraging the services provided by the communications provider network.	A common, standard services-layer approach enables applications and device to share data and information without forcing the application to understand multiple protocols implemented on the devices. The applications can thus run in the Platform Tier and seamlessly connect to diverse IoT devices in the field.	oneM2M

IIoT consortium Testbeds



Asset Efficiency Testbed



Condition Monitoring Testbed



Connected Care Testbed



Connected Vehicle UTM Testbed



Connected Workforce Safety



Deep Learning Facility Testbed



Distributed Energy Resources



Factory Automation PaaS



FOVI Testbed



Industrial Digital Thread Testbed



INFINITE Testbed



Intelligent Urban Water Supply



Manufacturing Quality Management Testbed



Optimizing Manufacturing Processes With Artificial Intelligence



Precision Crop Management Testbed



Retail Video Analytics Testbed



Security Claims Evaluation Testbed



Smart Airline Baggage Management



Smart Factory Machine Learning for Predictive Maintenance



Smart Factory Web Testbed



Smart Manufacturing Connectivity



Smart Printing Factory Testbed



Time Sensitive Networking



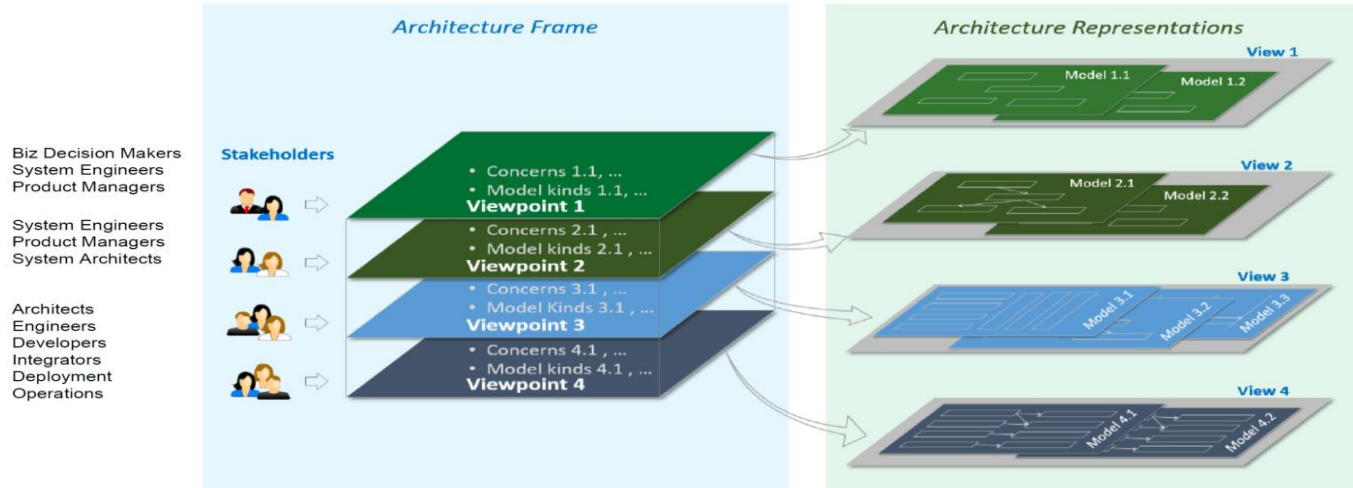
Track and Trace Testbed

E la standardizzazione...?

Smart Manufacturing Reference Model(s)



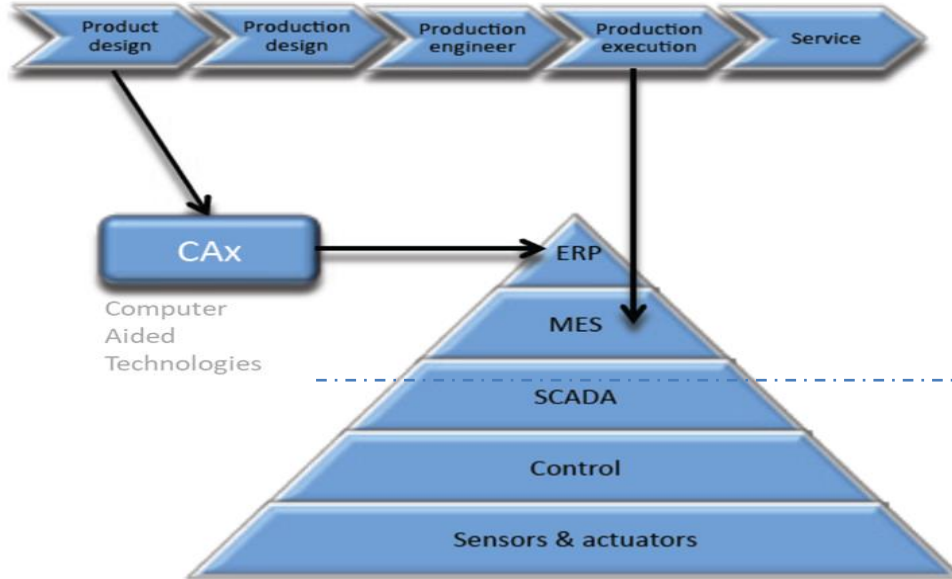
Industrial Internet Architectural Framework (IIAF)



Gli *stakeholder* sono persone, enti, funzioni (o domani macchine stesse) che hanno esigenze specifiche (*concern*) o necessitano di una visione complessiva di un apparato (*viewpoint*).

Una *viewpoint* può essere decomposta in sottosistemi (*model kinds*).

Smart Manufacturing: cosa significa?



ISA 95
LEVELS

4

3

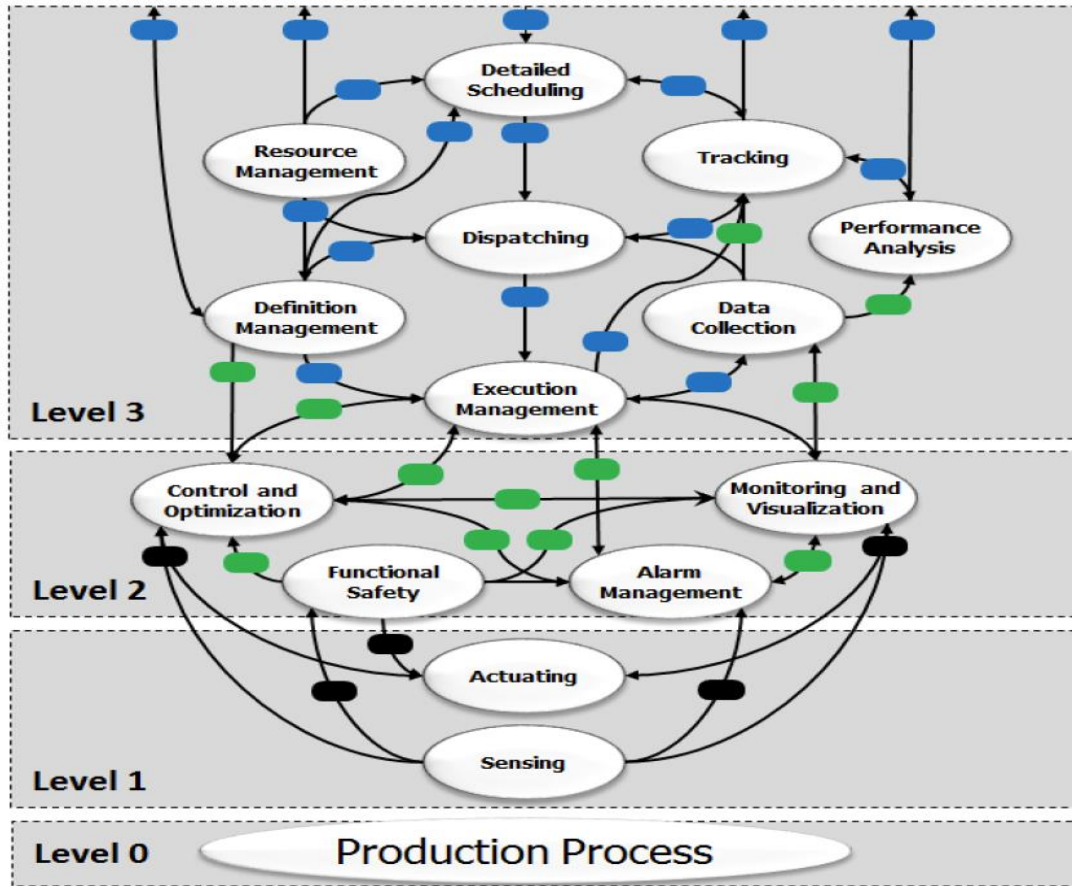
2

1

L'architettura di oggi dei sistemi di automazione è piramidale: dal campo si sale fino al ICT aziendale.



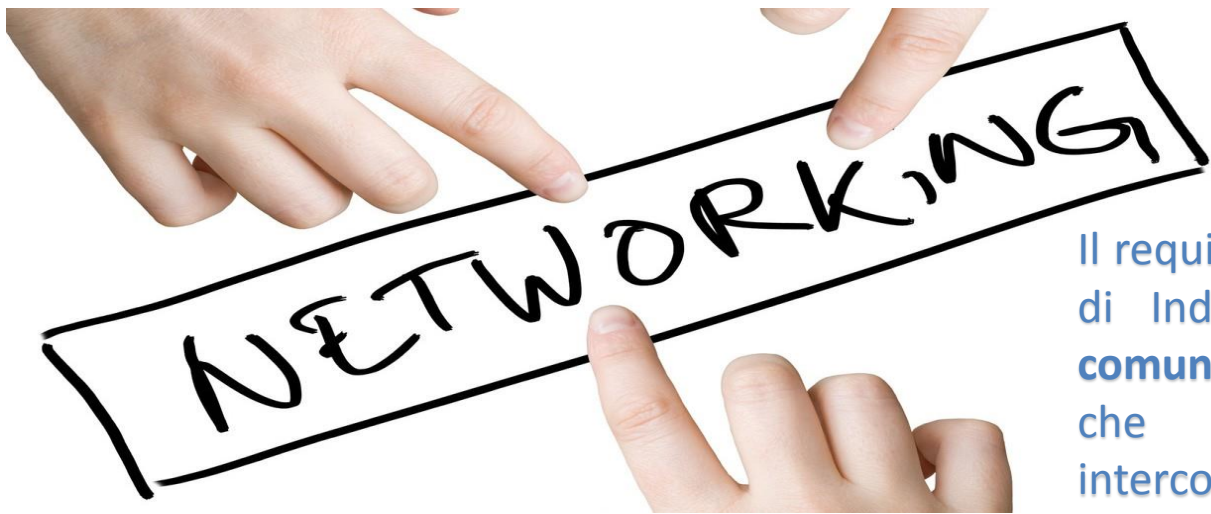
Il modello classico è centrato sull'aspetto hardware e di architettura fisica. Oggi si preferiscono modelli maggiormente «data oriented».



Sopra lo SCADA il sistema è dematerializzato (software). Le interazioni e lo scambio dati sono rappresentate con modelli derivati dal Purdue Reference Model.

Il modello di riferimento per i livelli alti dell'automazione è lo standard ISA 95 (recepito come IEC 62264) e per i processi batch lo standard ISA 88 (IEC 61512).

Questo modello (ad esempio) evidenzia le transazioni e lo scambio dati tra funzioni del sistema di automazione



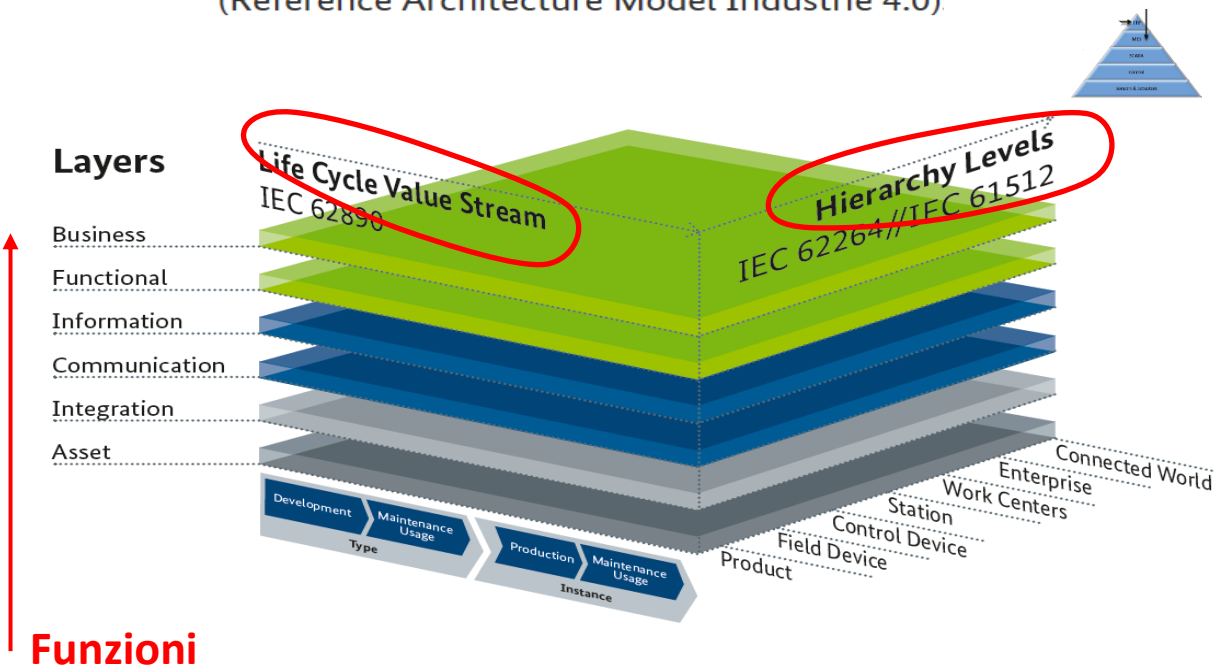
Il requisito base della **Smart Factory** (e di Industria 4.0) è la **capacità di comunicare**, dei componenti/apparati che devono essere tra loro interconnessi a formare una rete.



L'architettura di riferimento serve a definire il flusso dati tra i soggetti (e oggetti) che entrano in gioco durante l'intero ciclo di vita di una macchina o impianto o prodotto.

Lo scopo è quello di standardizzare il profilo di comunicazione in tutte le transazioni necessarie.

RAMI 4.0 (Reference Architecture Model Industrie 4.0)



Axis 1 – Hierarchy: The Factory

(la struttura fisica dell'impianto)

The New World: Industrie 4.0

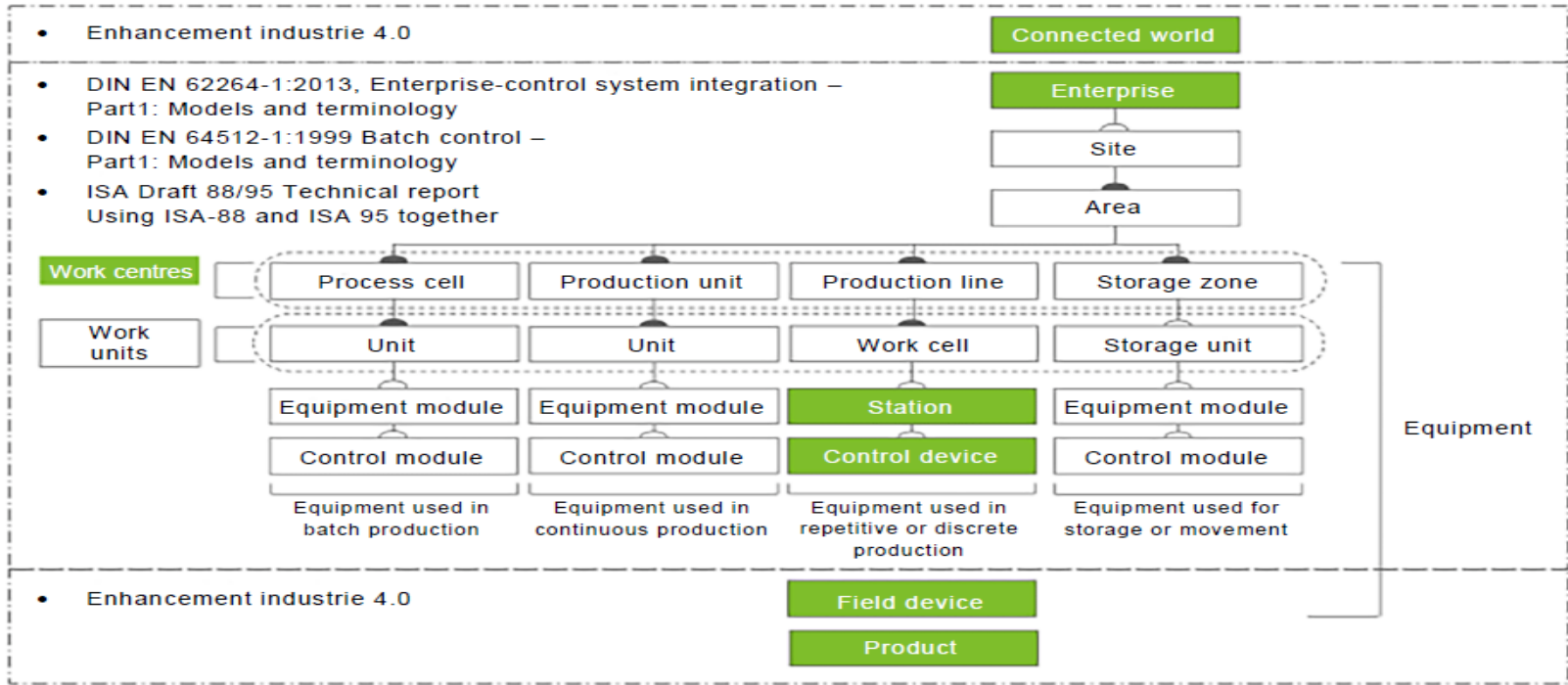
- Flexible systems and machines
- Functions are distributed throughout the network
- Participants interact across hierarchy levels
- Communication among all participants
- Product is part of the network

Connected
World

Smart
Factory

Smart
Products





Factory reference architecture model as of IEC 62264-1 and IEC 61512-1, with Industrie 4.0 enhancements.

Enterprise-control system integration - Part 1: Models and terminology
(MES e ERP nel modello classic)

Batch control - Part 1: Models and terminology

Axis 2 – Architecture

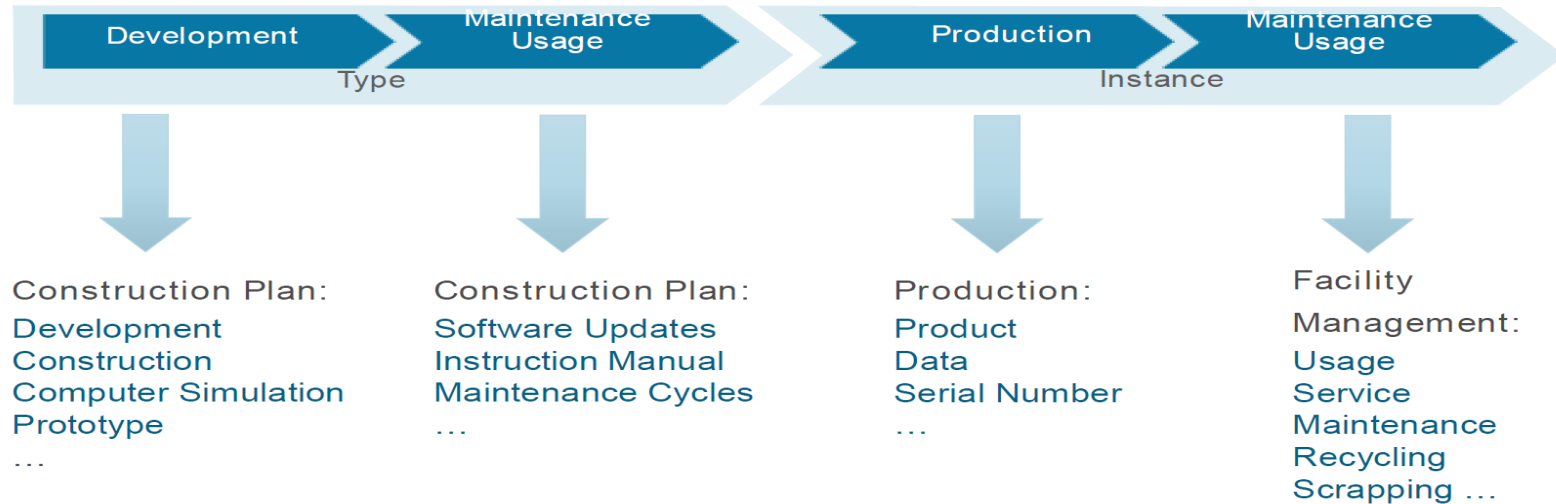
(le funzionalità richieste)

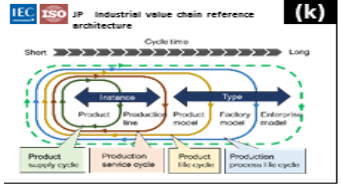
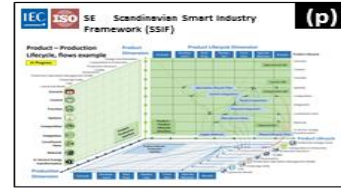
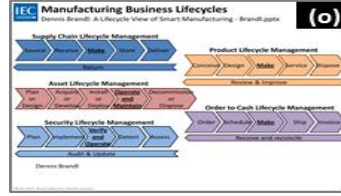
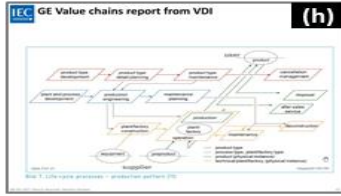
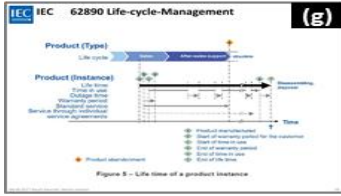
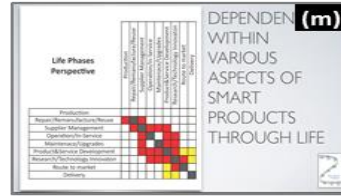
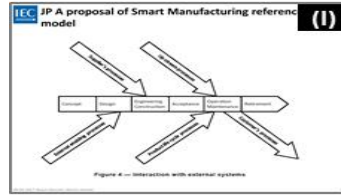
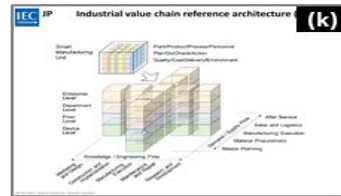
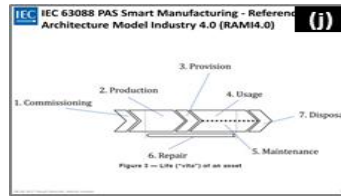
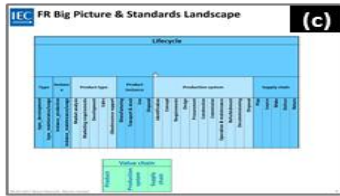
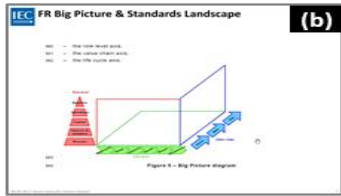
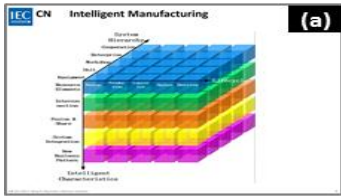


Axis 3 – Product Life Cycle

(gli obiettivi nelle diverse fasi del lifecycle)

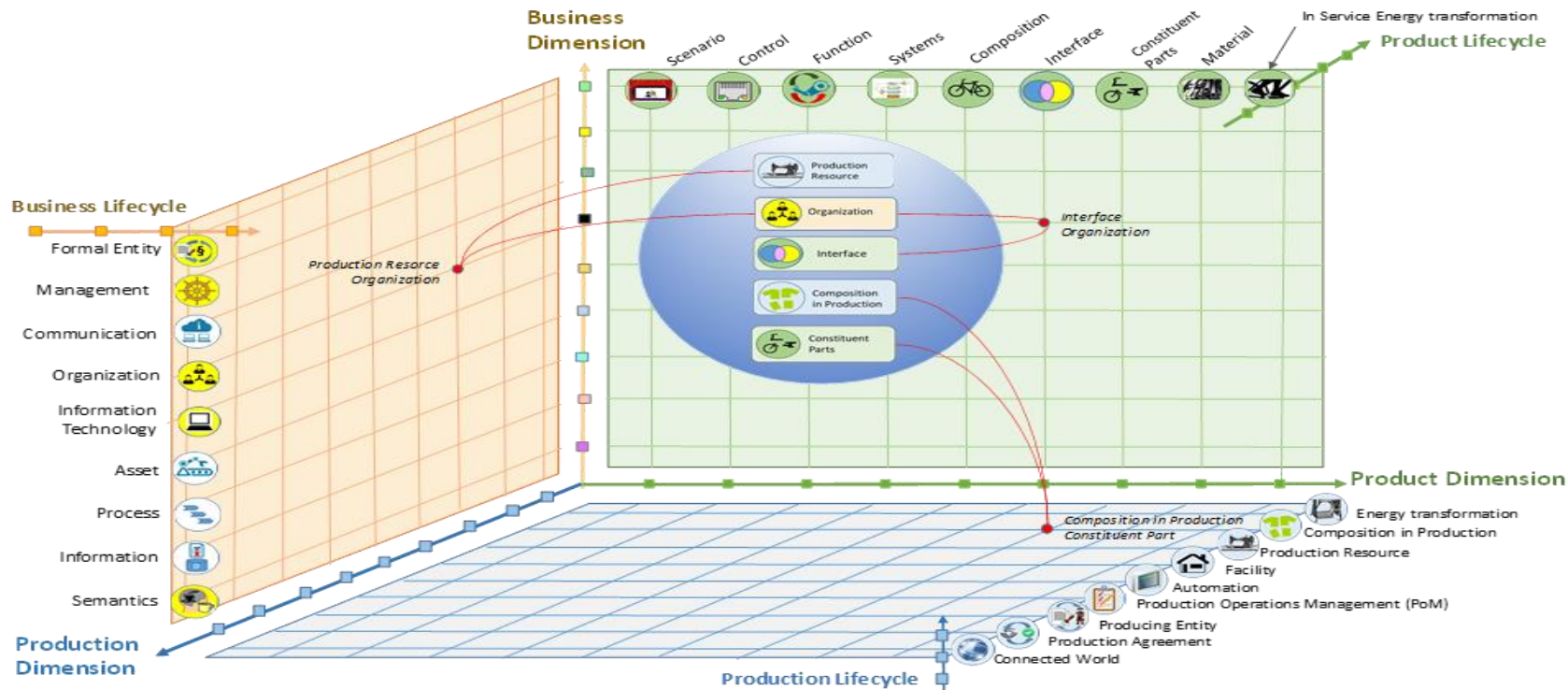
The Product: From the First Idea to the Scrapyard



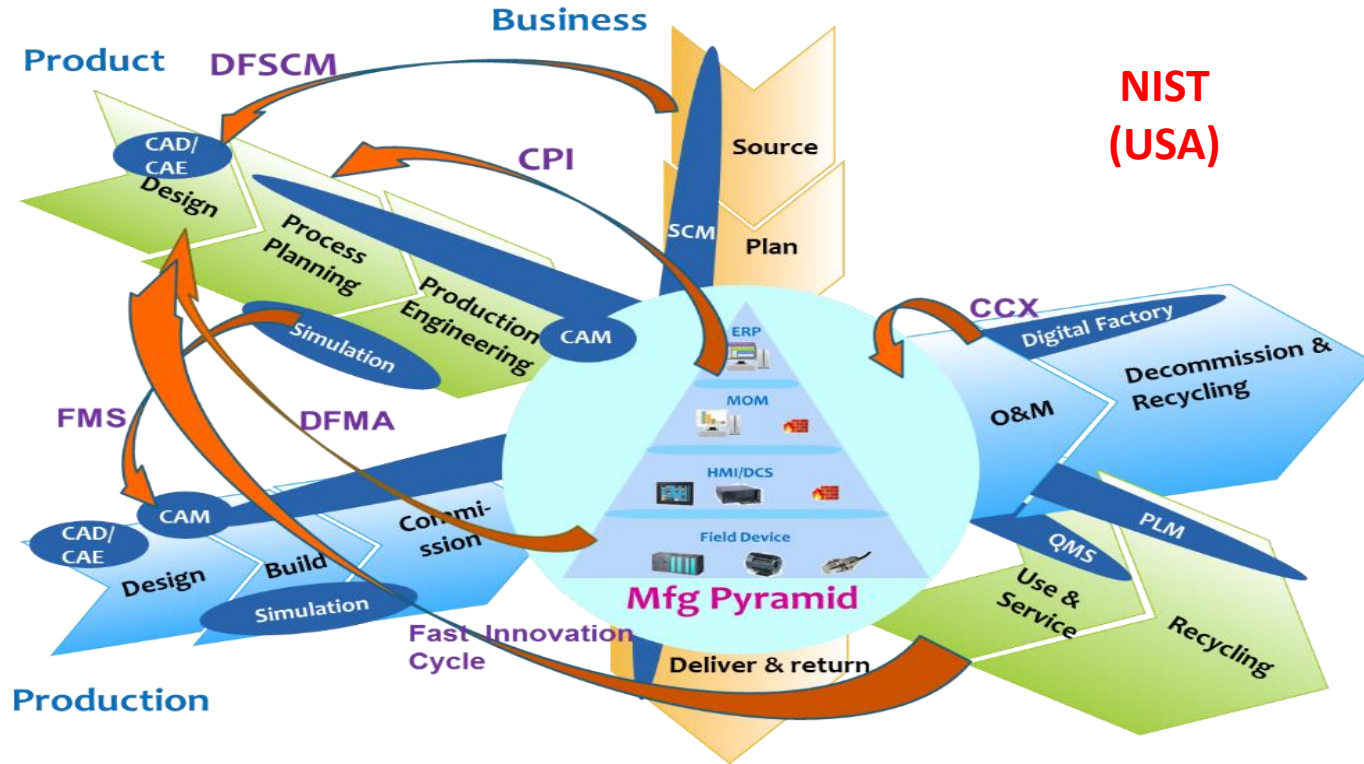


Enti e soggetti diversi si stanno sbizzarrendo a generare modelli di riferimento...
(in tutto il mondo ma non in Italia)

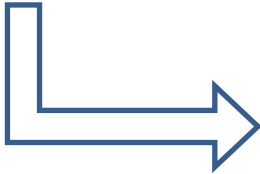
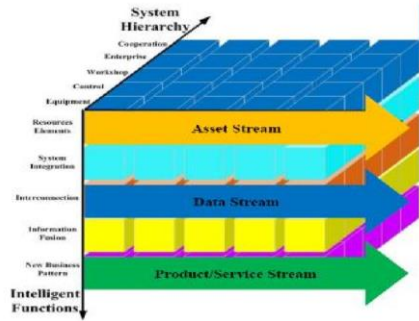
..ad esempio lo Scandinavian Smart Industry Framework Semantic Cube...



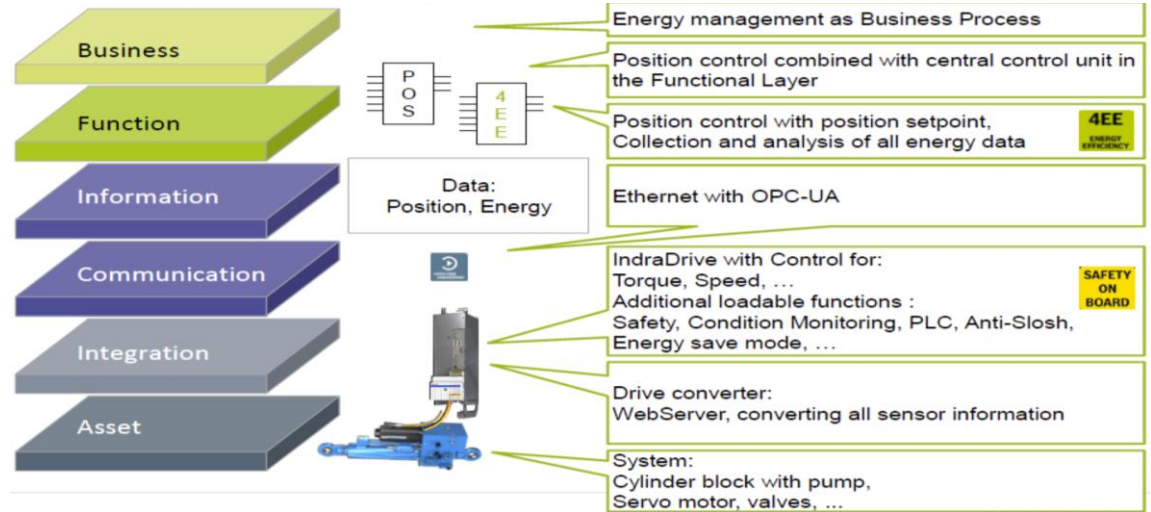
..ad esempio il National Institute of Standard and Technology americano...



Made in China 2025



Esempio di flusso informativo per un posizionario idraulico





Joint Working Group 21

Smart Manufacturing Reference Models(s)

Il JWG21, fondato nel 2017, ha 7 Task Force:

- TF1 Scopo

Ha come obiettivo la definizione degli scopi del JW21, ed in particolare:

- definizione di Smart Manufacturing,
- creazione di un modello di riferimento (reference model) per lo Smart Manufacturing.

- TF2 Analisi del ciclo di vita

Identifica come debba modificarsi il flusso delle informazioni nella Smart Factory a seconda dei momenti considerati, dalla fase progettuale, al funzionamento, alla dismissione, includendo sia le funzioni di tipo ingegneristico, sia quelle legate al business della fabbrica.

- TF3 Gerarchia

Considera il flusso dati tra i diversi livelli (gerarchici) della fabbrica: dall'apparato di campo, al controllo, alla linea produttiva, alla fabbrica, all'azienda, fino alle interazioni tra aziende, sia a livello di filiera produttiva e di distribuzione (supply chain), sia a livello di business.

-TF4 Funzioni intelligenti

Le cosiddette funzioni intelligenti sono legate a quello che spesso è chiamato "asset management", (in italiano sarebbe un orribile "gestione dei cespiti") ed includono sia la gestione della comunicazione, sia la gestione dei dati a partire dai profili di comunicazione degli apparati, fino alla gestione ad alto livello (cloud, big data,...)

- TF5 Viste e casi studio

Questa TF identifica i soggetti (umani ma non solo) che hanno interessi nella Smart Factory, la tipologia di dati di interesse di ciascuno di questi, le architetture dati che garantiscono un flusso delle informazioni efficiente e completo.

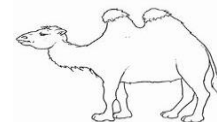
- TF6 Temi aggiuntivi

La TF ha lo scopo di identificare tematiche trasversali ed indirizzarle verso le TF più opportune. A solo titolo di esempio, si possono citare: la sicurezza dei dati (cyber security), la sicurezza degli operatori, l'interoperabilità, ecc.

- TF7 Termini e definizioni

Attività fondamentale per superare la Babele di termini con significati diversi oggi esistenti nel mondo.

**I lavori del JWG21 saranno lunghi.
E ricordiamoci del cammello...**



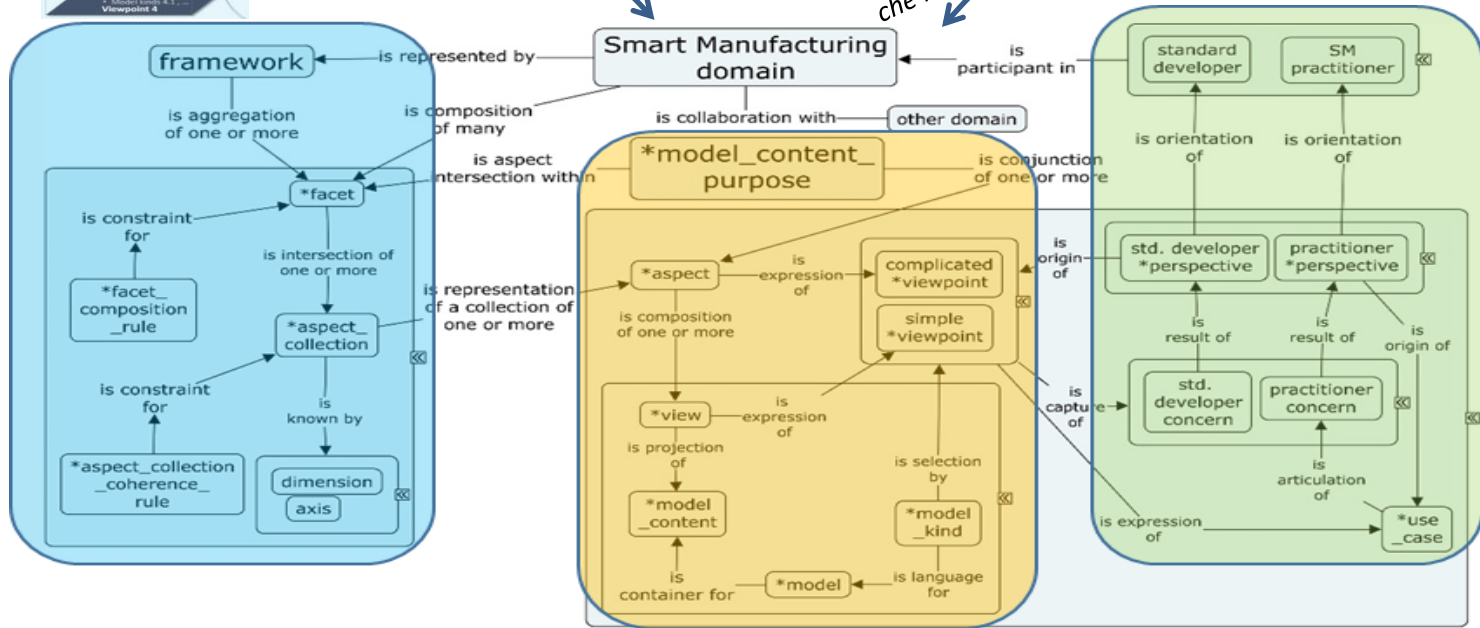
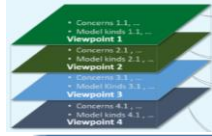


JWG21 Technical Report

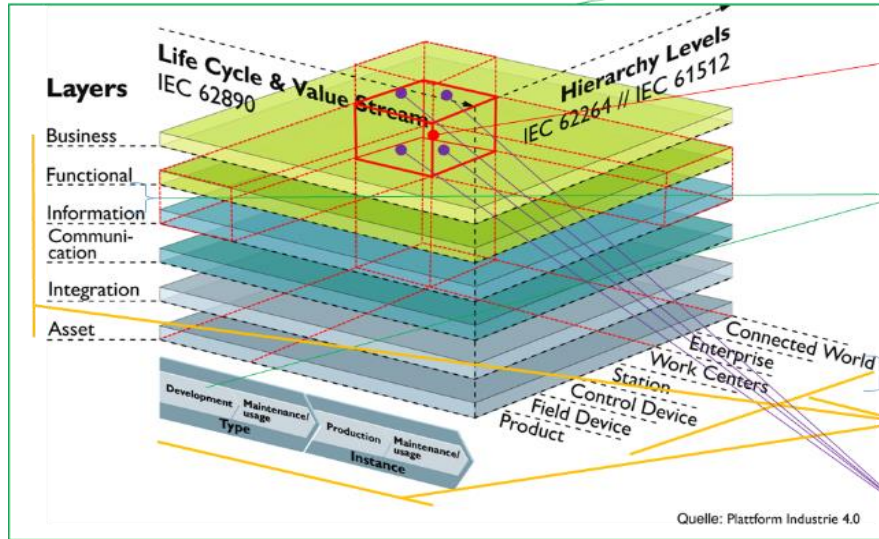
A Meta-modelling analysis approach to Smart Manufacturing Reference Models (SMRM)

*i viewpoint rappresentano specifici aspetti
(ad es. costruttivo, funzionale,...)*

*è interessato ad uno specifico use case
che risponde ad una sua esigenza (concern)*



Utilizzando il meta-modello IEC-ISO cercano di trovare cosa accomuna i diversi Reference Models per arrivare ad un unico modello condiviso.



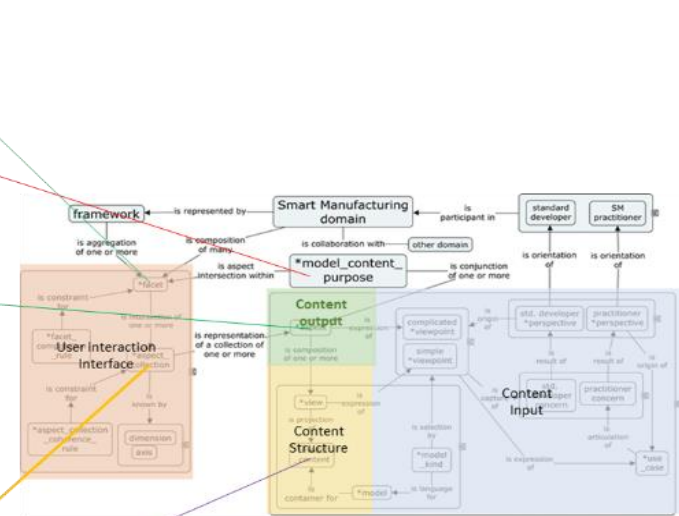
*Facet

*Model_content_purpose

*Aspect

*Aspect_collection

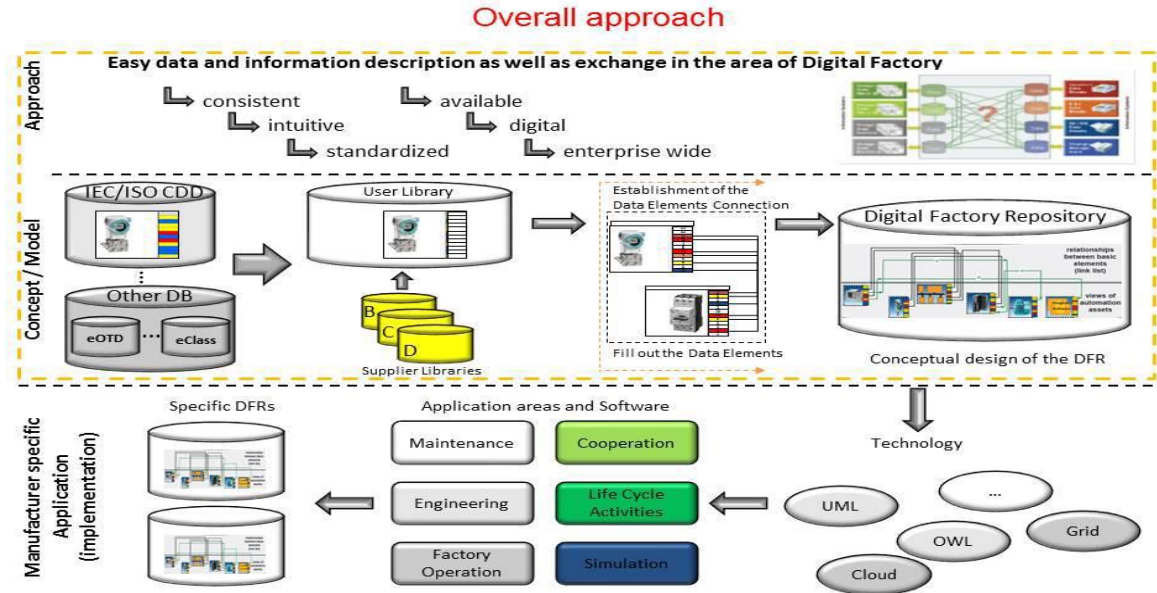
*Model_content



IEC TS 62832-1:2016

Industrial-process measurement,
control and automation - Digital factory
framework - Part 1: General principles

At the end of 2016 IEC published the Technical Specification 62832-1 that defines the general principles for virtualizing a production system, starting from its elementary components.



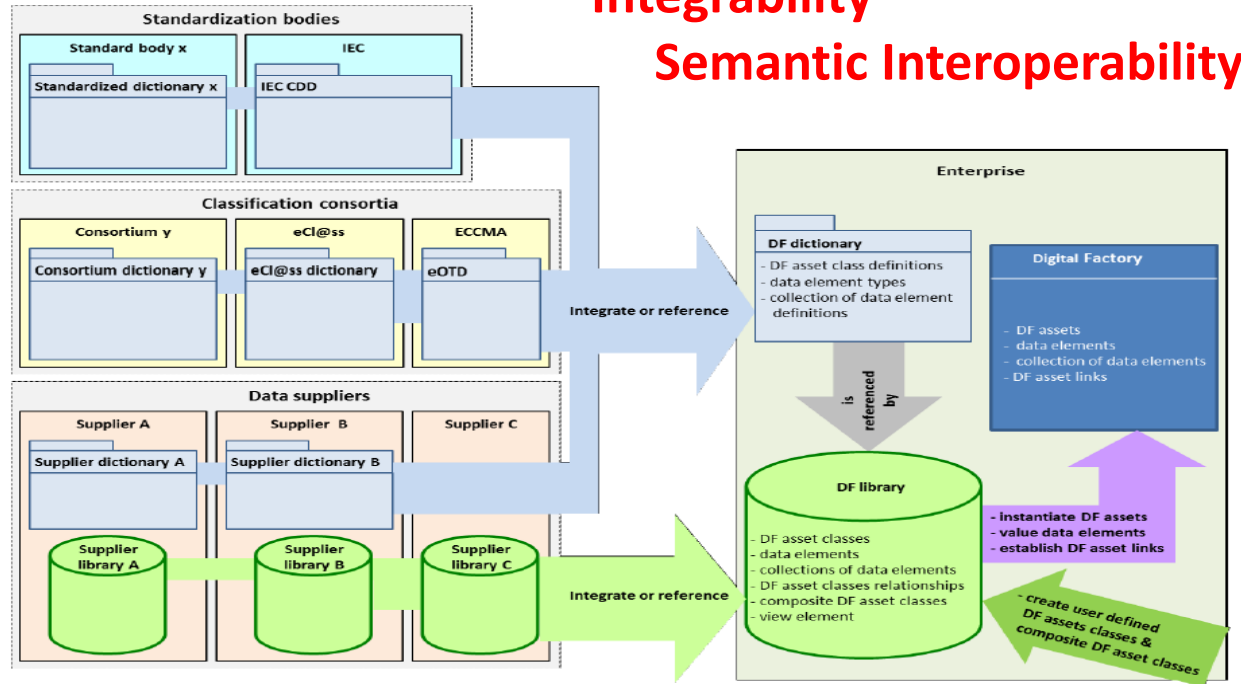
Il progetto sulla Digital Factory, iniziato nel 2000, è stato l'antesignano dei lavori sullo Smart Manufacturing. Lo spunto fu dato dall'idea di Digital Datasheet (electronic device description)

L'elemento fondamentale dell'approccio sono i **Dizionari dei Componenti** che saranno sviluppati sulla base delle indicazioni di IEC e di altri Enti Normatori da costruttori di apparati e da consorzi (il Cluster potrebbe essere uno di questi).

Oggi esistono già alcuni standard della serie **IEC 61987** che definiscono le **List of Properties** per componenti di automazione, ad es.:

- 12 Misuratori di portata
- 13 Trasmettitori di pressione
- 14 Trasmettitori di temperatura
- 21 Valvole

E' disponibile on-line il dizionario della IEC 61360-4.

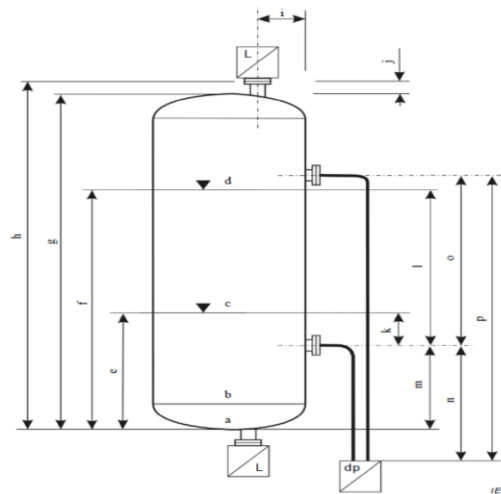


IEC 61987-15

Edition 1.0 2016-11

Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues –
Part 15: Lists of properties (LOPs) for level measuring equipment for electronic data exchange

- operating list of properties (**OLOP**) for the description of the operating parameters and the collection of requirements for level measuring equipment, and
- device lists of properties (**DLOP**) for the description of a range of level measuring equipment types.



Key

Points or planes

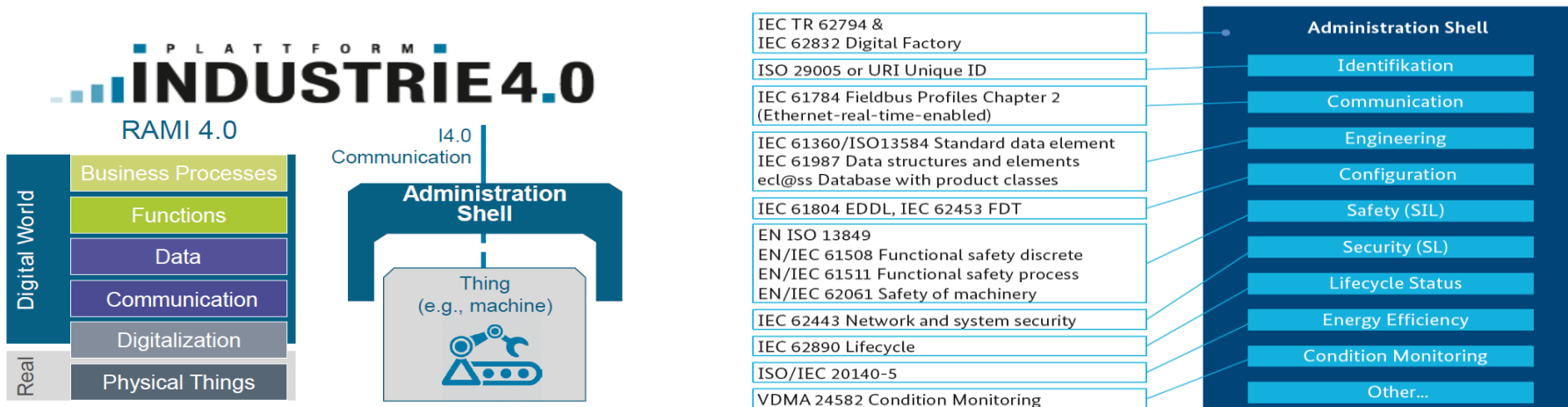
- a datum point for vertical position (= bottom of vessel)
- b lower tangent line
- c zero level datum point
- d full level datum point

Distances or measures

- e reference height of zero level
- f reference height of full level
- g overall height of process equipment
- h vertical position of nozzle (top installation)
- i distance to inner process equipment wall
- j length of process equipment nozzle
- k vertical distance of lower process connection to zero level datum point
- l vertical distance of lower process connection to full level datum point
- m vertical position of nozzle (side installation)
- n vertical distance of transmitter to high/single pressure process connection
- o difference in height of end connections/process connections
- p vertical distance of transmitter to low pressure process connection

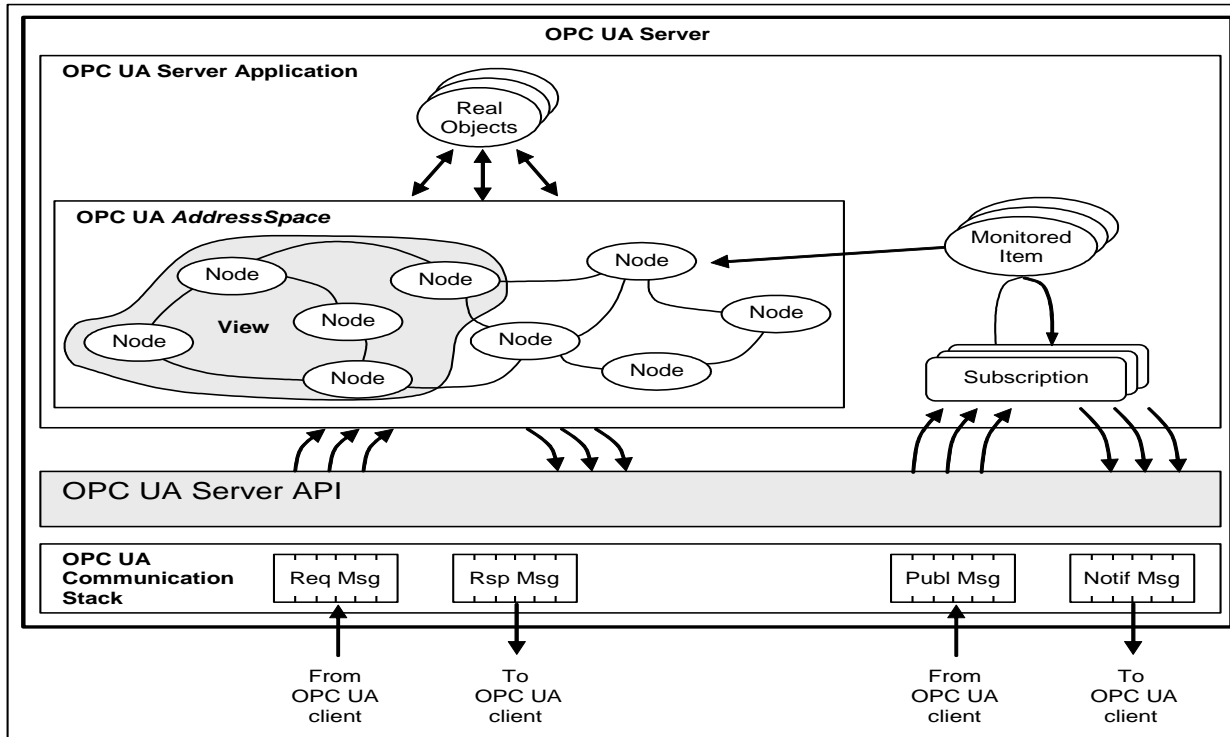
- 0112/2///61987#ABE727 - Operating LOP for level measuring equipment
- 0112/2///61987#ABH439 - Measuring or control point (Ref: 0112/2///61987#ABH440 - reference to Measuring or control point)
- 0112/2///61987#ABC136 - Base conditions (Ref: 0112/2///61987#ABC766 - reference to Base conditions)
- 0112/2///61987#ABB164 - number of process cases
- 0112/2///61987#ABG450 - Process case [level] (Ref: 0112/2///61987#ABH010 - reference to Process case [level])
- 0112/2///61987#ABG467 - Operating conditions for device design [level] (Ref: 0112/2///61987#ABH027 - reference to Operating conditions for device design [level])
- 0112/2///61987#ABG478 - Process equipment [level] (Ref: 0112/2///61987#ABH038 - reference to Process equipment [level])
- 0112/2///61987#ABH279 - number of level measurement instrument installations
- 0112/2///61987#ABH159 - Level measurement instrument installation (Ref: 0112/2///61987#ABH297 - reference to Level measurement instrument installation)
- 0112/2///61987#ABB348 - number of physical locations
- 0112/2///61987#ABC512 - Physical location (Ref: 0112/2///61987#ABD142 - reference to Physical location)

Cosa sta accadendo nel mondo della FABBRICA ?



Industrie 4.0 e IloC Consortium stanno proponendo l'uso di OPC UA come tecnica di scambio dati.

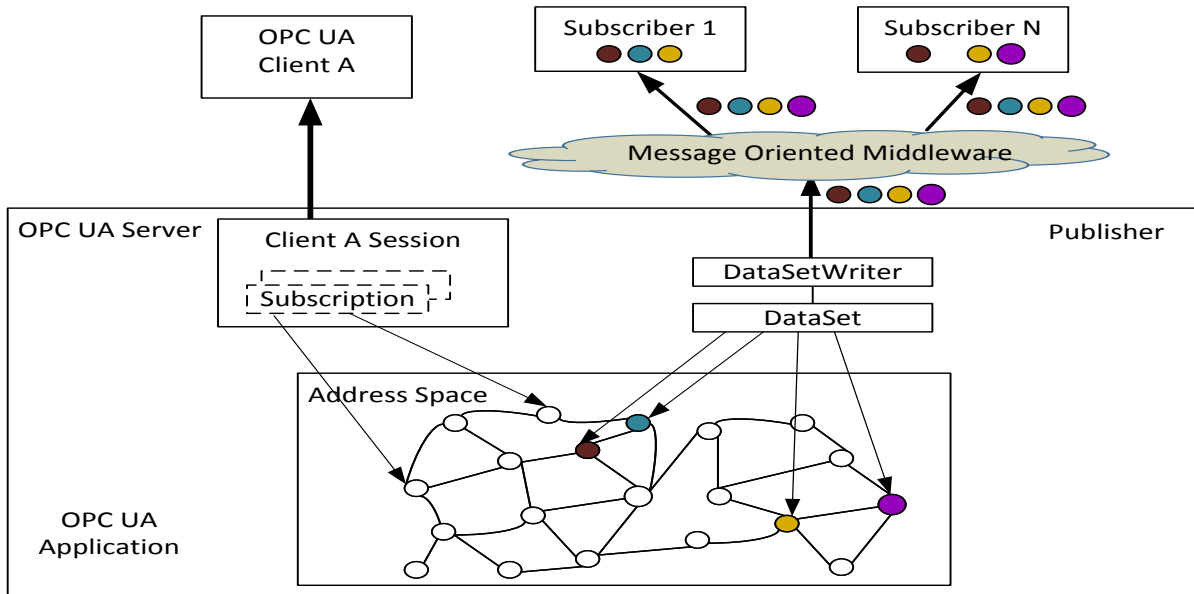




All'interno di un **Server OPC UA** i nodi rappresentano gli oggetti reali, e possono essere liberamente strutturati in reti, gerarchie, archivi. I nodi sono contenuti nel Address Space. Le viste sono sotto-insiemi del Address Space.

I **Client OPC UA** possono accedere ai dati o attraverso un meccanismo Req/Rsp o attraverso Subscription (modo push).

UA è «piattaforma indipendente».

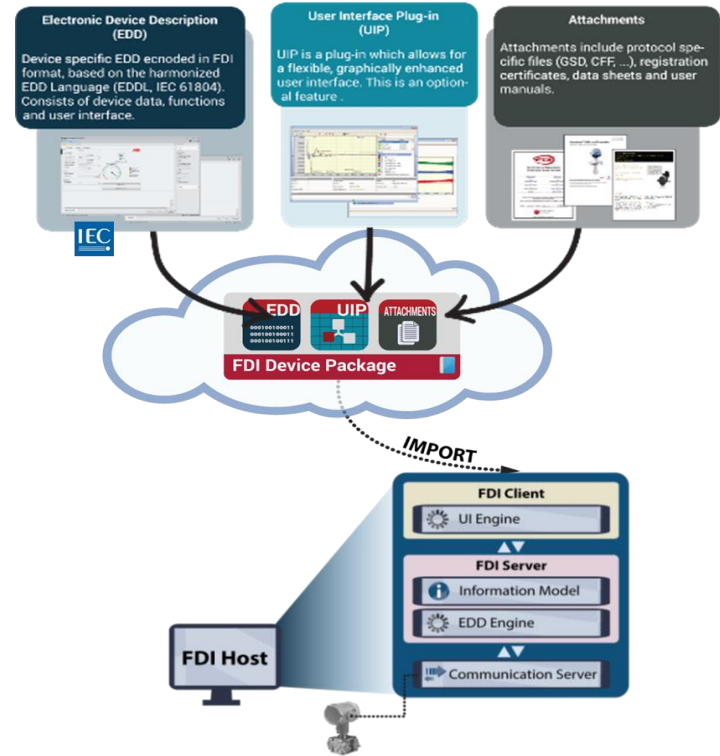


Il meccanismo Pub-Sub è oggi in fase di sperimentazione, e sarà con ogni probabilità il vero backbone di comunicazione della IIoT

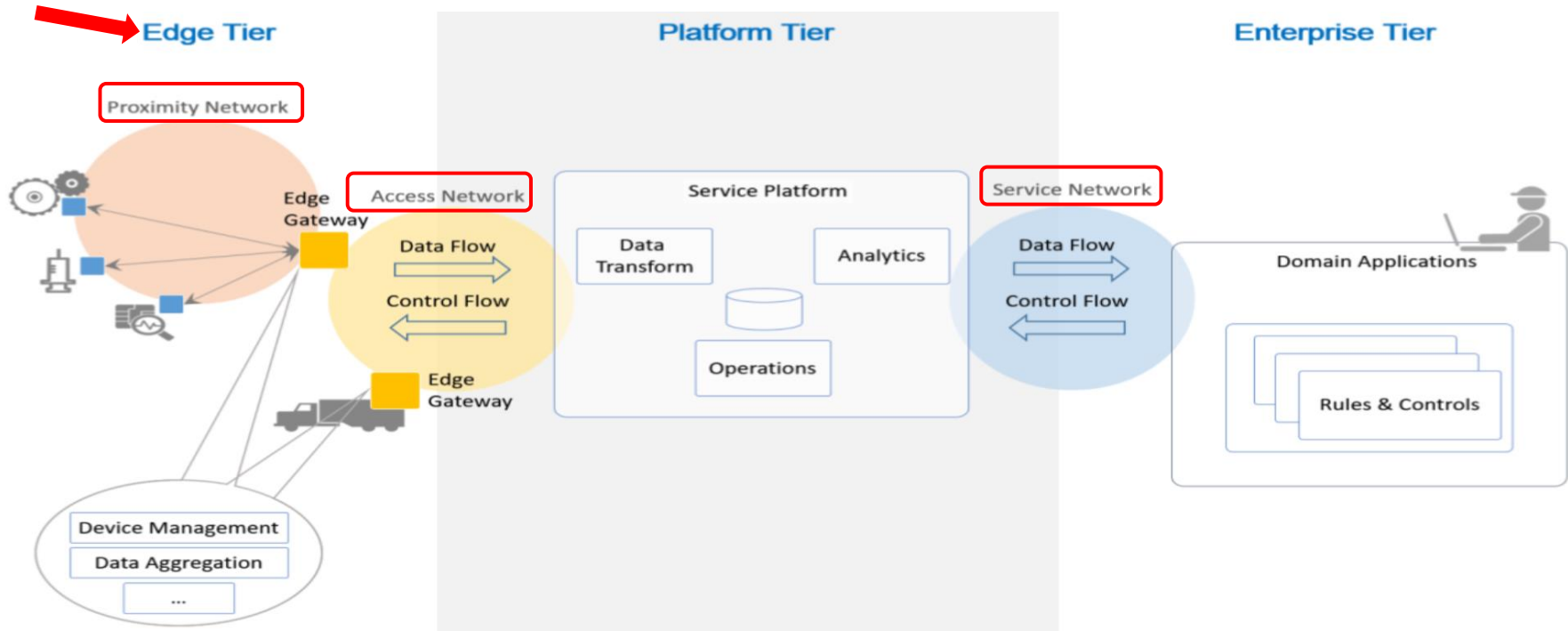
OPC UA supporta anche un meccanismo **Publish-Subscribe** che si appoggia su un **Message Oriented Middleware** che riceve i messaggi dai publisher e li rende disponibili ai subscriber. Il MOM può essere:

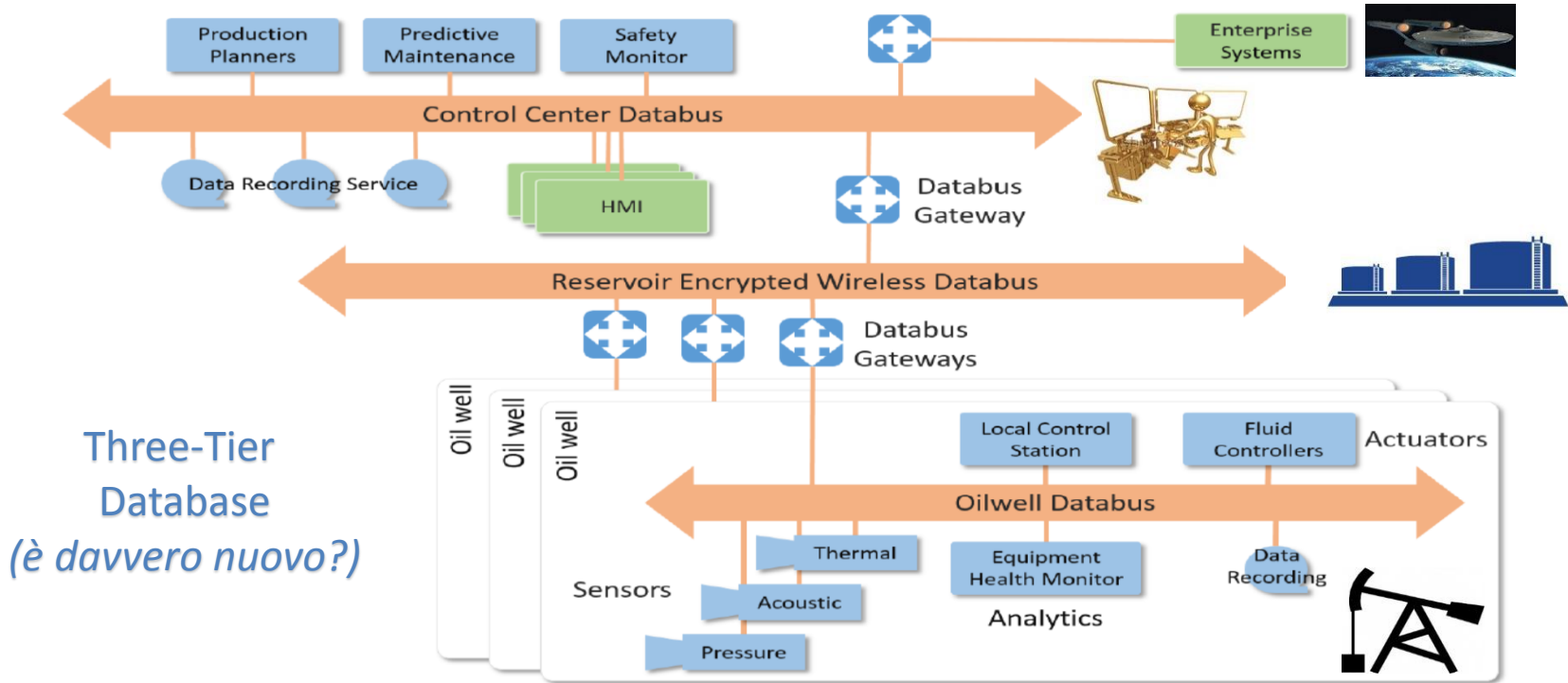
- basato sulla sola struttura di rete (ad es. con UDP);
- mediato da un **broker** che può offrire servizi aggiuntivi (formattazione, associazione, traduzione,...)

Cosa sta accadendo nel mondo del PROCESSO ?



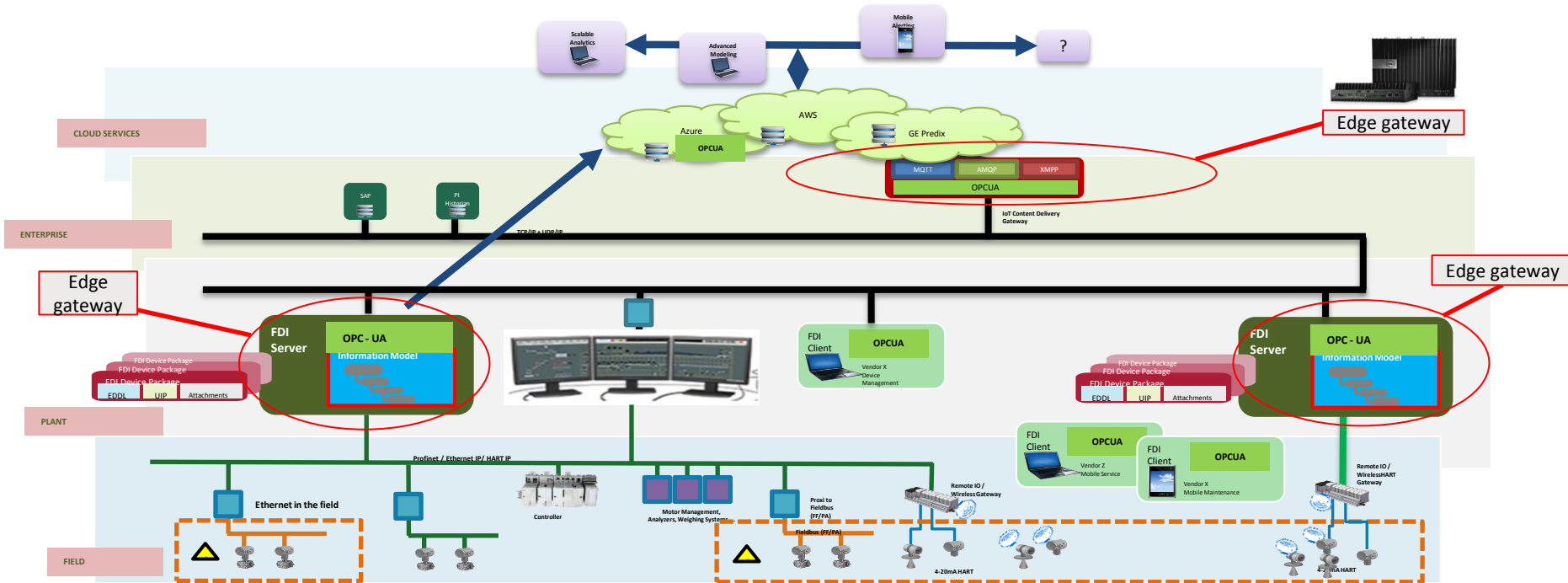
Oltre alla Comunicazione, le Architetture: il modello Industrial Internet of Things (IIoT): Three-Tier Architecture





Edge devices

Edge devices are normally routers that provide authenticated access to faster, more efficient backbone and core networks.

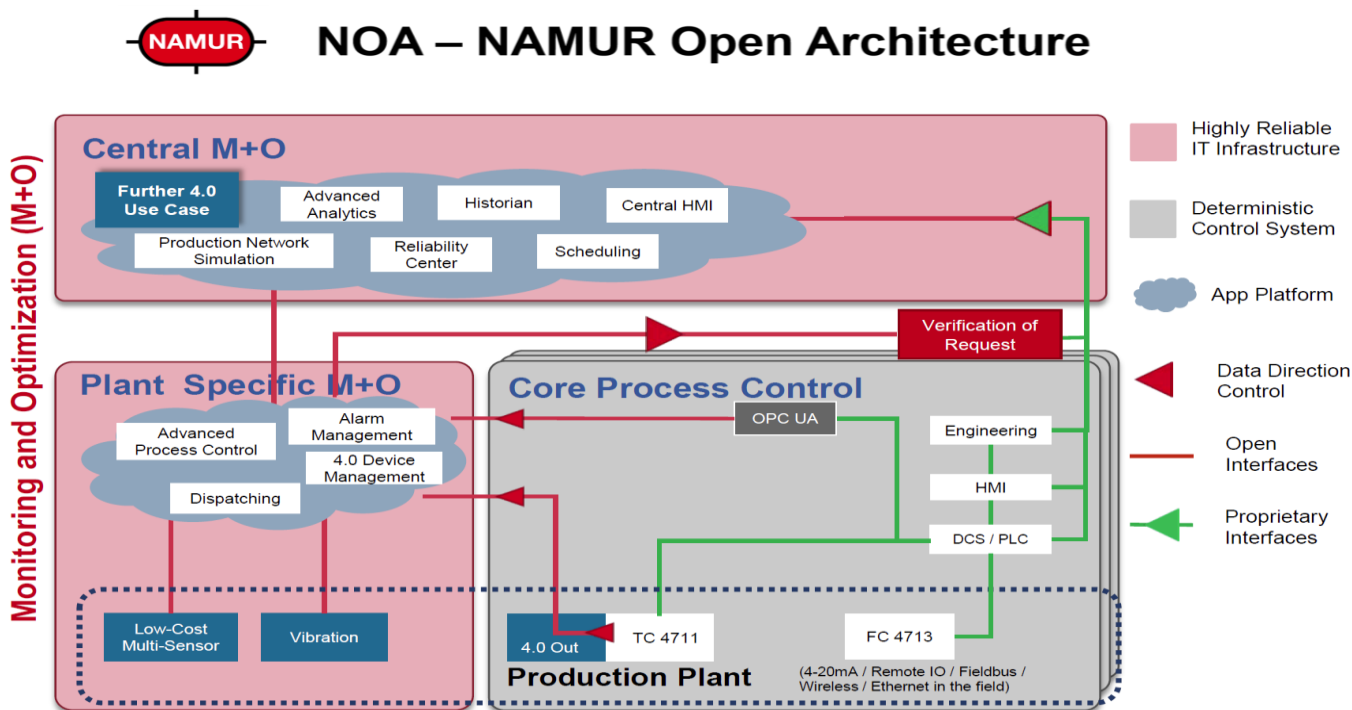


Quelli che oggi chiamiamo Edge, una volta erano Proxy (es. Profinet) o Gateway (es. FF)

Cosa fare oggi nel Processo?

NAMUR suggerisce la **separazione tra il sistema di controllo ed il sistema di Monitoraggio e Ottimizzazione** per non avere impatti sulla sicurezza e la disponibilità degli impianti.

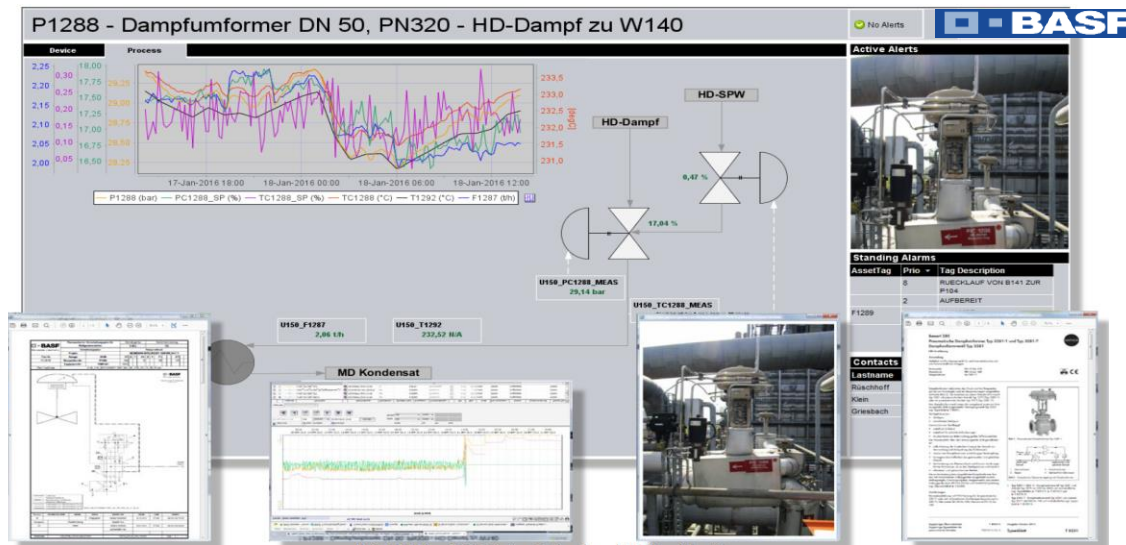
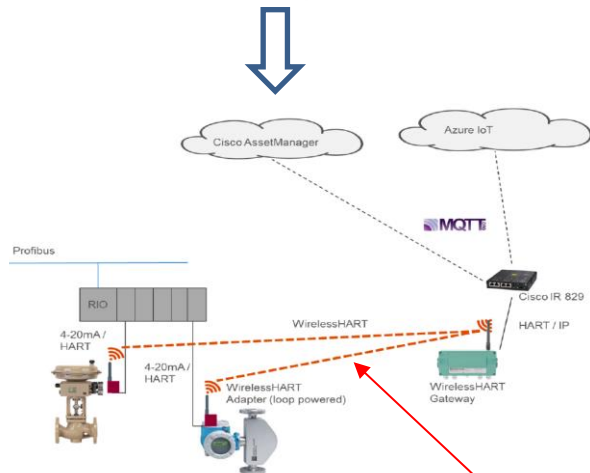
E' possibile una **progressiva sensorizzazione** degli impianti senza impatto sulla produzione.



è un'associazione di 161 grandi aziende utilizzatrici di automazione, prevalentemente tedesche nel settore chimico-farmaceutico, ben rappresentata in IEC

Cosa fare oggi nel Processo?

Una soluzione possibile oggi è quella di utilizzare una connessione cablata per il controllo di processo, ed una wireless per le funzioni di asset management.



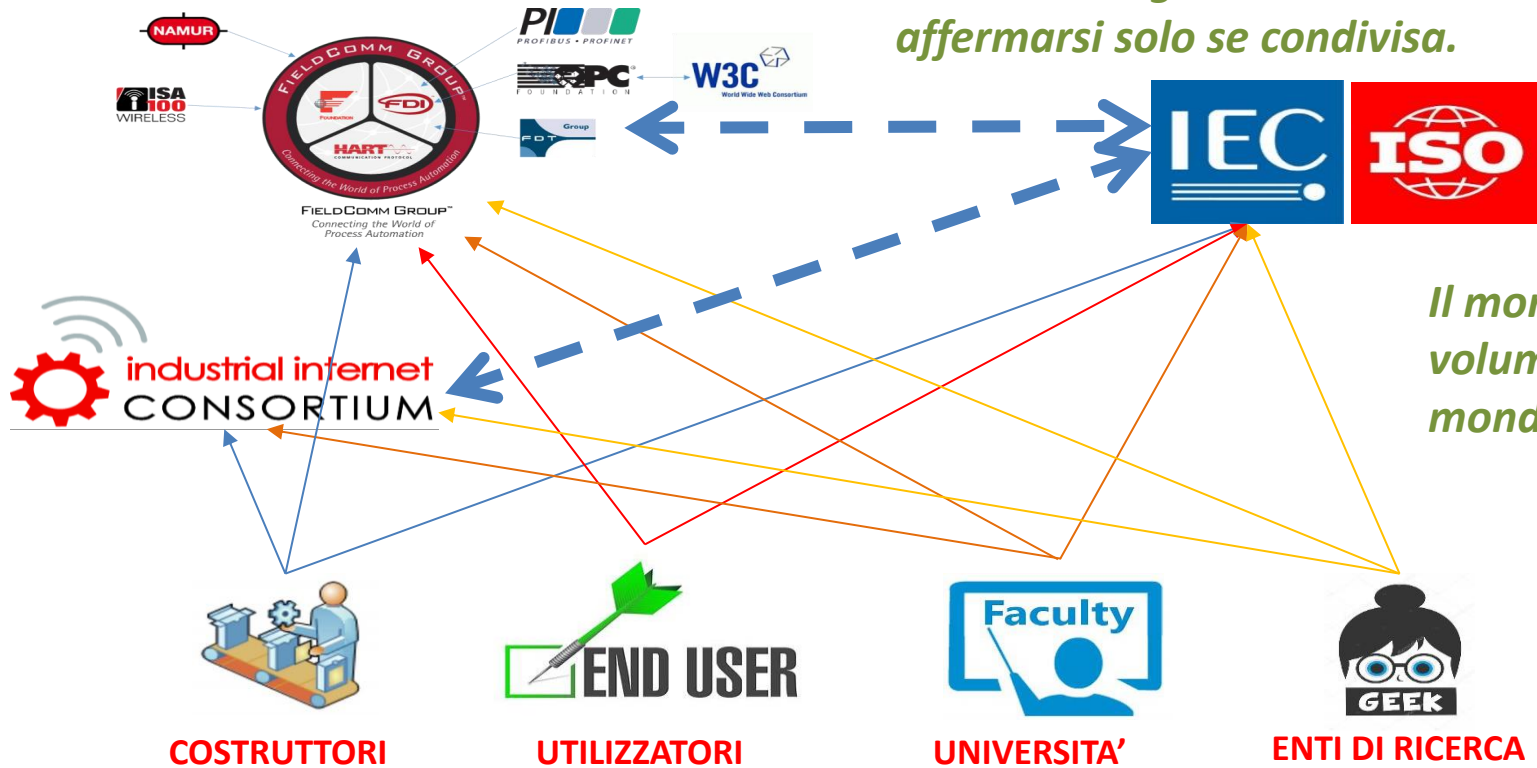
L'Asset Management consente:

- manutenzione preventiva/predittiva
- miglioramento rendimento energetico
- Advanced Process Control
- Gestione della sicurezza (Safety Instrumentation Systems)

*con le tecnologie IIoT probabilmente in futuro diventerà OPC UA
publish-subscribe su TSN*

Gli standard per lo Smart Manufacturing stanno nascendo dal lavoro congiunto tra IEC/ISO ed associazioni internazionali.

Nel mercato globale una tecnologia può affermarsi solo se condivisa.



Il mondo IoT ha volumi >> del mondo IIoT