

# IMPIANTO TELECONTROLLO

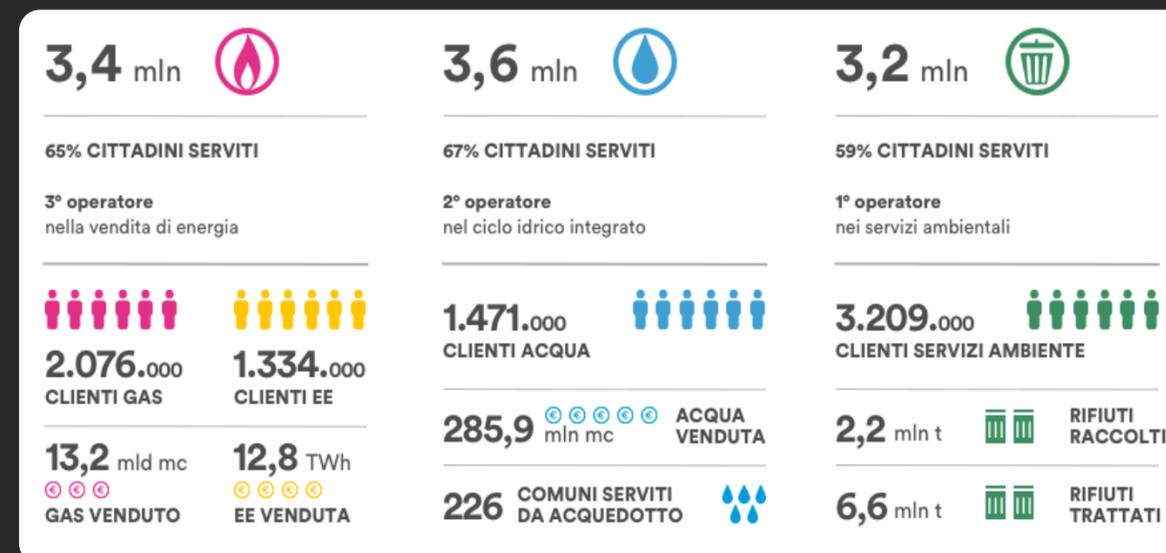
Forlì, 10 novembre 2021



# Il Gruppo HERA

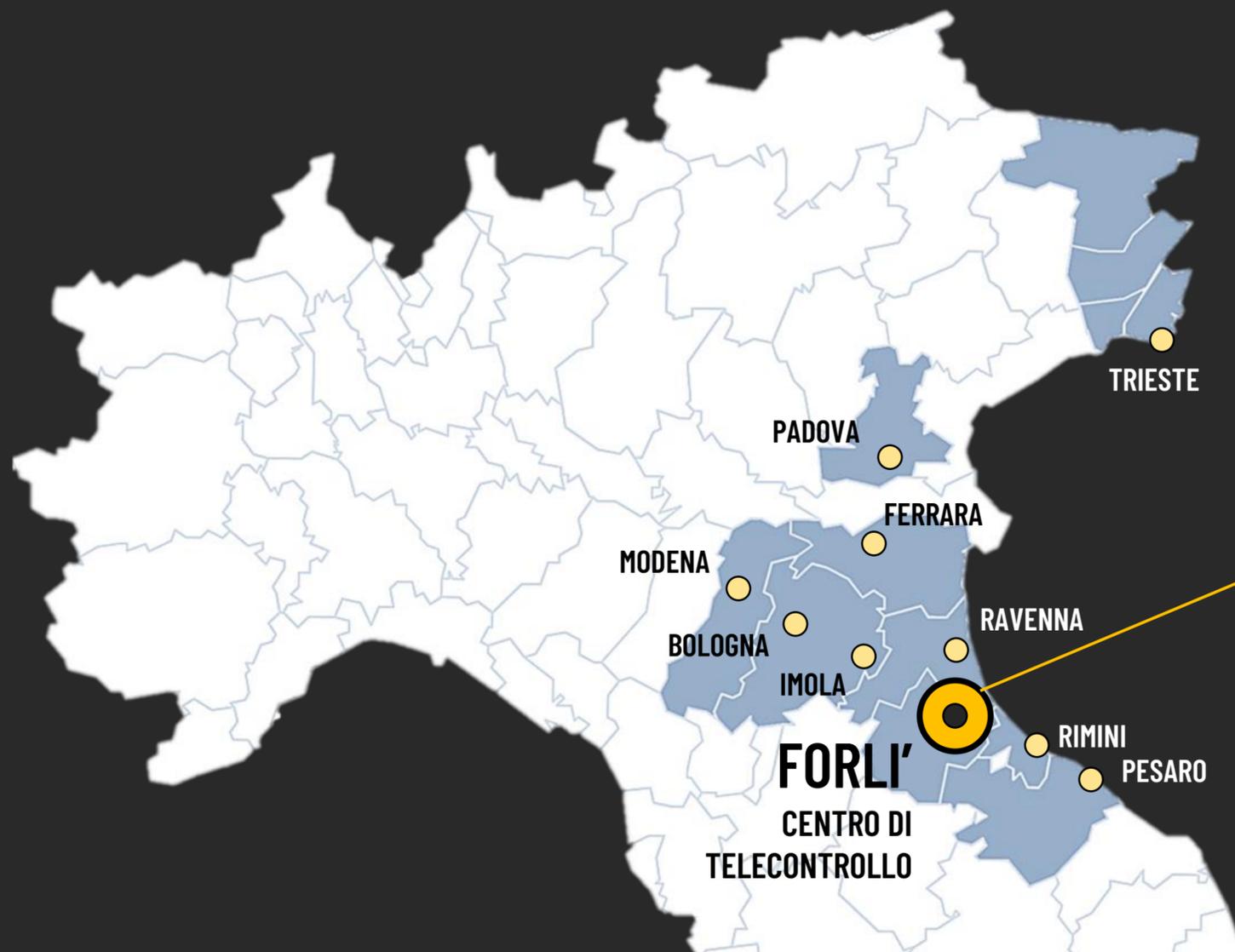
Il Gruppo Hera è dal 2002 la prima realtà italiana di aggregazione di aziende municipalizzate che, con un approccio multi-business, gestisce la fornitura di **servizi energetici e ambientali** a cittadini e imprese.

- Azienda quotata in borsa dal 2003, con oltre **9000 dipendenti**
- Opera in **311 comuni** con 4.2 mln di cittadini serviti
- Servizi **energetici** (distribuzione e vendita di energia elettrica, gas e servizi energia)
- Servizi **idrici** (acquedotto, fognatura e depurazione)
- Servizi **ambientali** (raccolta e smistamento rifiuti)



# Il Polo Telecontrollo di HERAtech

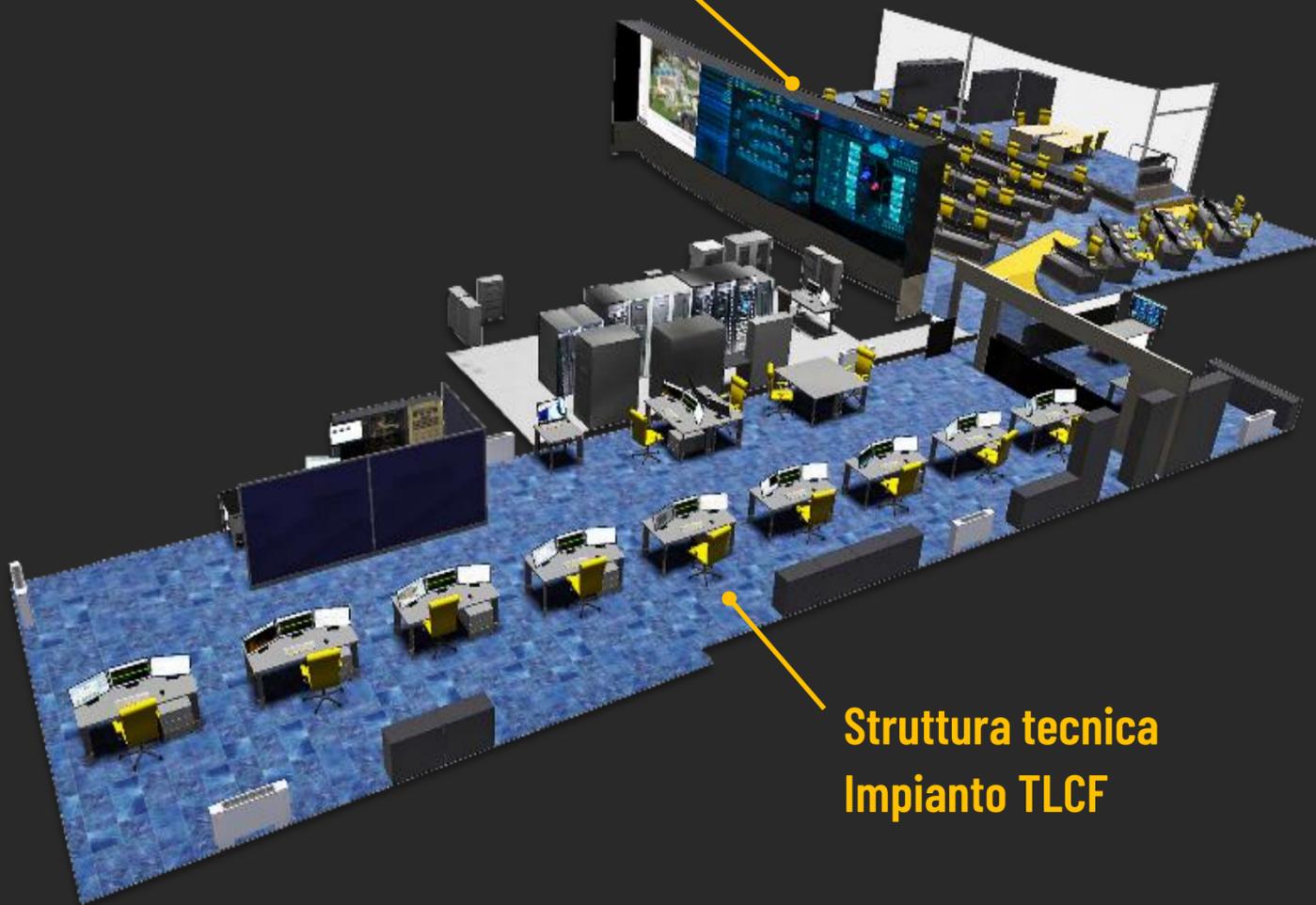
Il Polo Telecontrollo è un centro **multi-specializzato** unico in Italia e **all'avanguardia** a livello europeo, ubicato a Forlì, nel cuore dei territori gestiti dal Gruppo Hera. Attivo h24 365 gg/anno, impiega ca. 70 addetti che garantiscono la Business Continuity in qualsiasi condizione con un servizio sempre operativo, efficiente ed efficace.



Il centro nasce nel 2007 ed è costituito da due sale (tecnici e operatori) una sala riunioni (gestione crisi), uffici, laboratori tecnici, un data-center. Le postazioni operative sono dotate di PC multimonitor e di un enorme **video wall** di controllo dalle dimensioni di 2.400 pollici per 60 metri quadrati di schermo.

# Le aree funzionali del Polo di Forlì

Sala telecontrollo  
e Call Center Tecnico



Struttura tecnica  
Impianto TLCF



## Struttura Impianto (ingegneria & automazione)

Un pool di **14 tecnici altamente specializzati** in tematiche relative a sistemi elettronici, informatici, di automazione e telecomunicazione che gestisce ed **evolve il sistema SCADA**, oltre a fornire **supporto tecnico** a tutte le aree del business.



## Telecontrollo

60 operatori che **monitorano allarmi e fanno teleconduzione da remoto** di oltre 7.2k impianti e 641k segnali, acquisendo 30mln di informazioni al giorno e controllando in tempo reale reti idriche, gas e teleriscaldamento per uno sviluppo di circa 68k km.



## Call Center Tecnico

Gestione di tutte le **chiamate di pronto intervento** sul territorio (oltre 455k all'anno) che generano 130k ordini di lavoro all'anno, georeferenziati e monitorati nel loro avanzamento.

# Sala telecontrollo e Call Center Tecnico

Il Call Center Tecnico gestisce il flusso delle chiamate attraverso:

- Visione unitaria nel processo di contatto con il cittadino: dalla risposta, al dispatching, al presidio dell'avanzamento e tracciatura di tutto il processo.
- Creazione di uno strumento di concentrazione e condivisione di informazioni all'interno del Gruppo Hera.

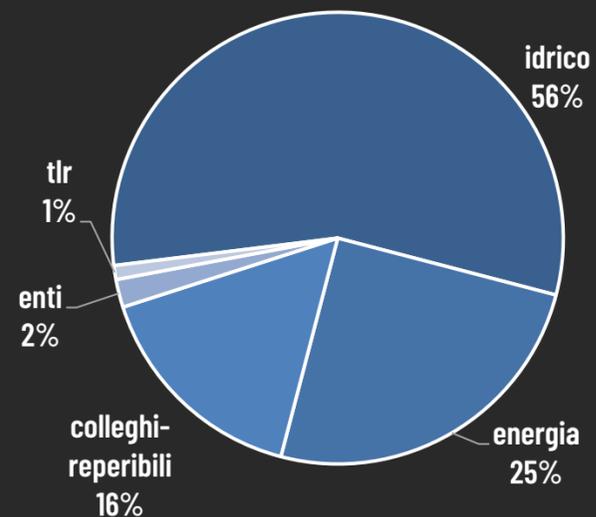
455k

Chiamate ricevute annue

174k

Chiamate effettuate verso colleghi annue

Distribuzione chiamate ricevute per ambito di pronto intervento

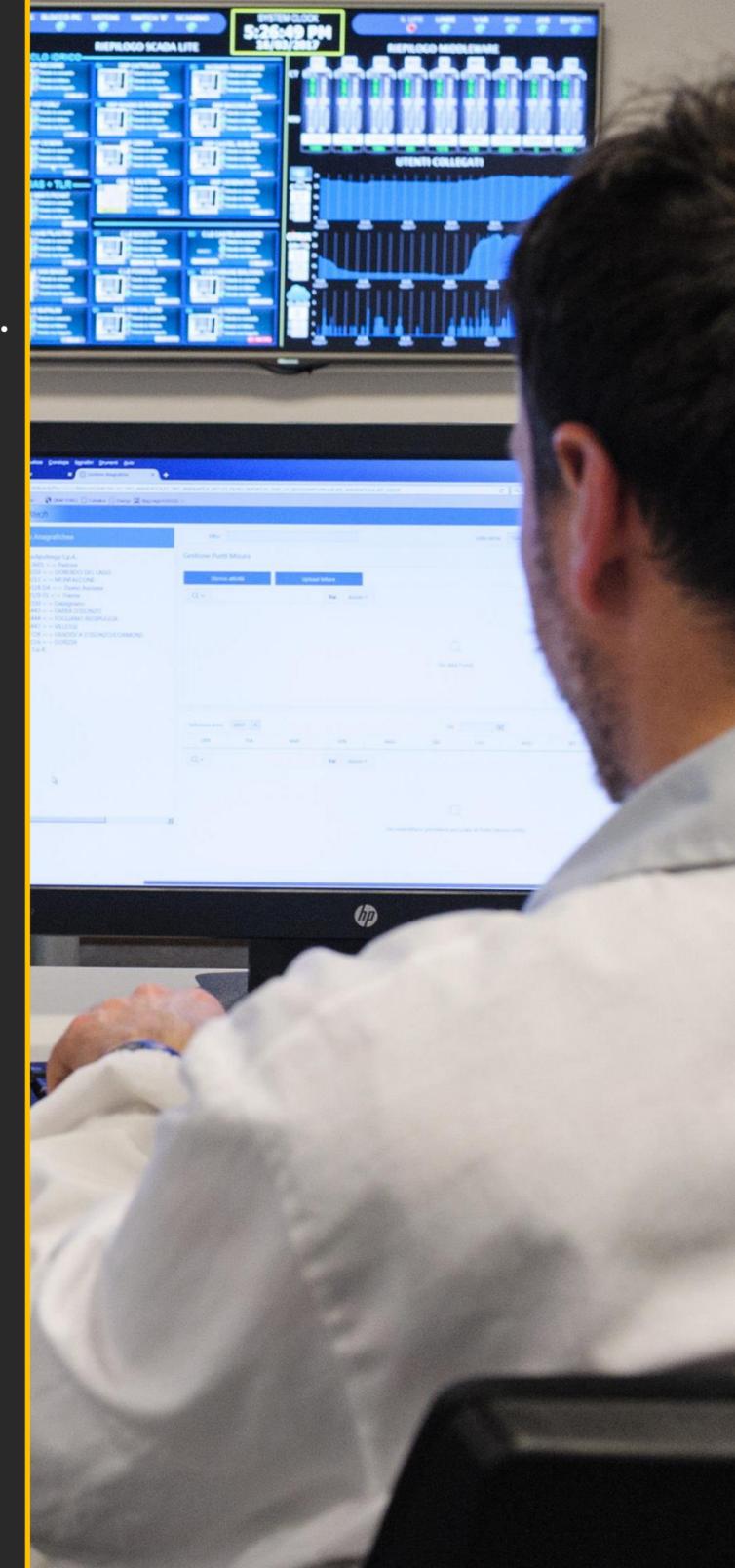


I numeri verde del pronto intervento

Logo	Numero Verde	Descrizione
AcegasApsAmga	800996060	
	800996062	
INRETE DISTRIBUZIONE ENERGIA	800713666	
	800713900	
	800713699	
marche multiservizi	800894405	
	800894406	
AIMAG	800905421	
	800905429	
HERA comm HERARICARICA	800087591	E-Mobility
HERALUCE	800713630	
	800904999	Perimetro CONSIP Toscana-Umbria

# La struttura operativa **Impianto TLCF**

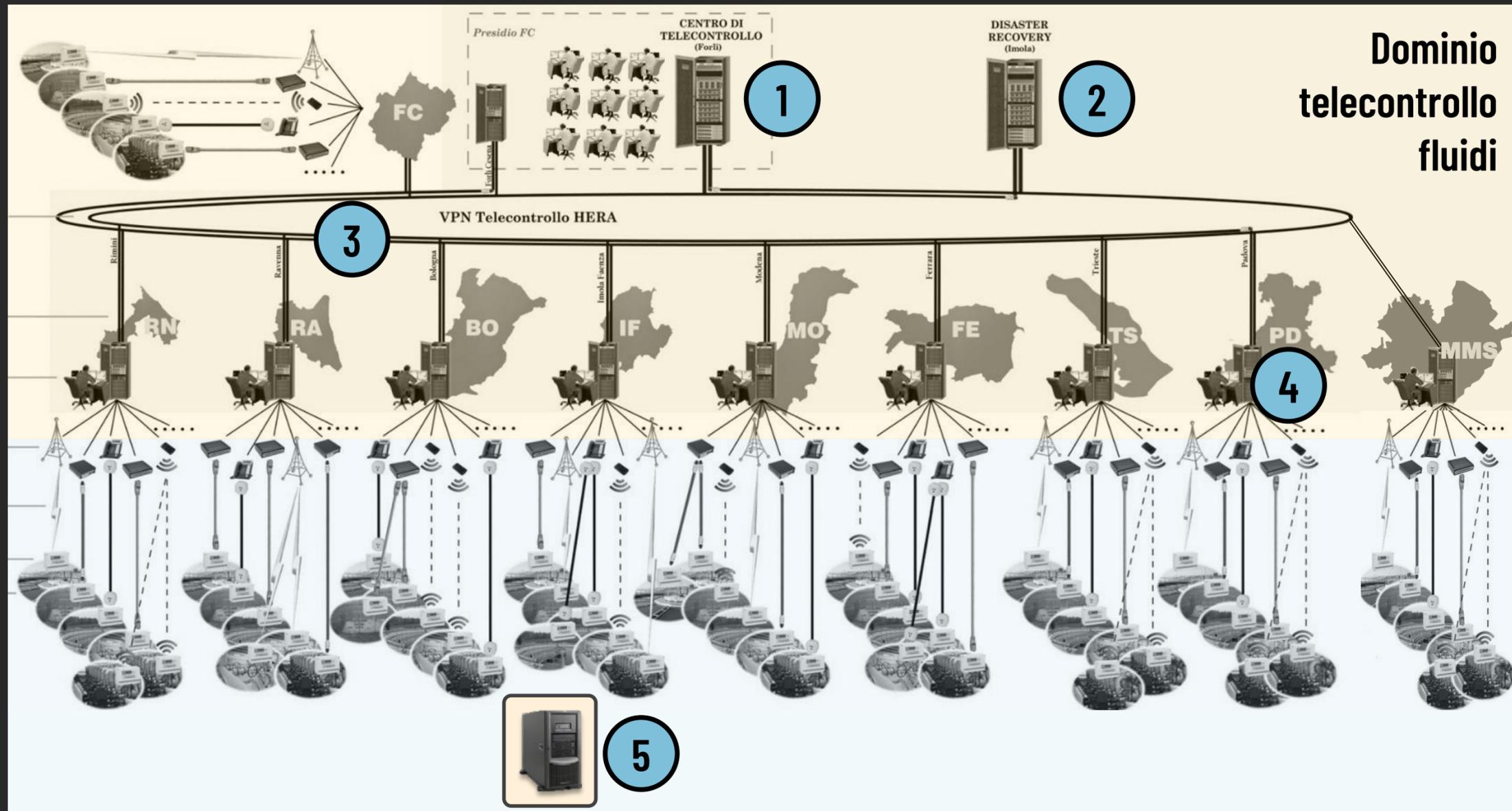
HERAtech supporta una **formazione continua** del suo team informatico attraverso corsi condotti direttamente da ETM. 5 ingegneri interni alla struttura hanno **certificazioni ufficiali per lo sviluppo della piattaforma PVSS**, dalle fondamenta (driver, acquisizione, scrittura codice) alle più moderne funzionalità (responsive layout, java-script, web viewer, map-viewer).





# Le **ridondanze** dell'architettura

Un sistema avanzatissimo, dotato di accorgimenti di sicurezza con **5 livelli di ridondanza** consente di affrontare ogni emergenza derivante dai territori, per garantire alle strutture operative un monitoraggio continuo.



- 1 **Sistema primario** (FC) con HW ridondato.
- 2 **Sistema secondario** (IF) disaster recovery & business continuity.
- 3 Rete segregate con **doppio anello** (pop).
- 4 **Server di emergenza** in tutti i territori con stesse funzionalità di centro.
- 5 **Scada Lite** in impianti critici con stesse funzionalità di centro.

# PVSS, il sistema di telecontrollo del Gruppo HERA

Il sistema Scada di Hera è stato realizzato da ETM (azienda austriaca) con il nome PVSS, successivamente Siemens ha acquistato 100% di ETM ed cambiato il nome in WinCC OA. Attualmente in Heratech, il progetto si avvale del telecontrollo in real time di **641k segnali** e **13k periferiche** connesse al sistema.



- **Accesso diretto al Sever Centrale**  
Tutti i tecnici della struttura impianto e gli operatori di sala sono collegati direttamente al sistema centrale di Forlì (CT)
- **Accesso da remoto (VPN) o altre sedi Hera**  
Da remoto gli operatori della business unit e responsabili si collegano a PVSS tramite accesso sicuro con la piattaforma Citrix attraverso il PC aziendale di lavoro (>700 accessi/gg)
- **Accesso in mobilità da Cloud**  
E' stata sviluppata internamente l'app CLOUD TLCF che permette di accedere in pochi secondi (tramite tablet e smartphone) a tutti i dati e sinottici di PVSS, oltre a poter utilizzare funzionalità aggiuntive come l'utilizzo delle mappe geostazionarie e l'utilizzo di modelli in 3D

# Le **referenze** di PVSS

La scelta di utilizzare questo sistema è stata fatta anche sugli ambiziosi progetti che sono stati sviluppati in giro per il mondo.

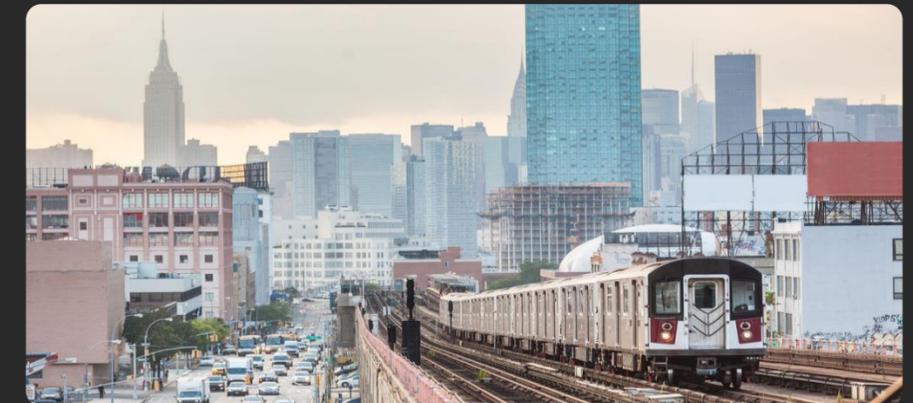
Eccone alcuni tra i principali.



**Pioneering Spirig** è una delle navi industriali più grandi al mondo. Utilizzata per la movimentazione di piattaforme offshore. PVSS gestisce più di **100k segnali** critici del processo.

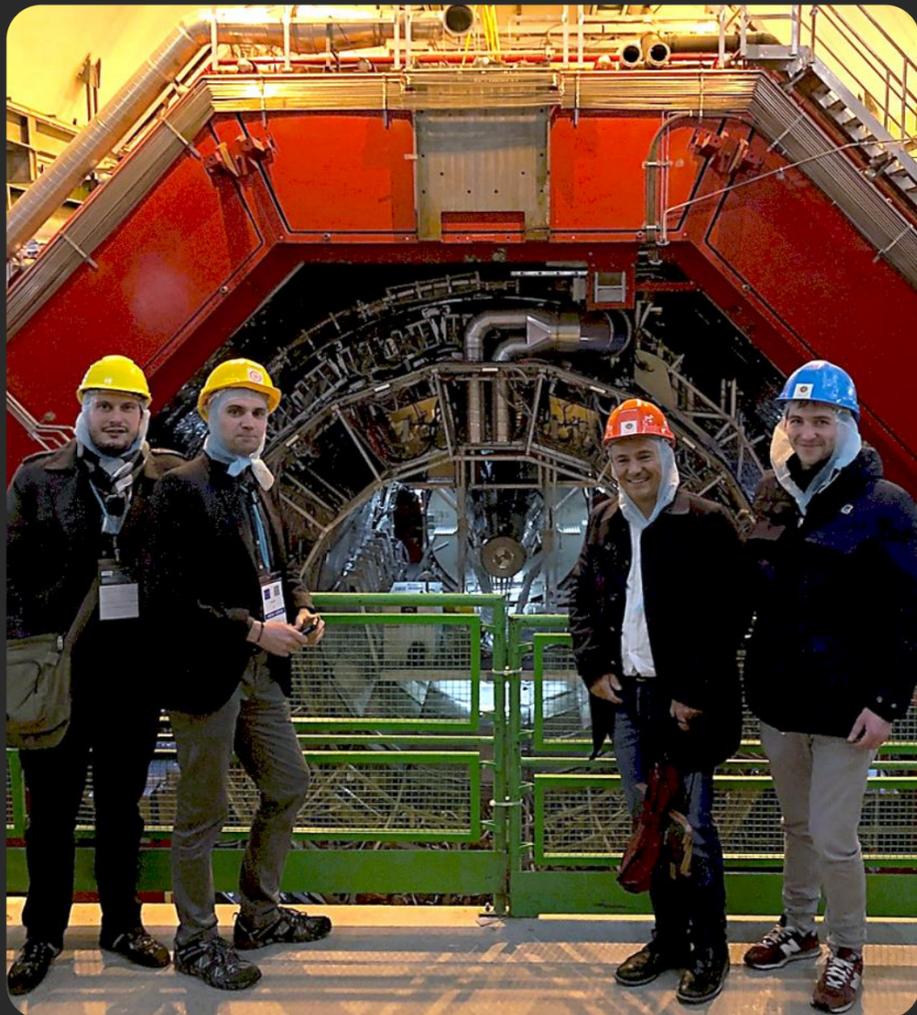


**CERN** di Ginevra da più di 20 anni utilizza PVSS a seguito di un'attenta valutazione e collabora con casa madre per implementare e testare le nuove funzionalità dello Scada. All'interno del nuovo LHC si ha uno scambio dati fino a **200k variazioni al secondo** e un totale di **45mln di segnali**.



Tra le altre numerose **referenze**:

- Metropolitana di New York - 15mln segnali
- Acciona CECOER - 22k periferiche
- Samsung - 1mln segnali
- Tunnel San Gottardo - 250k segnali
- Chernobyl- 200k segnali



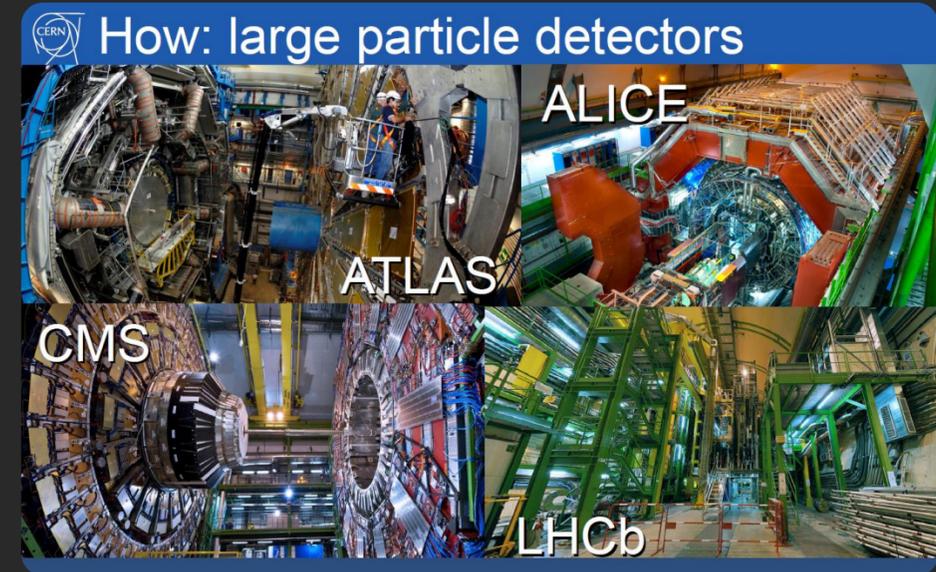
Nell'acceleratore di particelle del Cern i volumi dati scambiati (a **200'000 var/Sec**) sono talmente elevati che la fibra ottica (a 3Tbit/s) non riesce a garantirne il trasporto. Per questo motivo è stato necessario installare i potenti calcolatori (con memoria da **50 PByte**) a 100 metri di profondità, direttamente collegati ai sensori.

### Industrial Control challenges

- Goal: maximize and optimize **physics data-taking**
- Implies: maximum **availability**, optimal operation of all auxiliary systems
  - cryo, gas, interlocks, cooling, HVAC, alignment, powering,....

*Industrial Control Systems shall optimize uptime and optimal operation of detectors, accelerators and technical infrastructure*

- Additional specific requirements:
  - Environment:
    - radiation areas, strong magnetic field up to 4T
  - Unprecedented number of I/O
    - (3 M h/w channels in ATLAS)
  - Data volumes and rates
    - (e.g. QPS 200.000 changes/s)
  - Large distributed and interconnected systems
  - Complexity (control logic, multiple technologies)
  - Highly de-centralized instrumentation (>27 km)

## CERN

- European Organization for Nuclear Research
  - International organization
  - 22 member states (mainly Europe plus Israel)
    - Numerous associated members and observers
  - Open to worldwide scientific community: 17500 people
    - 12200 visiting scientists, 70 countries, 110 nationalities, 600 institutes
  - 2600 employees, 500 students, 800 fellows
  - Budget: 1.1 mld CHF



### Use of WinCC OA: Some numbers

- 760 registered active developers worldwide (~1500 ever)
  - Over 250 institutes in 30 countries
  - 140 CERN internal training courses, ~1000 students
- Hundreds of production systems

Application	WinCC OA Systems	Parameters (M dpes)
ALICE	100	3
ATLAS	130	12
CMS	90	10
LHCb	160	10
Accelerator Complex & Technical Infrastructure	220	10

...and many smaller systems: Radiation Monitoring, Magnet Test, etc

### SCADA evaluation

- Selection of technologies for the LHC era
  - Started in 1996
  - Use of industrial products/standards
  - Many technologies evaluated
  - SCADA, middleware, fieldbuses, PLCs, etc
- SCADA evaluation
  - Extensive market survey (hundreds of SCADA, 40 companies contacted for specs)
  - Evaluation 1997-99 (>10 man-year effort, 6 products evaluated)
  - Very long list of criteria
  - PVSS (WinCC OA) selected in year 2000 after CERN tender
    - Since 2007: PVSS II -> WinCC Open Architecture



# I numeri del telecontrollo fluidi

7848

Impianti PVSS

13.3mln

Dati Real Time GG

3.3mln

Dati MSD-Terna GG

3786

Ticket 2020

>100

Oracle JOB

641k

Segnali PVSS

14.9mln

Dati Statistici GG

44.9k

Comandi inviati GG

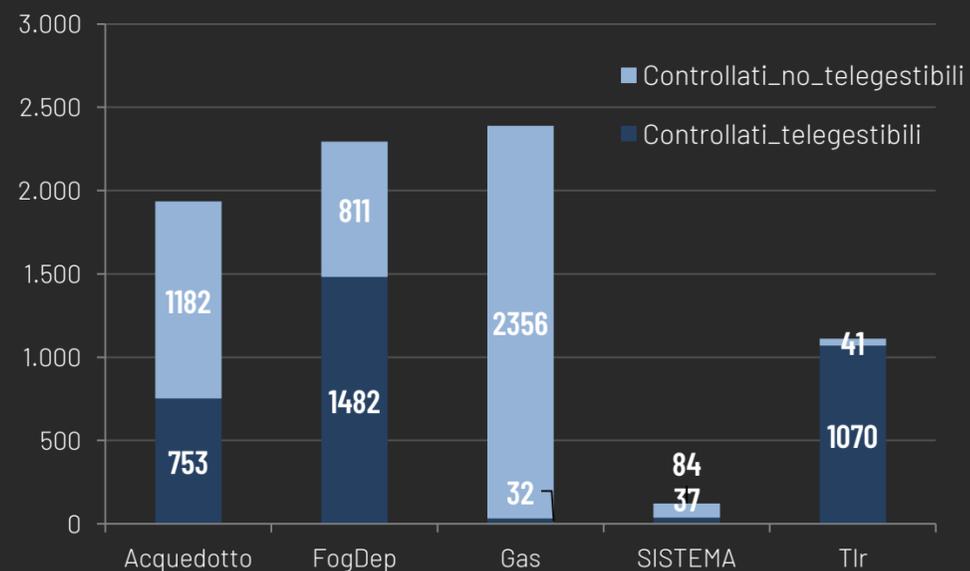
8283

Allarmi/warning GG

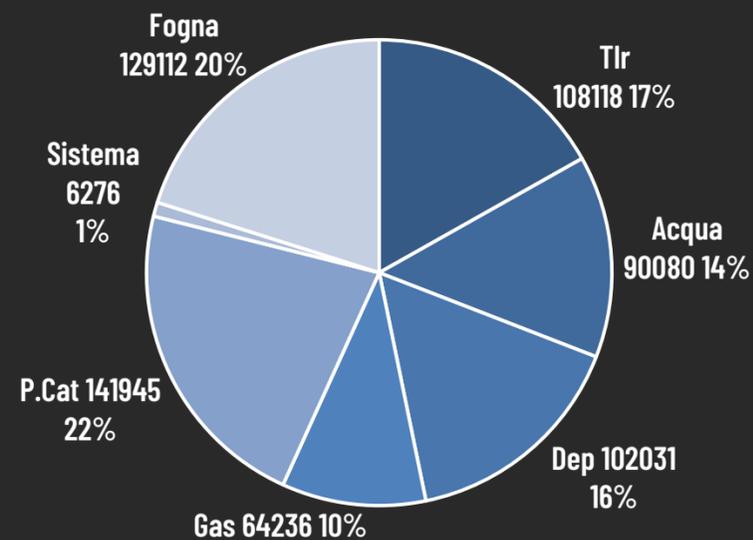
380

Logiche RPA

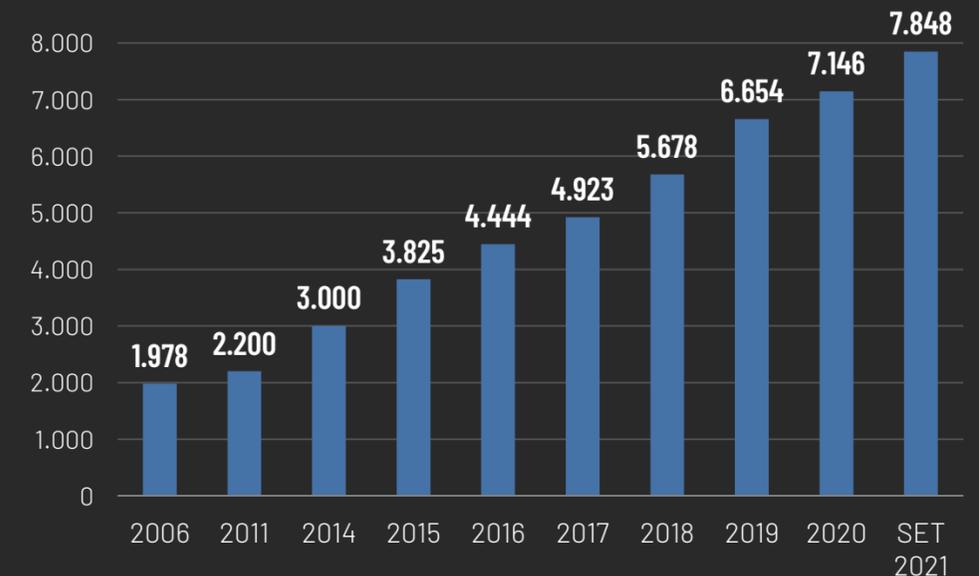
Impianti per Servizio



Segnali per servizio

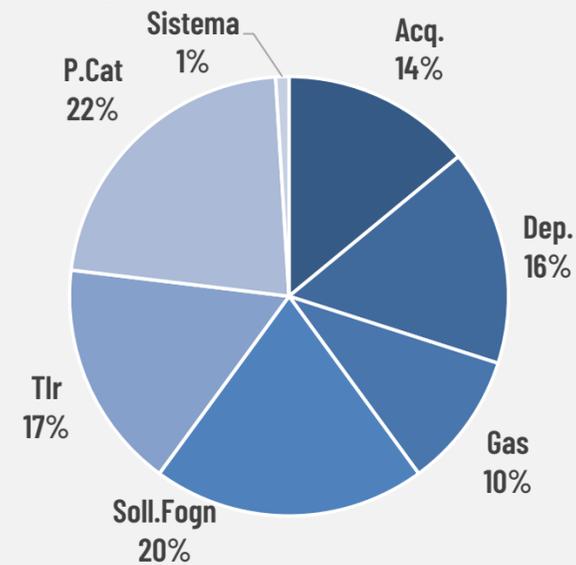


Crescita impianti



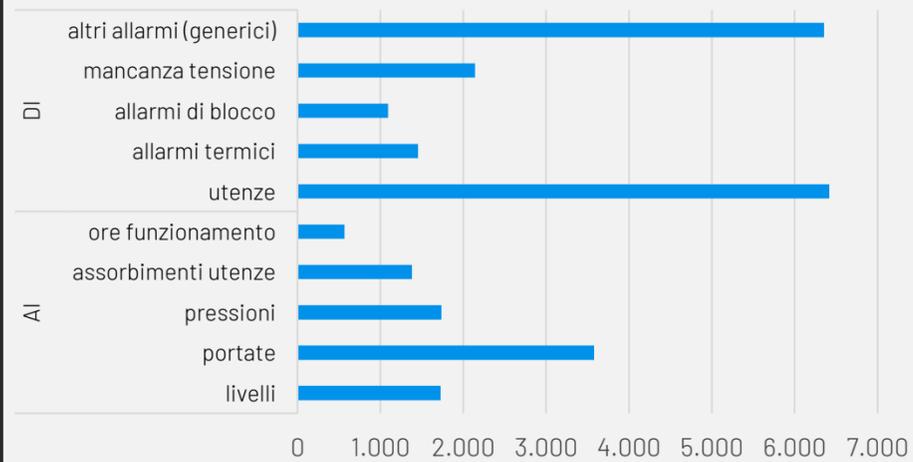
# Le principali **tipologie di dati** gestiti

## Segnali suddivisi in servizi



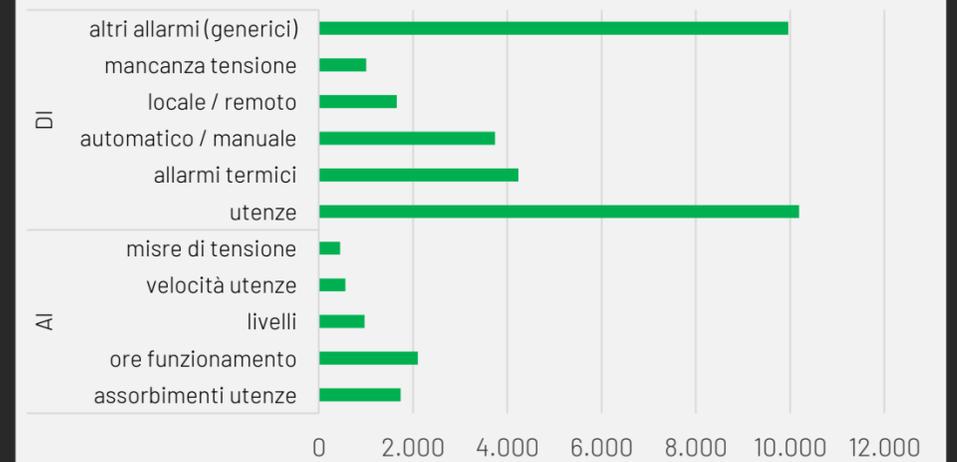
## ACQUA

64k segnali di processo



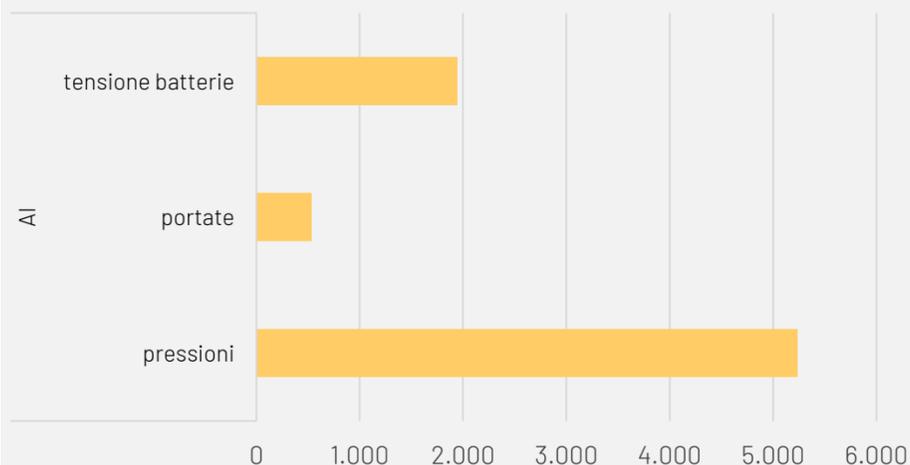
## DEPURAZIONE

95k segnali di processo



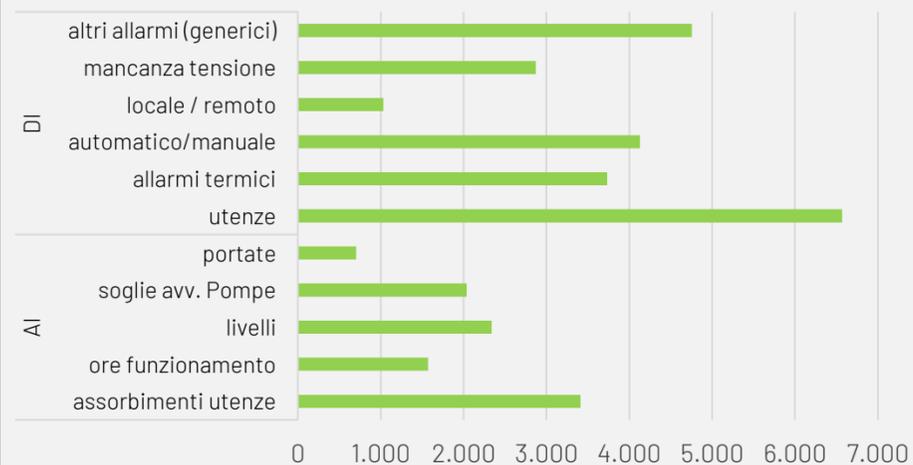
## GAS

21k segnali di processo



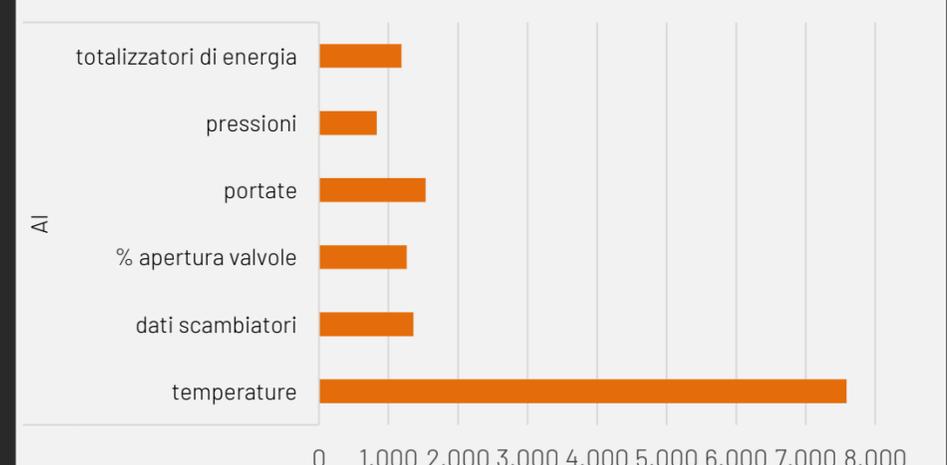
## SOLL. FOGNARI

28k segnali di processo



## TLR

94k segnali di processo



# I dati gestiti dal **database** (Oracle) del Telecontrollo

Il database Oracle immagazzinano i dati real time e aggregati (media, battuta, minimo, massimo con relativi timestamp) utilizzando 32 job schedulati su ODA che ogni 15 minuti processano oltre 160k segnali.

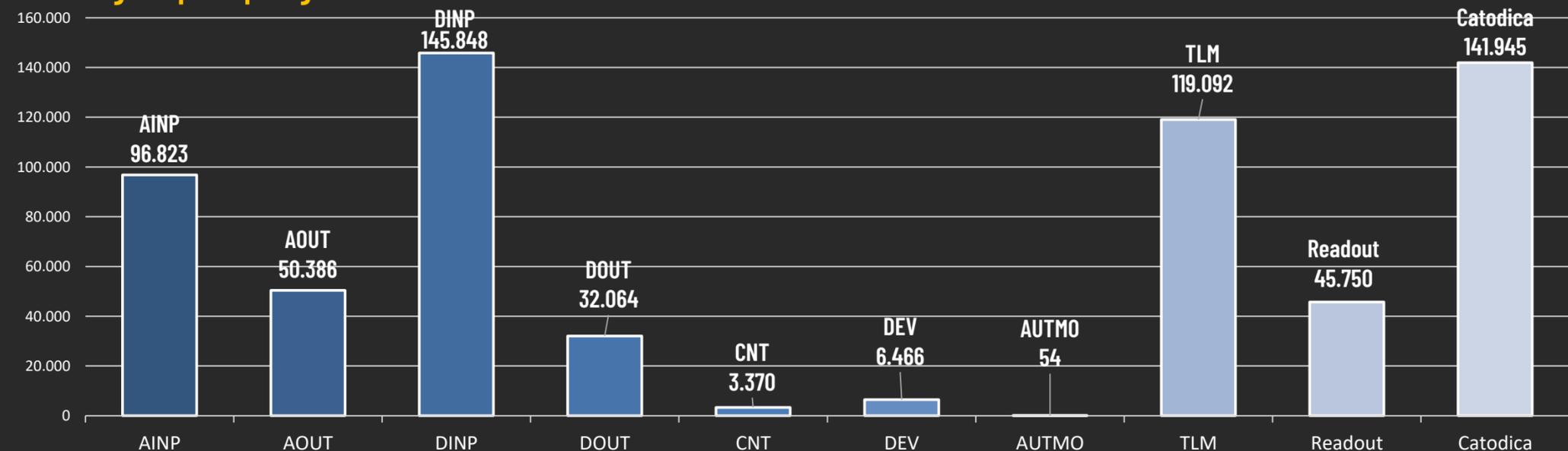
	Valore	Profondità temporale	Numero record nel DB
Dati realtime	16 mln /gg	Circa 9 mesi	Oltre 3,5 miliardi
Dati statistici	15 mln /gg	12 anni	Oltre 30 miliardi
Allarmi (gestiti da operatore, non filtrati)	Oltre 60.000 /mese (insorgenze non filtrate)	7,5 anni	Circa 65 mln (insorgenze, rientri, anche di allarmi filtrati)

160k

Record aggregati  
generati

ogni 15m/giorno/mese/anno

Segnali per tipologia



# L'allarmistica nel telecontrollo

La gestione degli allarmi real time è il primo requisito per un sistema di acquisizione dati efficiente. Ogni giorno sono più di 11k gli allarmi che insorgono nel sistema e che, a seconda della loro classificazione di criticità, vengono gestiti dalla sala telecontrollo.

526k

Allarmi nel 2021

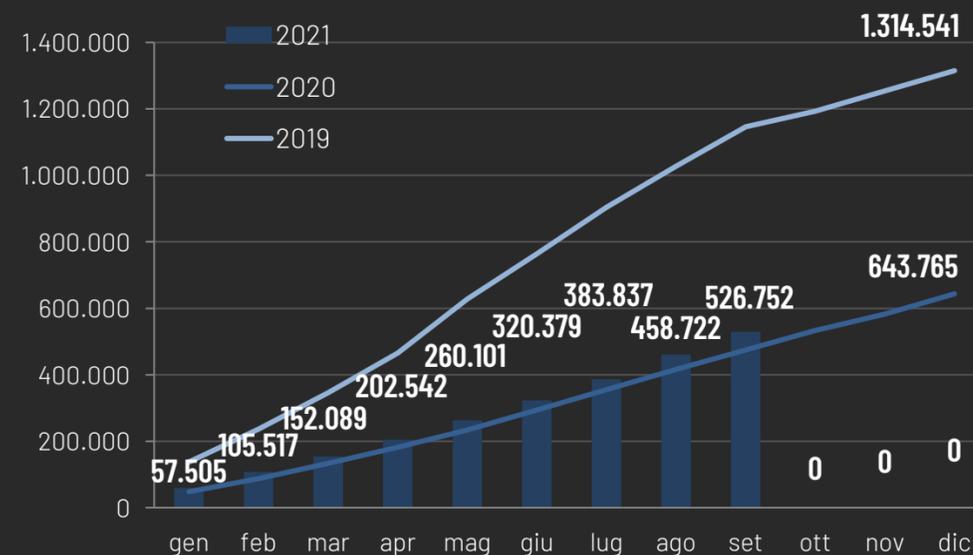
68k

Allarmi Sett. 21

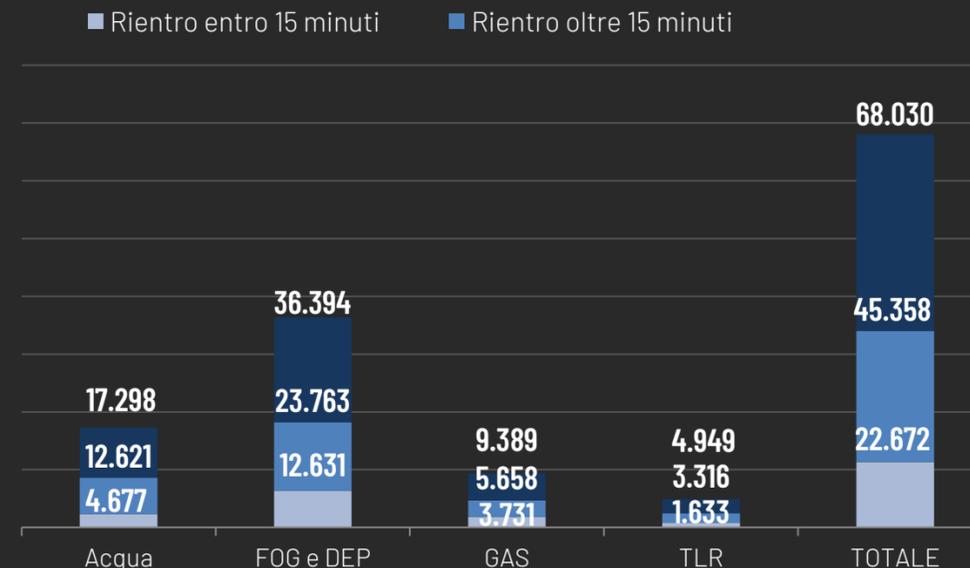
66.4%

Media rientri 15m Sett. 21

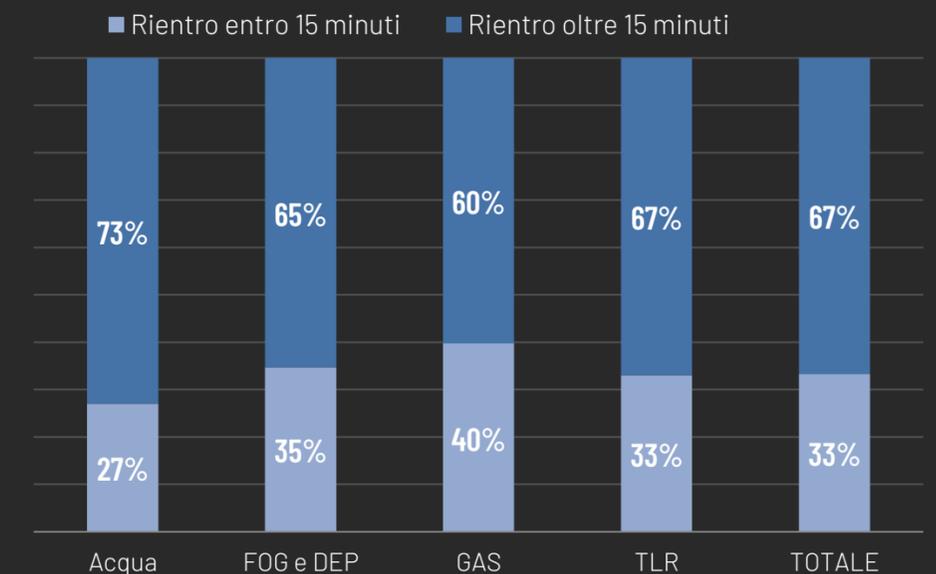
### Numero Allarmi Complessivi - Progressivo



### Numero Totale allarmi per Servizio



### Tempi rientro allarmi singolo mese



# L'automazione nel telecontrollo

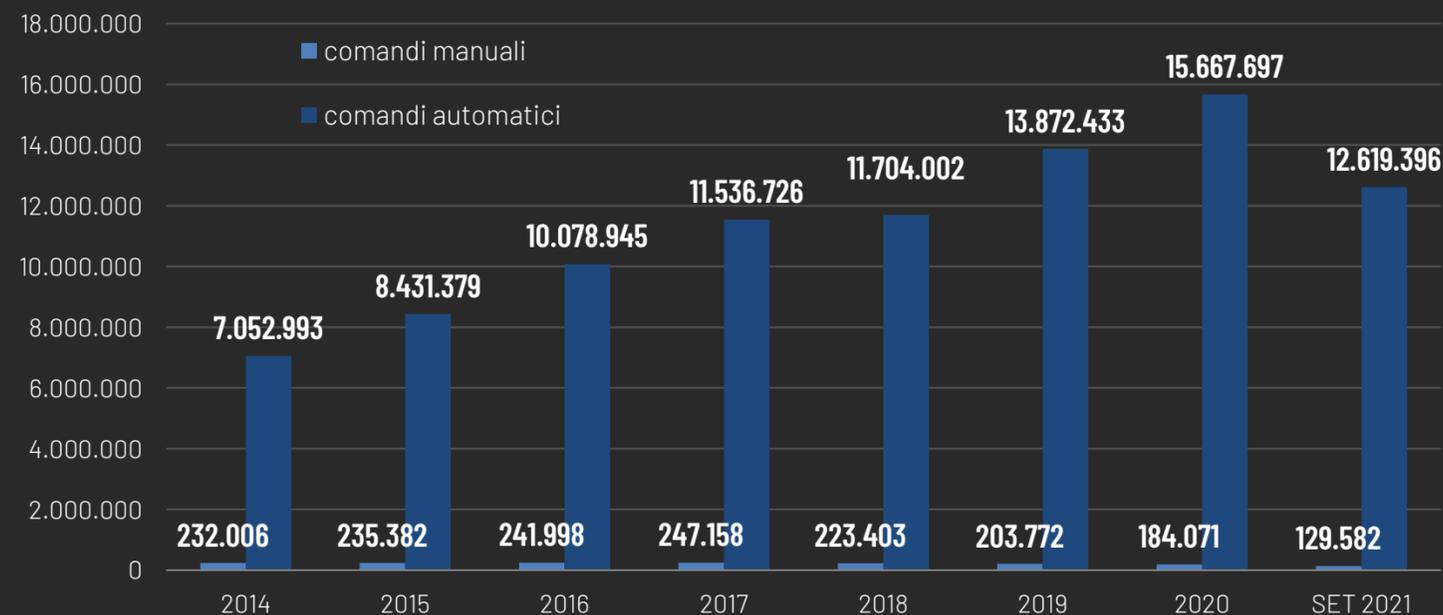
Negli anni l'automazione si è ritagliato un ruolo sempre più importante e decisivo nell'efficienza della gestione degli impianti a discapito di una gestione manuale da operatore.

- **Comando automatico:** ogni azione effettuata dal sistema mediante automatismi interfacciati con il PVSS
- **Comando operatore:** ogni azione manuale con la quale l'operatore interagisce concretamente con gli impianti in campo

12.6mln

Comandi Aut nel 2021

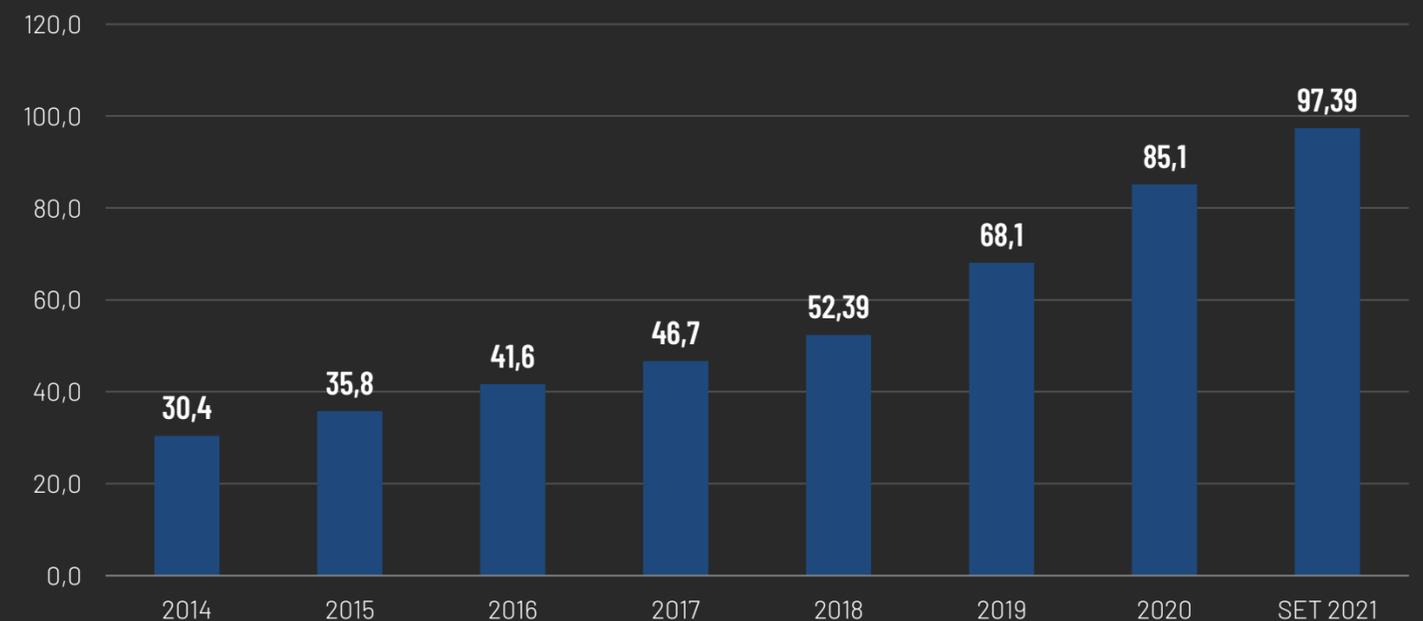
Comandi automatici vs comandi manuali



97.4%

Rapporto Aut vs Man nel 2021

Rapporto Comandi automatici vs comandi manuali



# L'utilizzo del sistema

Negli anni sono sempre di più gli utenti che utilizzano PVSS quotidianamente, sia attraverso l'accesso Citrix da remoto tramite PC aziendale, sia attraverso la piattaforma CLOUD da mobile.

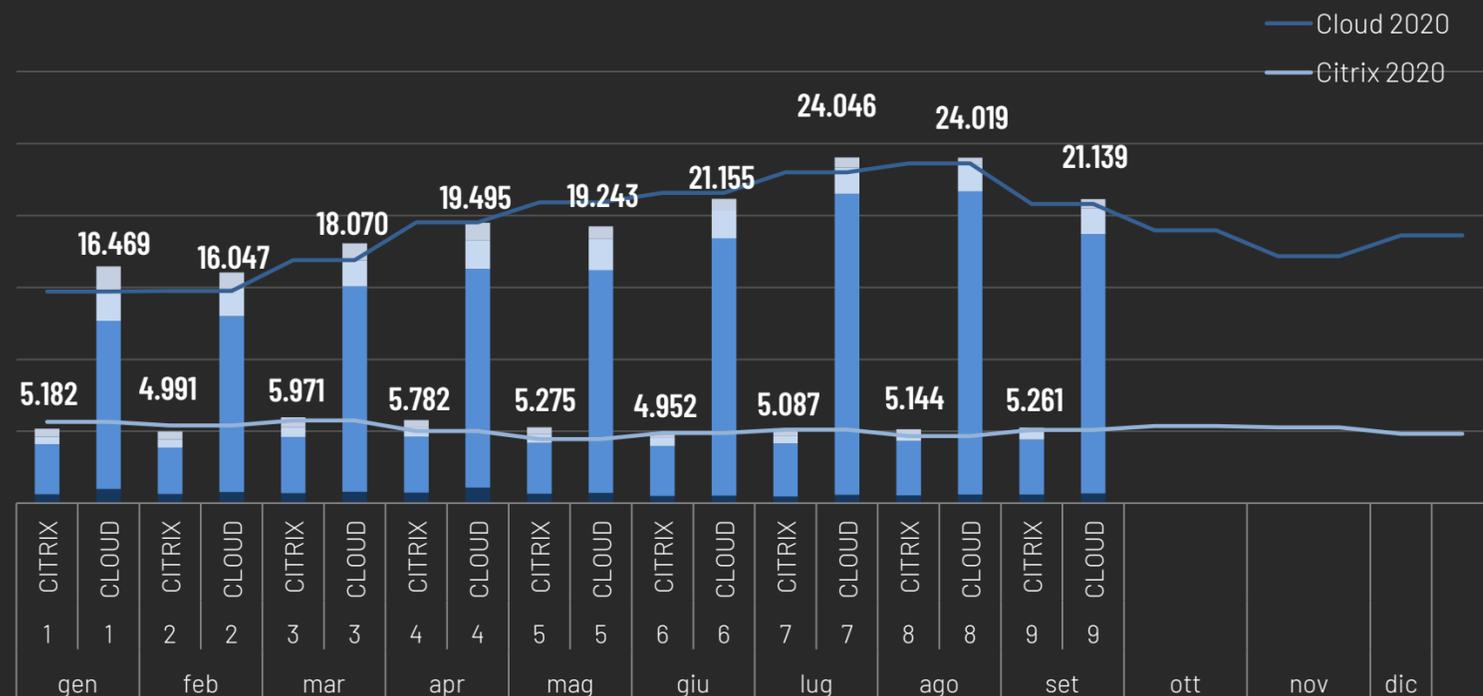
26.4k

Accessi Sett. 21

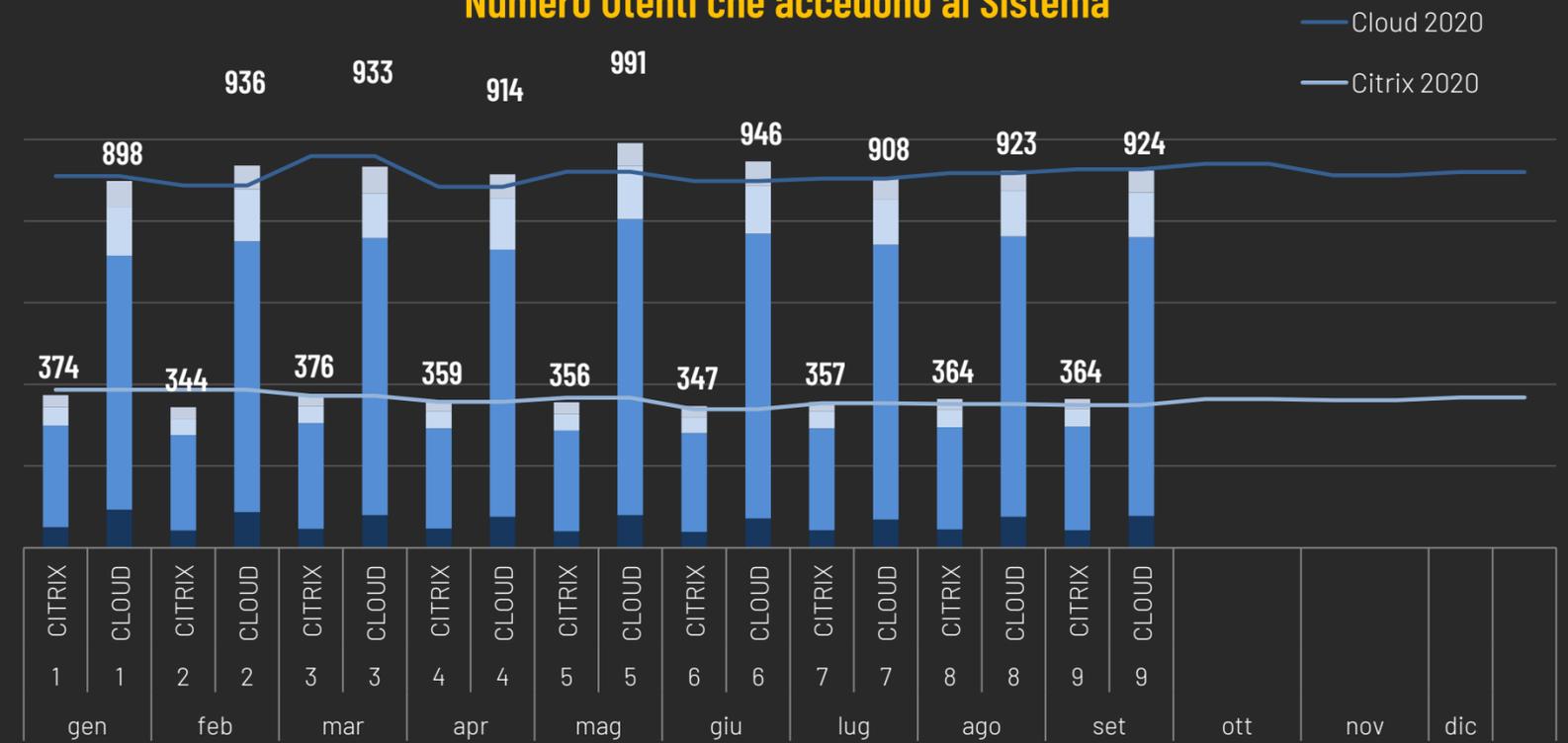
1308

Utenti accesso Sett. 21

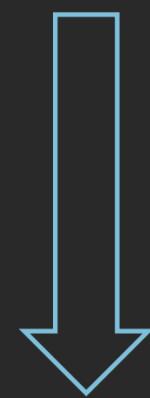
Numero Accessi al Sistema



Numero Utenti che accedono al Sistema



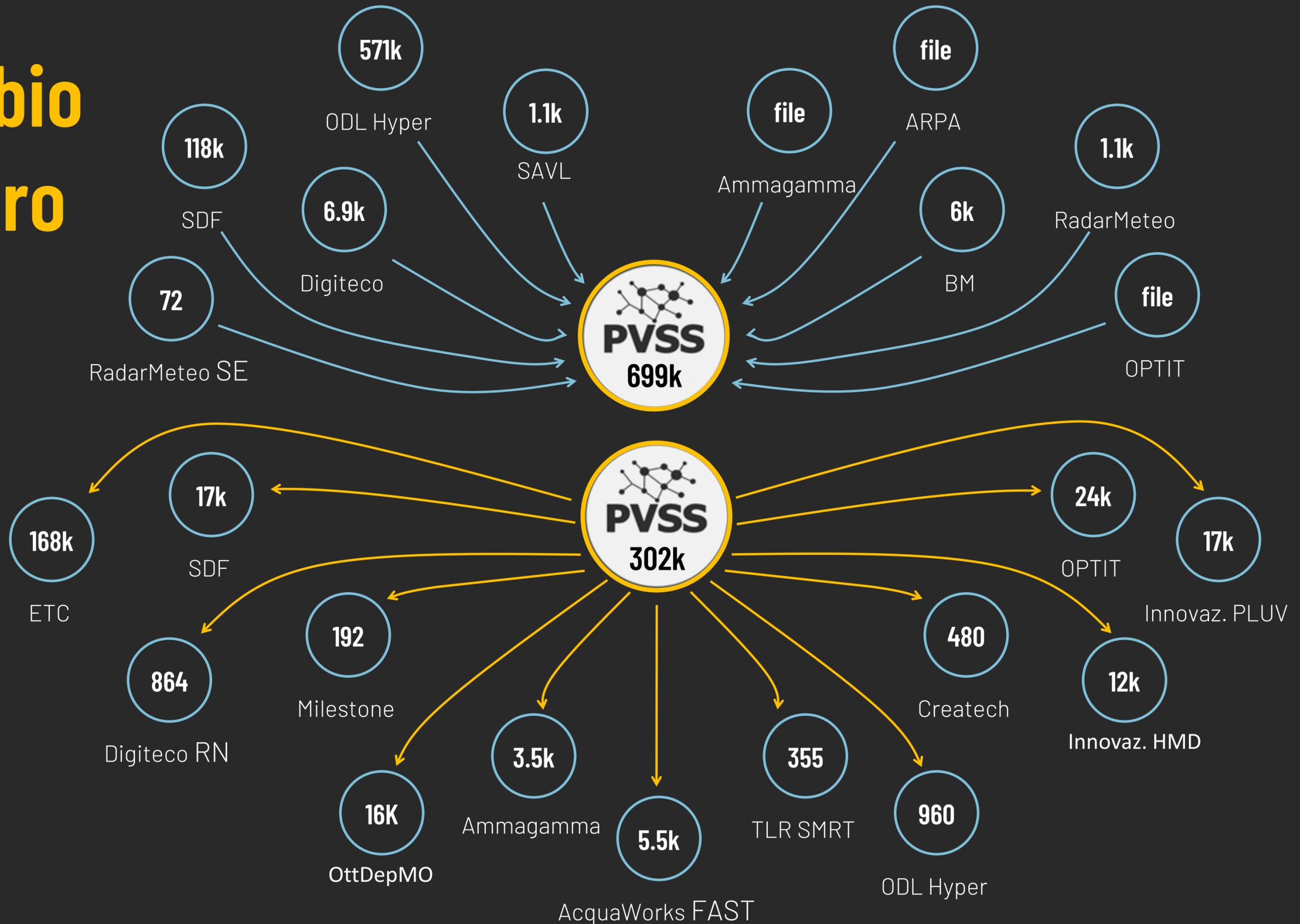
# Lo scambio giornaliero di dati tra sistemi



Input



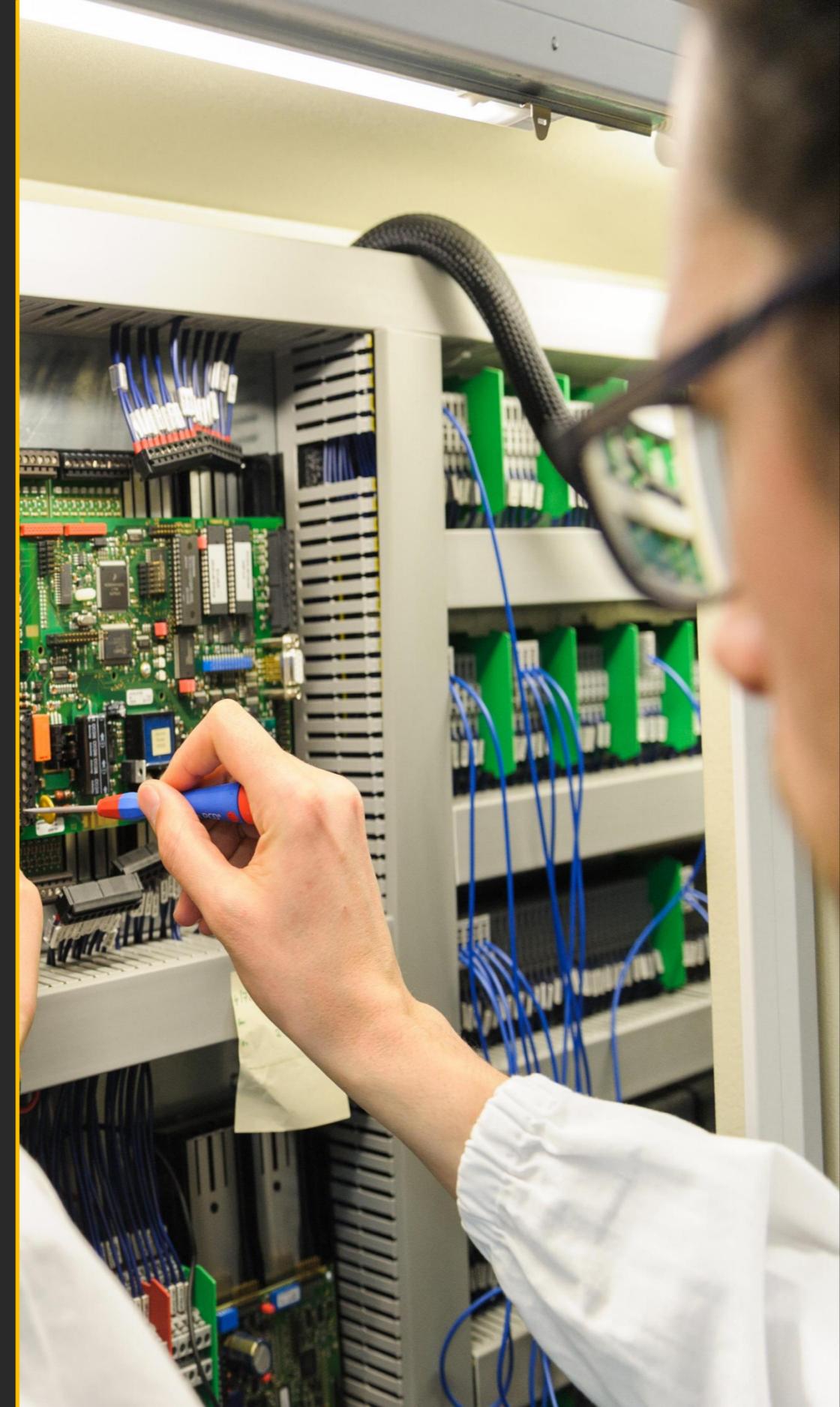
Output



# Il laboratorio device del telecontrollo

All'interno del laboratorio i nostri tecnici esperti di strumenti di automazione e misura sviluppano le nuove funzionalità del sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) di Telecontrollo e testano le nuove Periferiche RTU di campo (Remote Terminal Unit). In funzione dei test in laboratorio e delle verifiche peculiari, vengono:

- Definiti i Contratti Q di gruppo
- Definiti i nuovi standard di RTU e le direttive di funzionalità del TLC per il Gruppo



# La **Cyber security** contro le nuove minacce

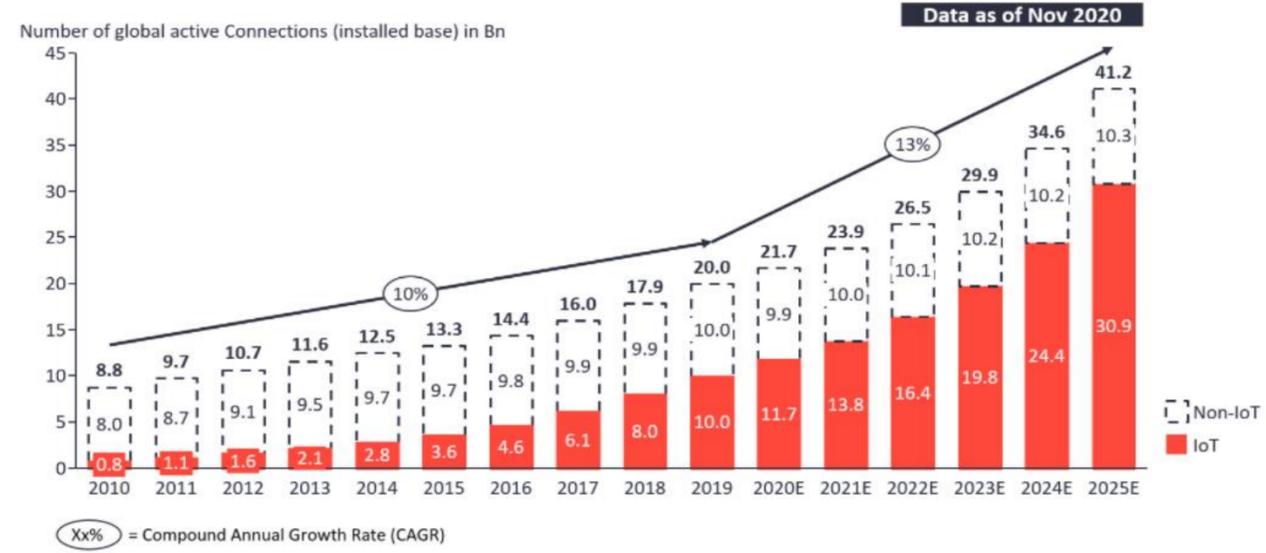
Sempre di più leggiamo di attacchi ai sistemi informatici delle più grandi aziende di tutto il mondo



# Incremento dei dispositivi interconnessi

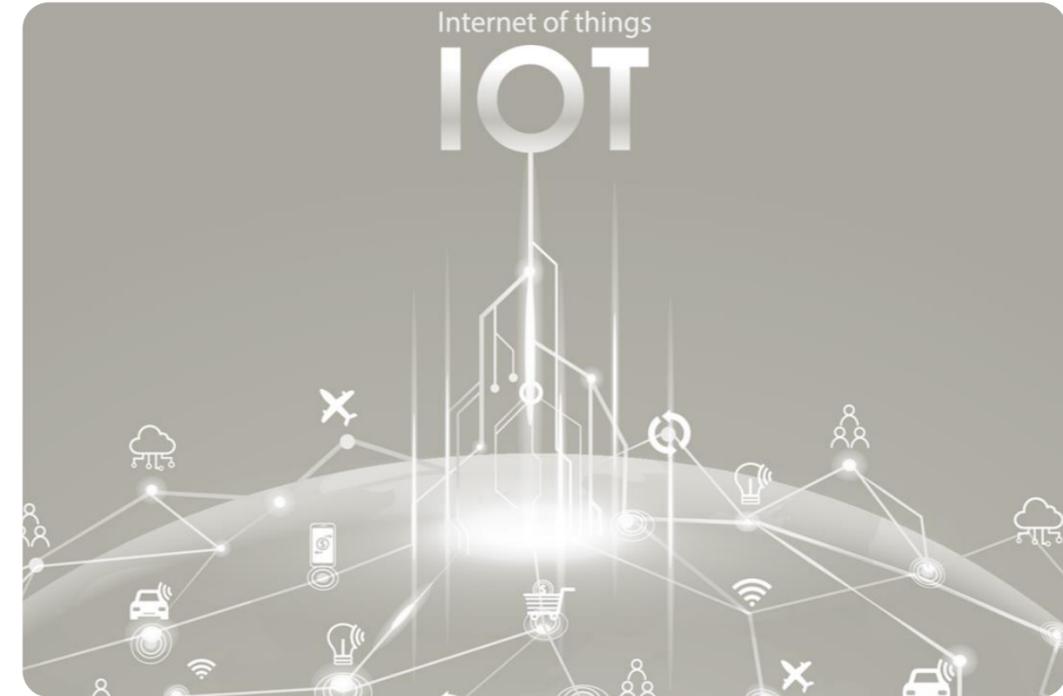
## Total number of device connections (incl. Non-IoT)

20.0Bn in 2019— expected to grow 13% to 41.2Bn in 2025

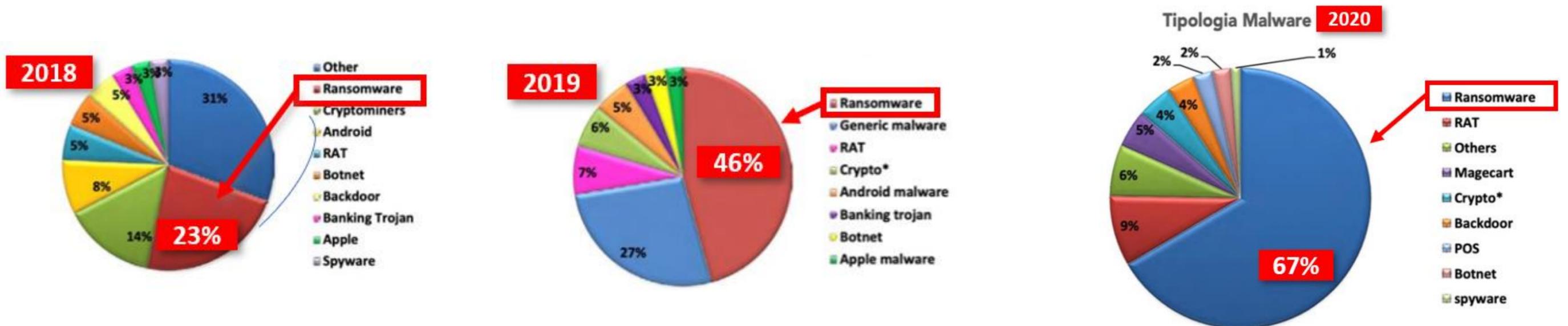


Note: Non-IoT includes all mobile phones, tablets, PCs, laptops, and fixed line phones. IoT includes all consumer and B2B devices connected – see IoT break-down for further details

Source(s): IoT Analytics - Cellular IoT & LPWA Connectivity Market Tracker 2010-25



# Incremento quote virus Ransomware



## Sistema Anti-Ransomware telecontrollo fluidi



Collegamento attivo solo in caso di attacco

## Data Center



Il telecontrollo è una rete segregata.

Per ogni accesso al sistema da ambiente esterno è stata definita una modalità che permetta la più alta sicurezza informatica possibile disaccoppiando la comunicazione

Il gruppo Hera ha implementato un sistema **Anti-Ransomware del Telecontrollo Fluidi**, composto da un sistema minimale di emergenza con funzionalità indispensabili al processo, perennemente scollegato dalla rete aziendale e con attivazione in caso di attacco informatico RANSOMWARE.

# Come gestiamo le attività standard e i progetti

Le attività e i progetti della struttura Impianto Telecontrollo sono gestiti da un tool mantenuto ed evoluto internamente e integrato nella piattaforma SCADA centralizzata.

**HERAtech** TICKET TELECONTROLLO FLUIDI Alex Menghi

Personale

SLA NON ASSEGNATA: 0

TICKET IN SCADENZA: 0

TICKET SCADUTI: 0

TICKET IN ATTESA DI COLLAUDO OLTRE IL LIMITE: 3

TICKET NON ASSEGNATI: 0

TICKET SOSPESI CON ACCORDO: 1

TICKET IN ATTESA DI RISPOSTA: 11

TICKET IN LAVORAZIONE: 1

Ticket ID	Id Modifica	Ultima risposta	Tipo ticket	Nome impianto	Autore ticket	Assegnato a	Data scadenza SLA	Codice impianto PVSS	Oggetto	Stato	Data effettuazione test	Referente
9663	14414	Morri Franco	Nuovo impianto	(RA_11255745) (RAA FRUTTAGEL2)	Morri Franco	Penolazzi Fabio	19/11/2021	VARA006ALU01	nuovo	In lavorazione	N.D.	morri

**Dettagli ticket**

Codice impianto: VARA006ALU01  
Nome impianto: (RA\_11255745) (RAA FRUTTAGEL2)  
ID Modifica: 14414  
Ticket ID: 9663  
Oggetto: nuovo  
Descrizione: Buongiorno, serve creare nuovo impianto. Appena disponibile potete comunicarmi la nuova porta GPRS. Non ha fornitura enel, GPS:44.51367N, 12.04032E. Grazie, Franco.  
Tipo ticket: Nuovo impianto  
Proprietario: Penolazzi Fabio  
Stato: In lavorazione  
Priorità: Standard  
Competenza: BU  
Autore ticket: Morri Franco  
Utente A-EFC: CI\_A\_FC-RN-RA\_C  
Referente: morri  
Codice SLA applicata: 4 - 15gg - Aggiunta/canc. TAG e sinottici nr <50 Impianti nuovi o aggiornamenti  
Tipo modifica:  
Tempo lavorato: 30 minuti  
Documenti: 9663-FruttageI02.png

Data apertura: 05 ottobre 2021 12:11  
Data scadenza BU: 12 ottobre 2021  
Data ultima attività: 19 ottobre 2021 09:51  
Data scadenza SLA: 19 novembre 2021  
Aree di competenza: HERA\_SII-Acqua-Romagna  
Clienti: HERA\_SII  
Società: HERA  
Servizi: Acqua  
Aree territoriali: Romagna

**Storico ticket**

Tipo Storico	Valore	Data Inizio	Data Fine
Id Modifica	14414	05 ottobre 2021 12:11	N.D.
Stato	In lavorazione	05 ottobre 2021 12:47	06 ottobre 2021
Proprietario	Fantoni Roberto	05 ottobre 2021 12:47	06 ottobre 2021
SLA	Aggiunta/canc. TAG e sinottici nr <50 Impianti nuovi o aggiornamenti	05 ottobre 2021 12:47	N.D.
Proprietario	Lassi Luca	06 ottobre 2021 10:23	19 ottobre 2021
Stato	In attesa di collaudo	06 ottobre 2021 13:07	15 ottobre 2021
Stato	In lavorazione	15 ottobre 2021 08:37	N.D.
Proprietario	Penolazzi Fabio	19 ottobre 2021 09:51	N.D.

Visualizzo 1-8 di 8 ele

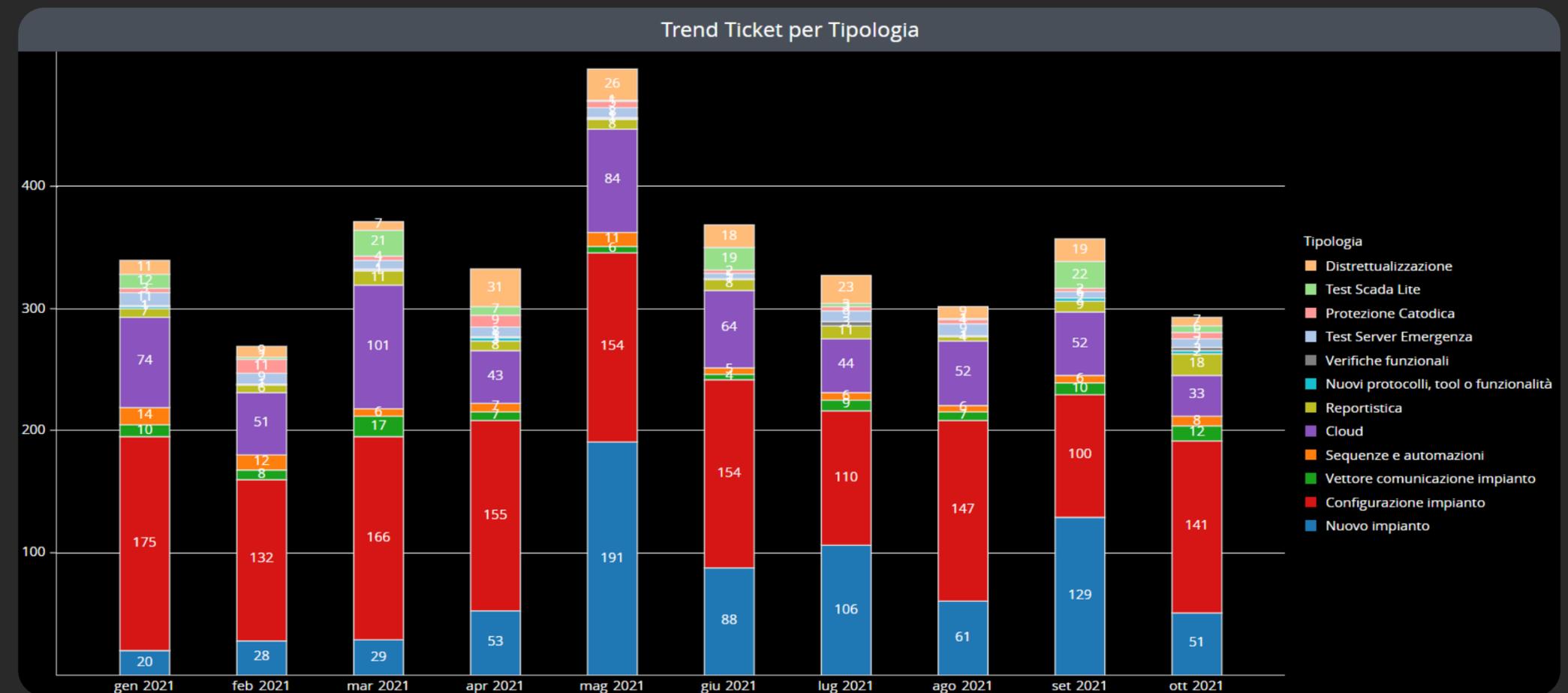
Copyright © 2021 SiComunica.net.



# Le attività e i progetti di Impianto

Le attività principali del telecontrollo riguardano la gestione delle richieste di intervento (aggiunta, modifica, eliminazione) di Impianti o segnali telecontrollati a sistema, sviluppo protocolli di comunicazione, reportistica specifica o dashboard dinamici, sviluppo nuove funzionalità/progetti nel sistema SCADA, ecc.

Tutte le fasi delle attività sono monitorate e gestite dal **tool di ticketing** fino al collaudo. Nel tool sono monitorati anche gli SLA contrattuali con le società del gruppo



# I progetti aziendali sviluppati internamente

Oltre alle attività standard, sono sempre più i progetti che la struttura sviluppa per **aggiungere valore** a tutta l'azienda.

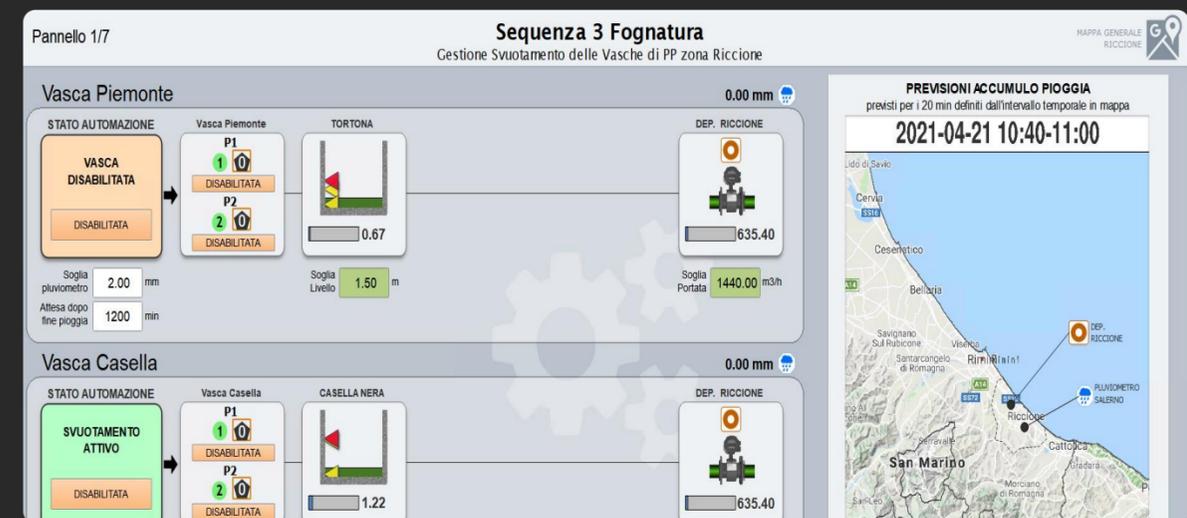
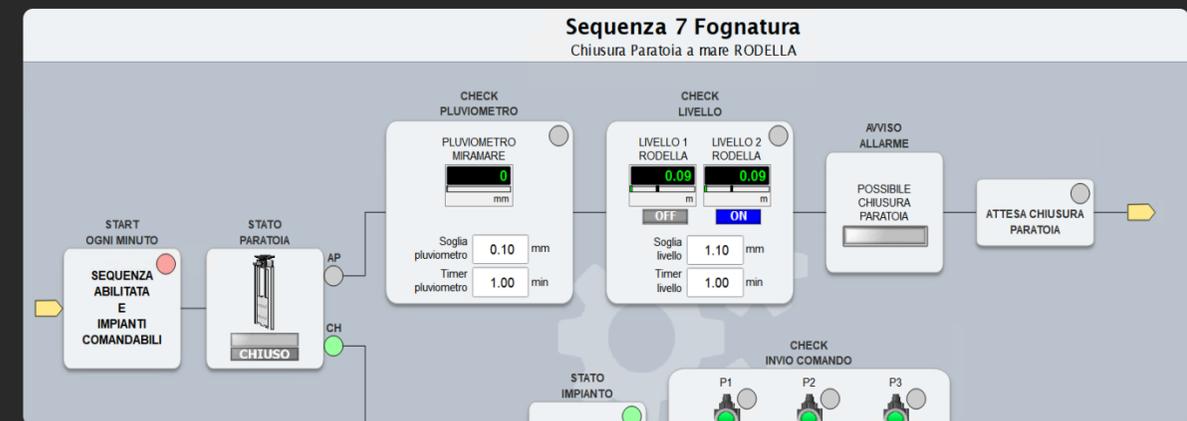
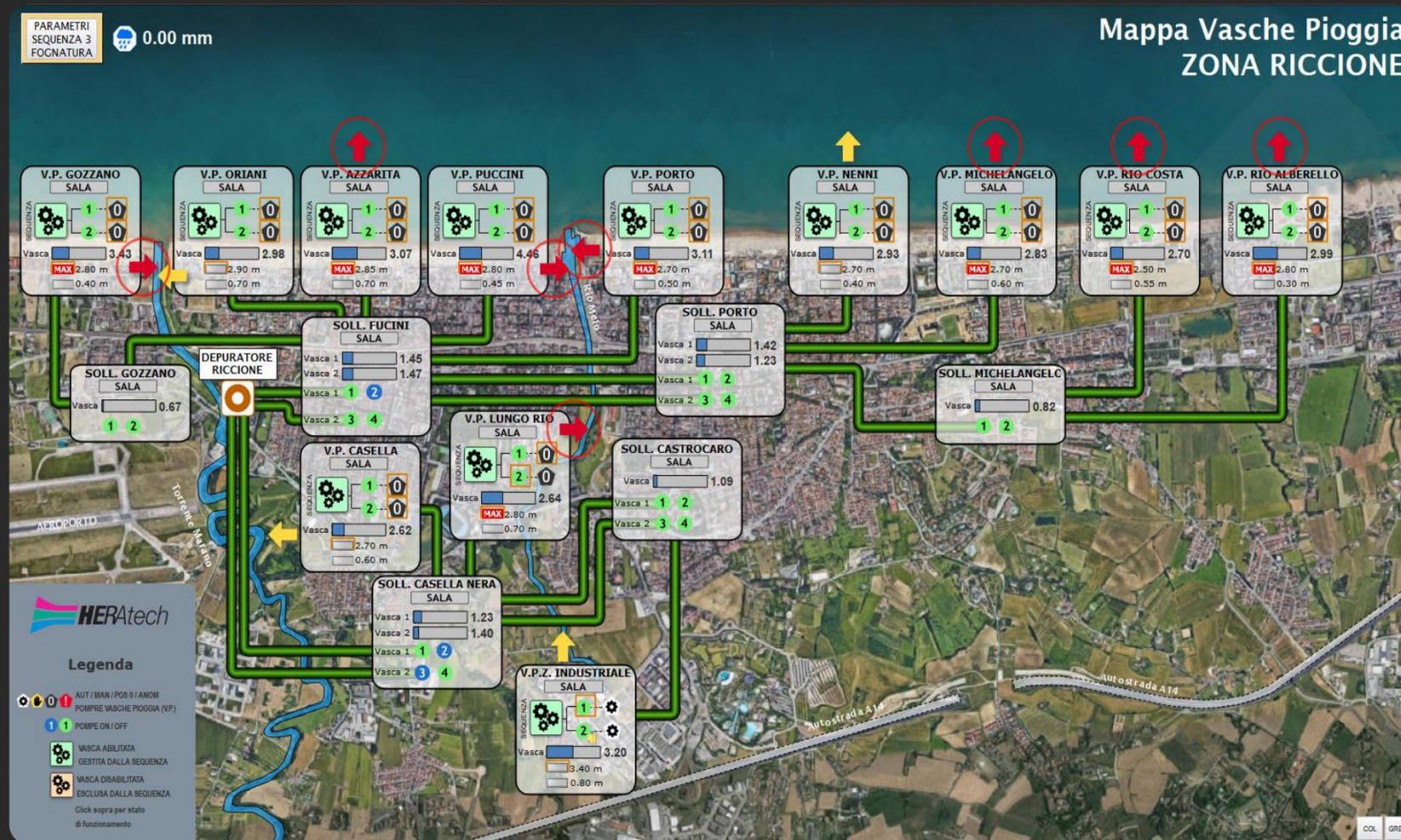




# Logiche RPA per supporto alla fognatura

Per i gestori di fognatura è fondamentale supportare la gestione delle paratoie a mare e lo svuotamento delle vasche di prima pioggia, soprattutto in periodo di balneazione estivo.

Sempre più prezioso è l'utilizzo all'interno di PVSS di strumenti che permettono di prevedere in anticipo la **presenza di eventi piovosi** nel territorio come radar o dati ARPA.



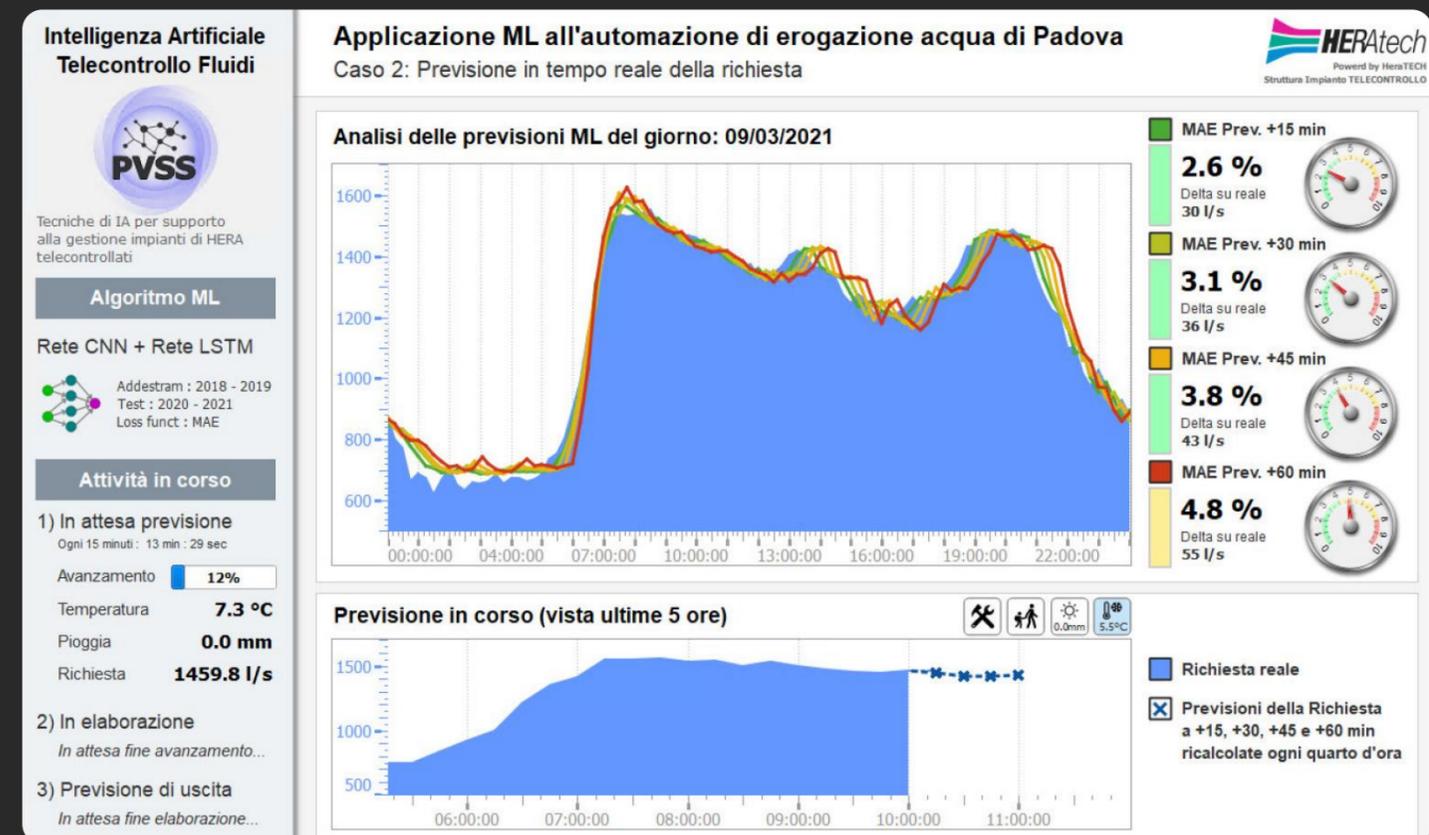
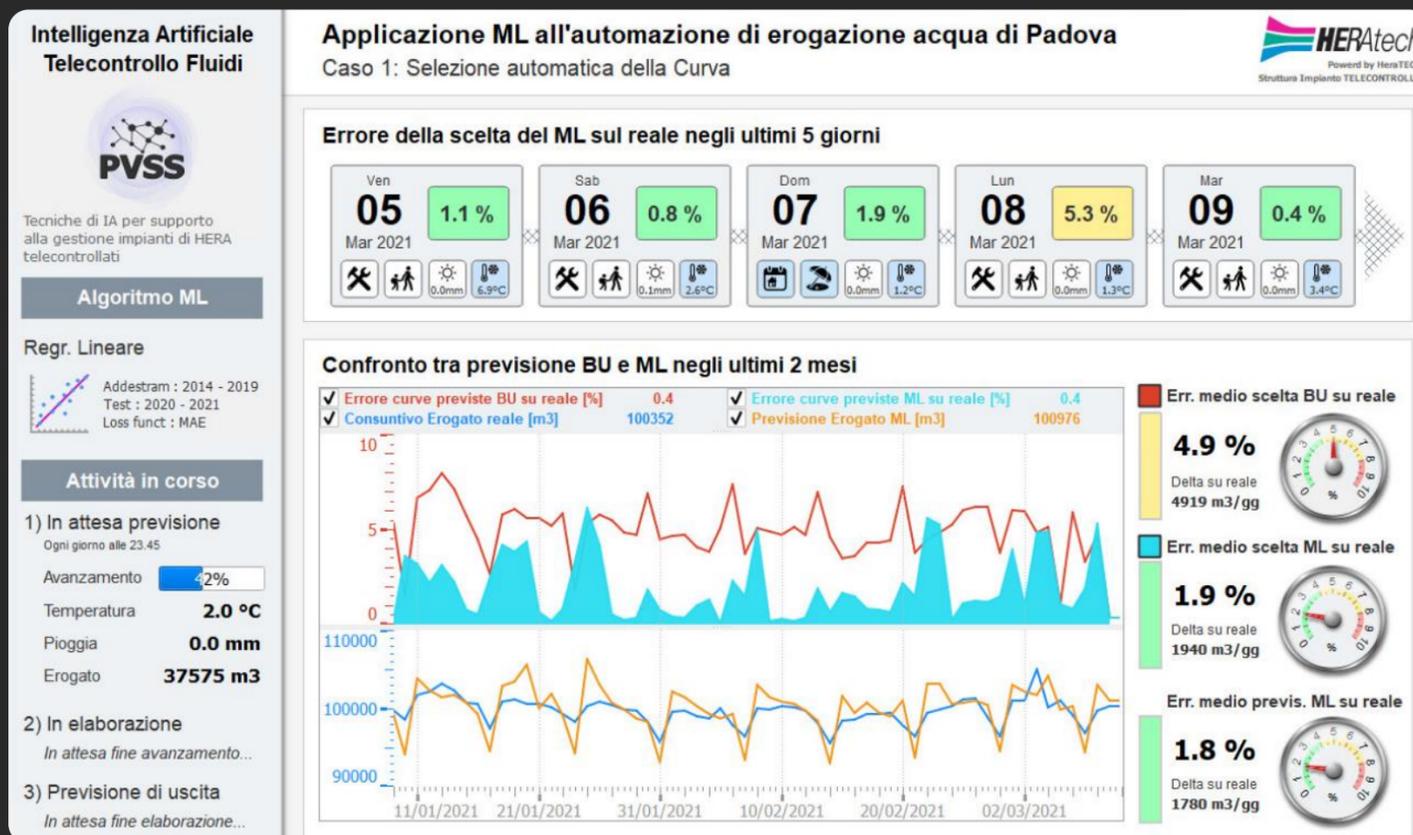
Una mappa riepilogativa della zona di Riccione e automatismi che sfruttano la previsione di accumulo pioggia di Radarmeteo.

# Logiche IPA-ML a supporto decisionale

Le nuove tecniche di **Machine Learning** consentono di supportare le logiche classiche RPA.

A Padova sono stati sviluppati due progetti di ML che aiutano e migliorano il funzionamento dell'attuale automatismo (da sistema passivo a sistema pro-attivo).

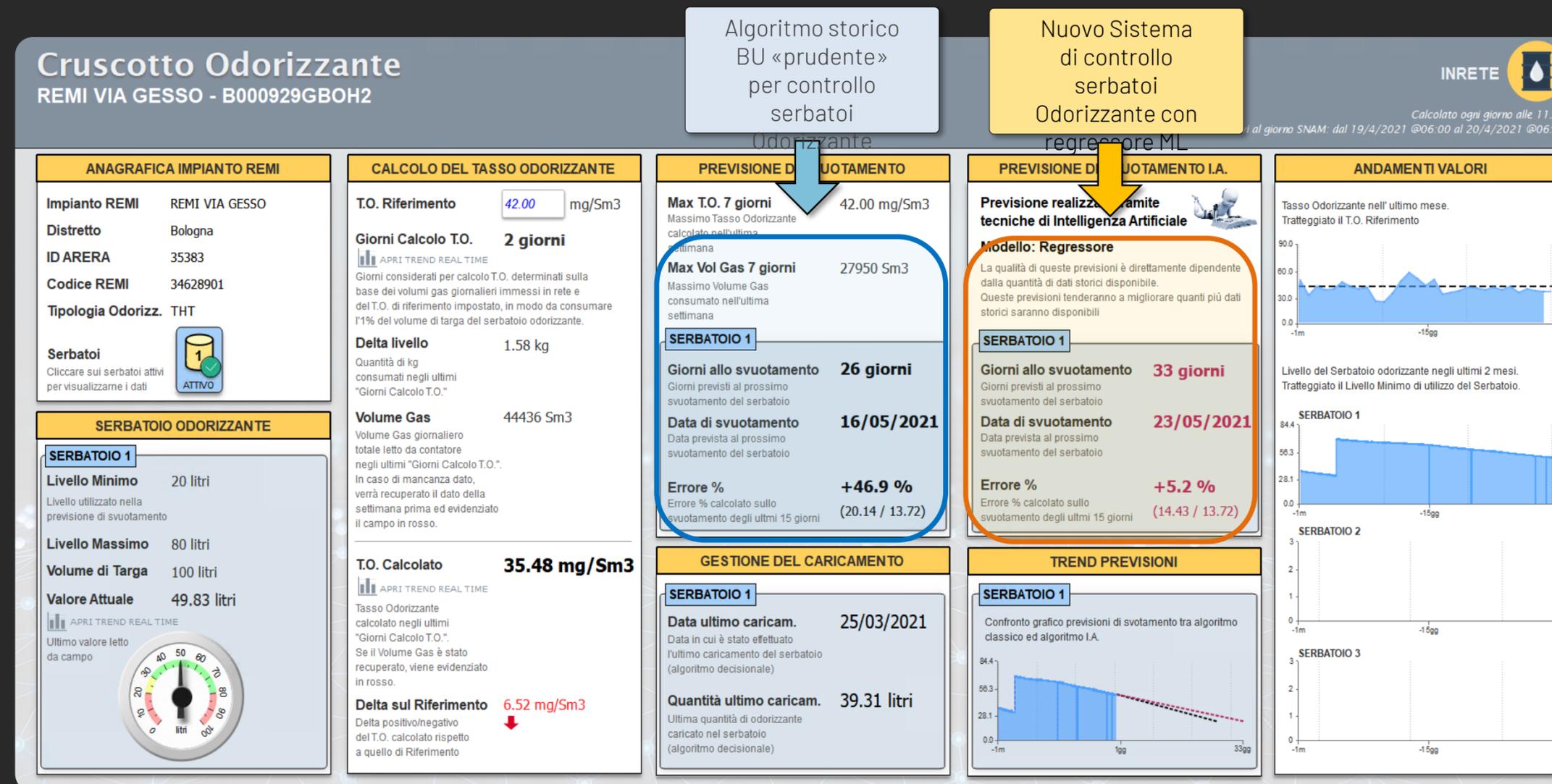
- Seleziona la **curva obiettivo** tramite previsione dell'erogato giornaliero.
- **Prevede la richiesta** di acqua dei prossimi 15 minuti anticipando le manovre a campo.
- Diminuisce le sollecitazioni Meccaniche, riduce le rotture di rete e migliora l'efficienza energetica.



Due pannelli che permettono di monitorare la scelta del Machine Learning sulla selezione curva obiettivo e sulla previsione di richiesta acqua.

# Cruscotto odorizzante REMI con ML

Cruscotto di monitoraggio del tasso di odorizzazione del gas immesso in rete dalla REMI e modulo previsionale di svuotamento del serbatoio odorizzante.

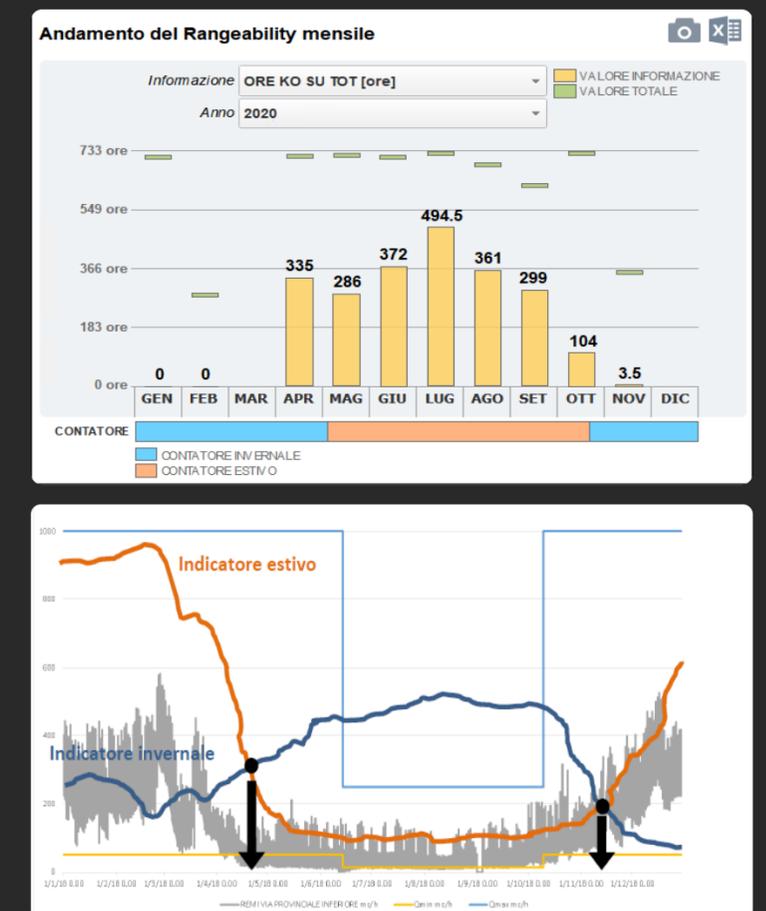
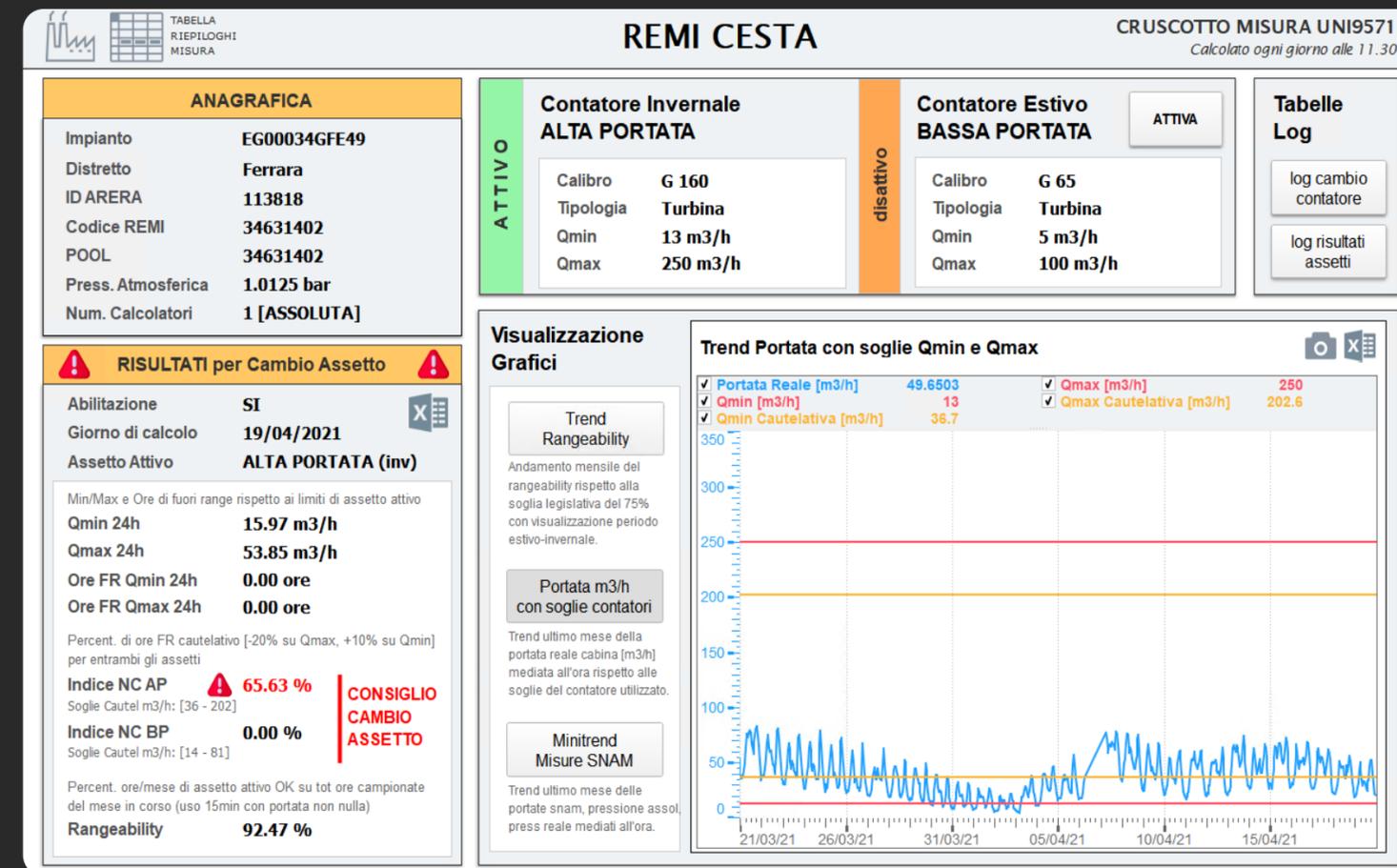
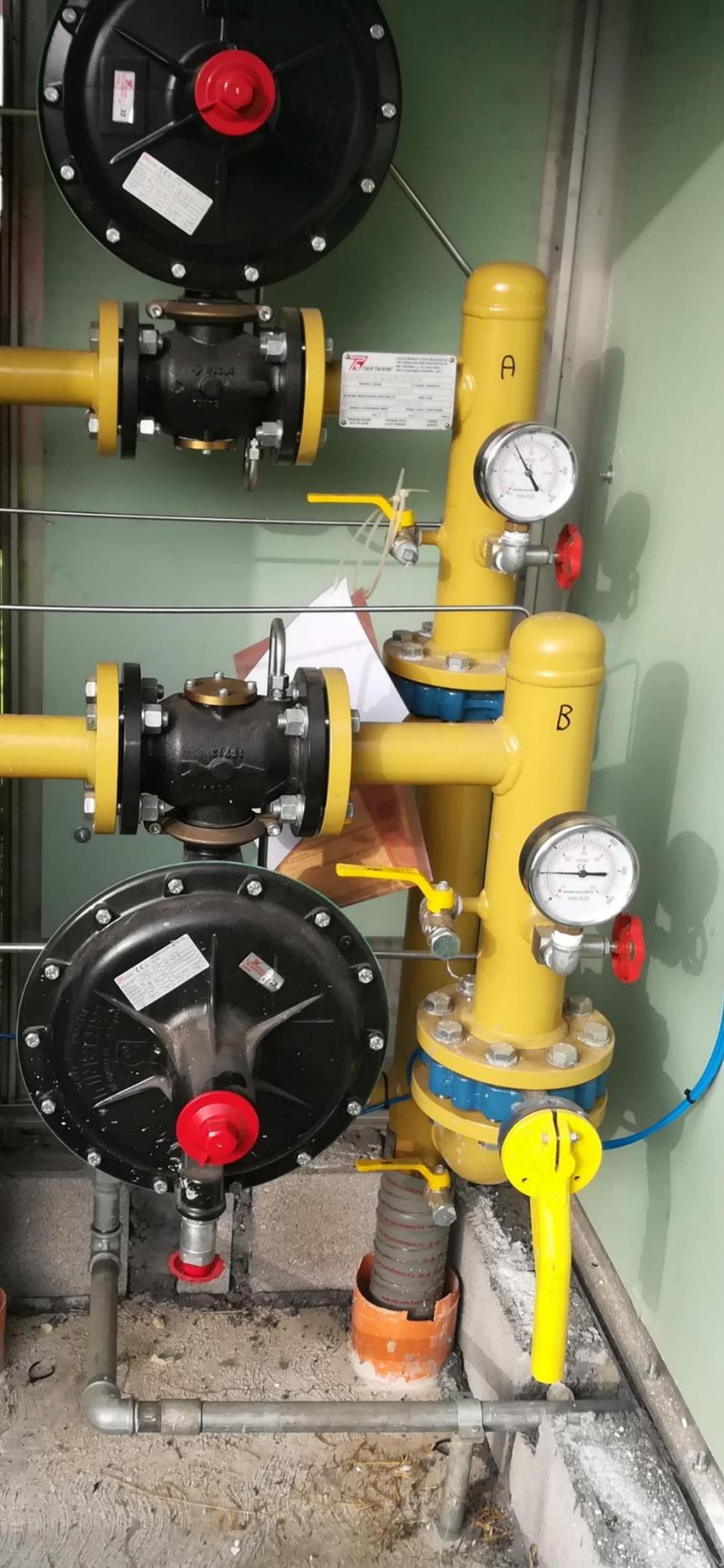


L'interfaccia del cruscotto con la sezione di previsione svuotamento classica e con ML



# Cruscotto Misura REMI con ML

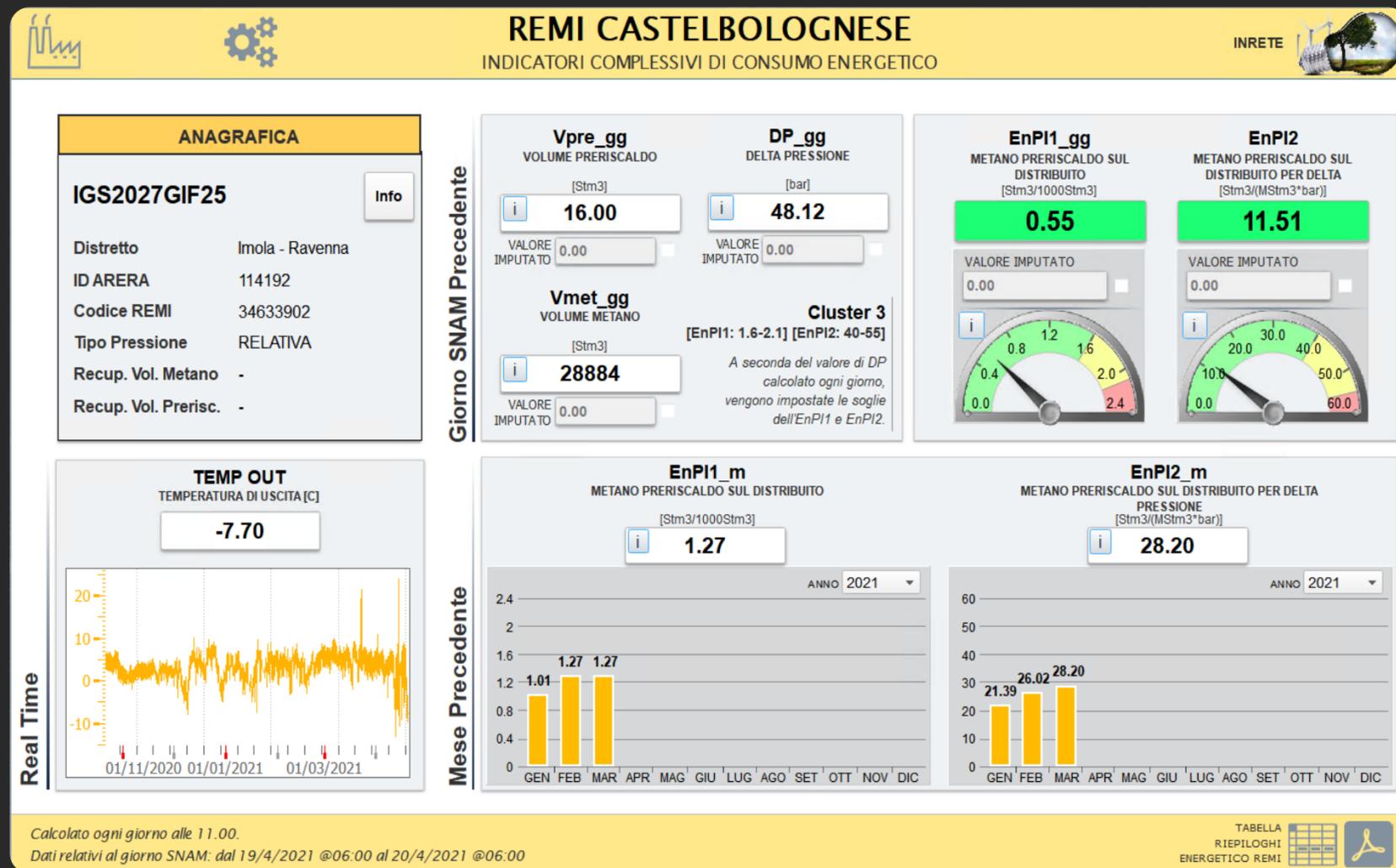
Cruscotto di monitoraggio del funzionamento della misura gas immesso in rete da REMI. Consente di verificare il **corretto assetto della linea di misura** (contatore installato). Un prossimo progetto di ML consentirà di **prevedere il futuro cambio di contatore** e agevolare la BU nell'organizzazione degli interventi.



L'interfaccia del cruscotto con il calcolo del rangeability mensile e le previsioni di cambio contatore estivo-invernale

# Cruscotto energetico REMI

Cruscotto di monitoraggio degli indicatori energetici delle REMI gas a partire dai volumi di preriscaldamento e di metano consumati il giorno precedente.



### Riepilogo Cruscotto Energetico REMI

Indicatori complessivi di Consumo Energetico

Doppliclick per aprire il singolo cruscotto Energetico dell'impianto corrispondente.  
 La riga colore rosso indica che per quella cabina i dati non sono stati calcolati per prolungata mancanza dati SNAM.

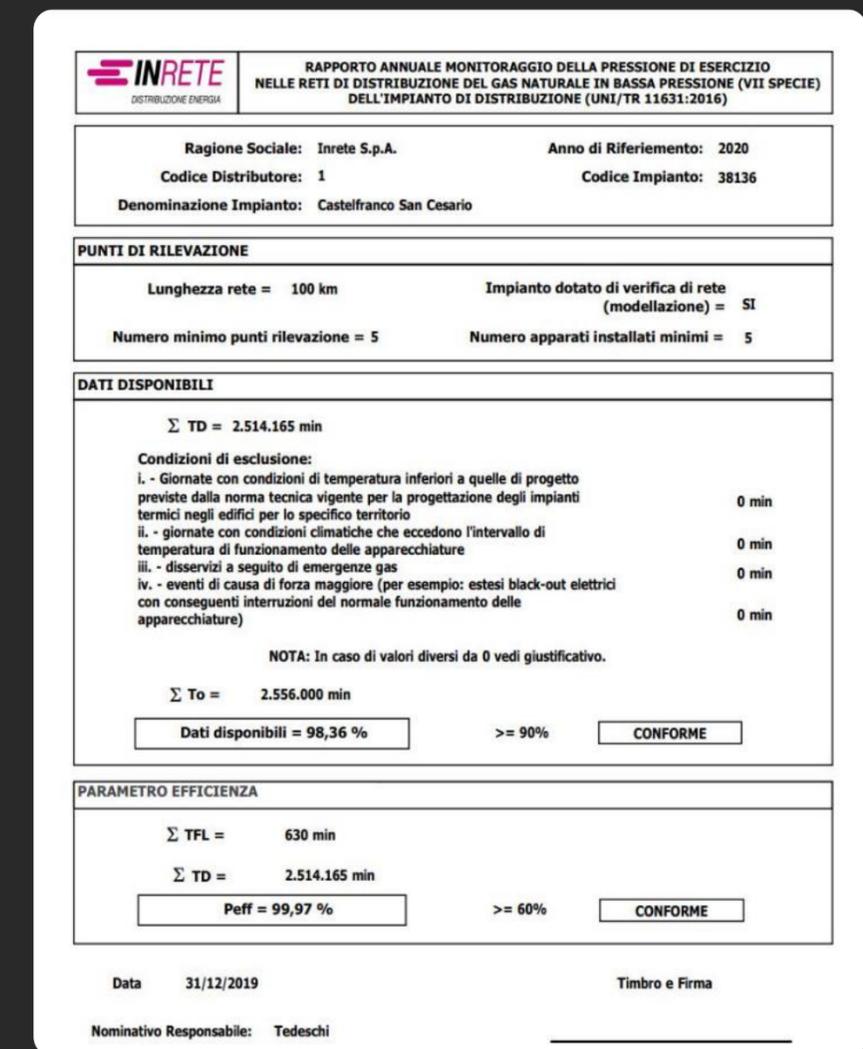
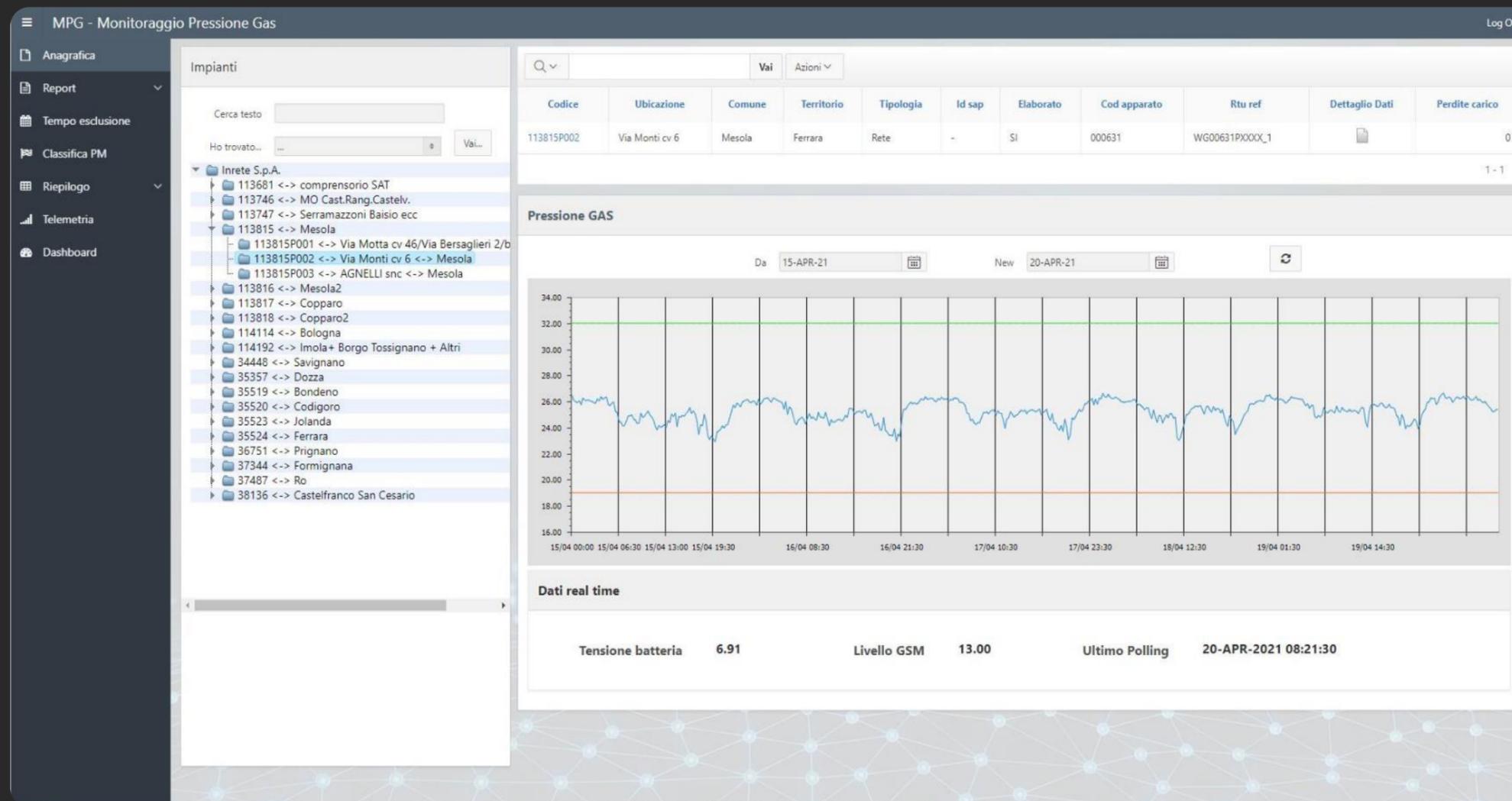
IMPIANTO	DESCRIZIONE	DISTRETTO	ID AEGG	COD REMI	EnPI 1 [Stm3/1000Stm3]	EnPI 2 [Stm3/(MStm3*bar)]	
1	B004001GBO11	REMI LARGO LERCARO	Bologna	114114	34625201	0.61	34.06
2	B005867GBO18	REMI VIA DELLE CRETTE (CAPOLUOGO)	Bologna	114114	34625501	2.17	43.93
3	B005925GBO90	REMI VIA DON ZAMBONI	Bologna	35382	34628501	1.70	40.59
4	B005949GBO81	REMI VIA CHIAVICONE	Bologna	35380	34628201	1.99	47.26
5	B006002GBO89	REMI VIA BUOZZI (VALLE SAVENA)	Bologna	114114	34629401	0.78	40.63
6	B008513GBOA9	REMI VIA MOTTA	Bologna	113746	34629001	1.46	24.39
7	B008708GBO03	REMI VIA STIATICO	Bologna	35374	34624901	0.00	0.00
8	B012498GBO22	REMI VIA BOLSENDA	Bologna	114114	34625804	0.82	43.07
9	B018100GBO84	REMI LAMA DI RENO	Bologna	35386	34628302	0.91	46.46
10	B021824GBO85	REMI VIA VALLETTA SOPRA	Bologna	114114	34629301	0.35	18.46
11	B025131GBOD8	REMI VIA CREVALCORE	Bologna	35372	34630001	0.00	0.00
12	B025262GBOE2	REMI VIA CARLINE	Bologna	114114	34629702	6.15	87.85
13	B051658GBO95	REMI VIA PROVINCIALE INFERIORE 23	Bologna	37047	34628601	1.36	23.40
14	B051667GBO95	REMI VIA BUDELLA	Bologna	37047	34628602	0.00	0.00

Il cruscotto energetico di una cabina remi e il riepilogo delle più di cento cabine monitorate.

# Monitoraggio pressioni gas UNI-11631

Il tool MPG è stato sviluppando sfruttando l'applicativo APEX e fornisce il supporto al business per il monitoraggio dell'andamento della pressione nei singoli punti dell'impianto di distribuzione verificando il Parametro di Efficienza e il tempo di disponibilità rispetto a quello di osservazione.

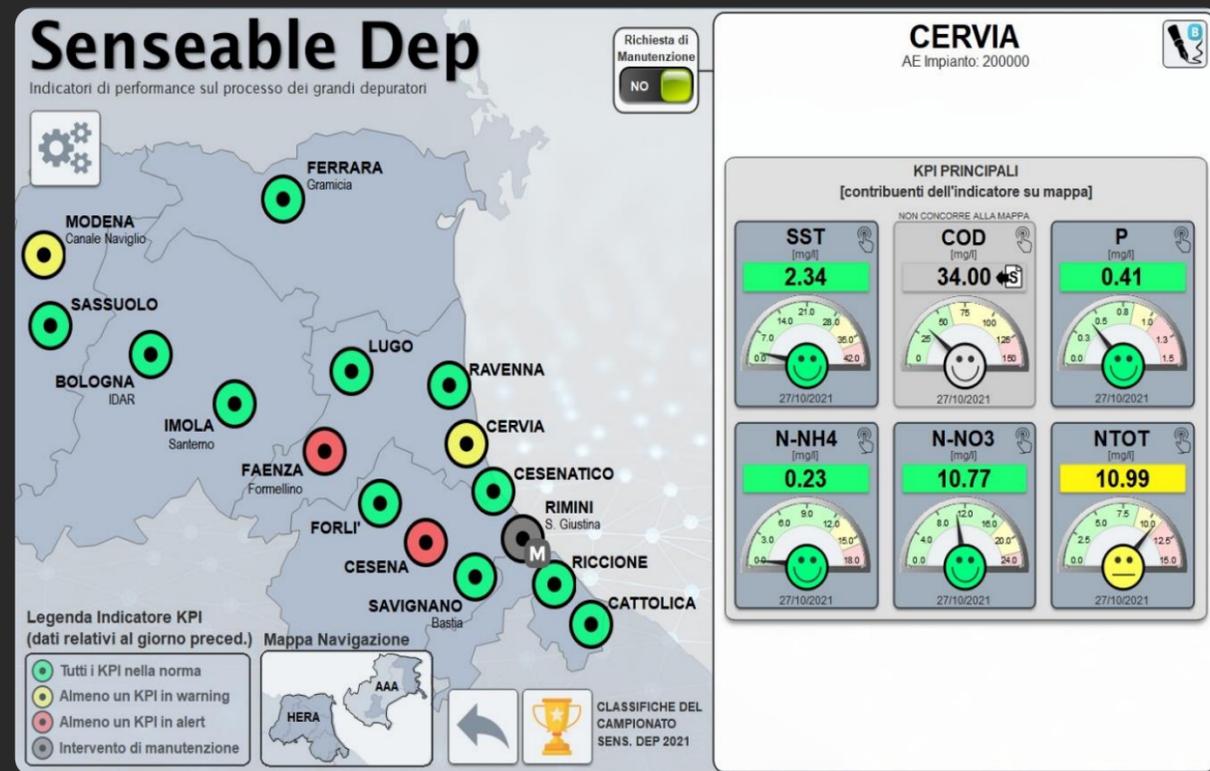
Il tool produce report PDF di questi parametri in accordo con la UNI 11631.



Il tool di monitoraggio MPG con l'analisi delle pressioni nei punti di misura e il rapporto annuale richiesto dall'autorità

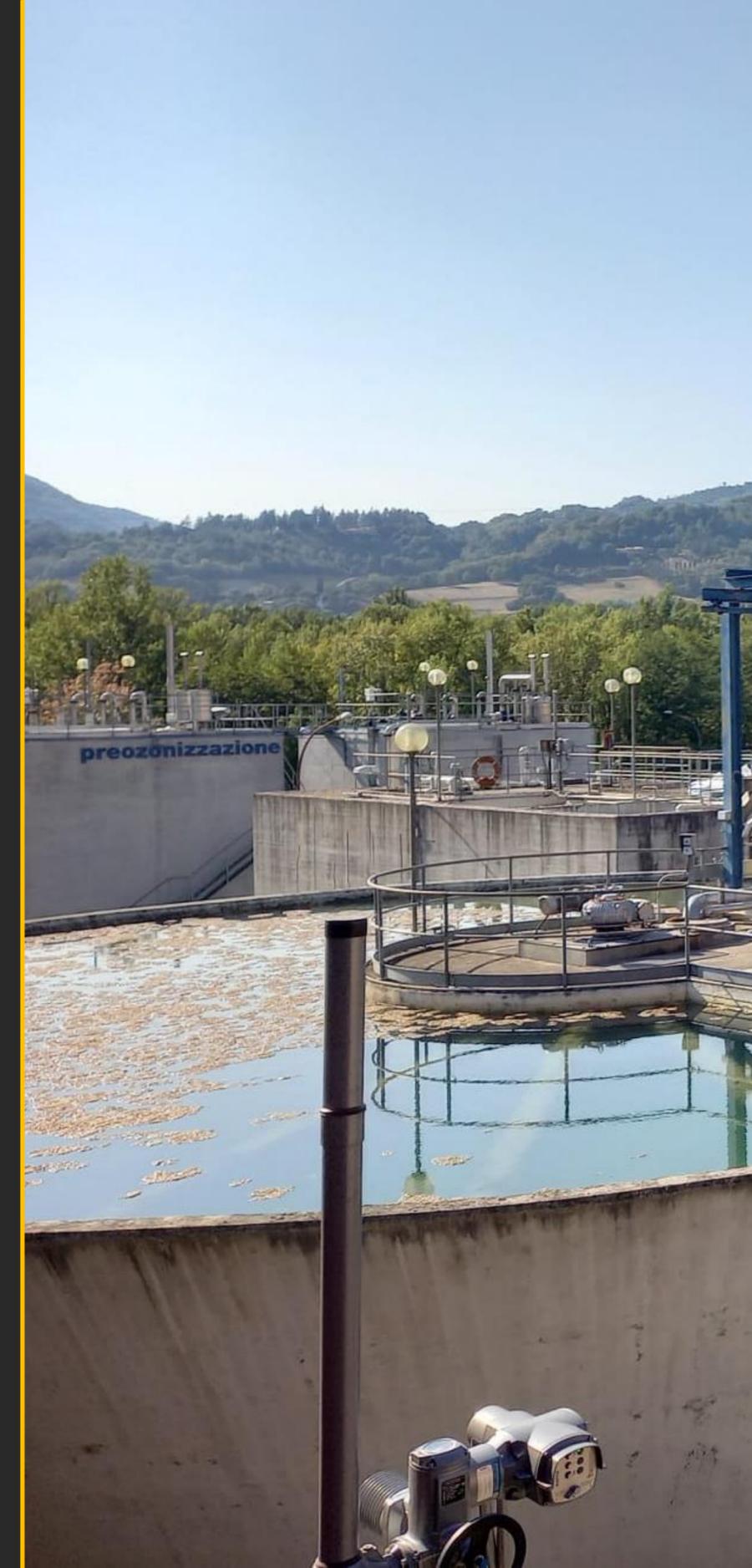
# Senseable Dep per grandi depuratori

Dashboard per analisi dinamiche e **KPI di processo** del servizio Depurazione per promuovere una trasversalità tra impianti dello stesso servizio. Dal 2020 è stato sviluppato un **campionato interno** e premialità per i gestori più virtuosi che effettua una comparazione tra i 16 grandi depuratori telecontrollati da Hera su parametri di legge che vanno dagli agenti chimici di uscita all'efficiamento energetico. PVSS invia giornalmente le classifiche alla dashboard di HeraBoard per il **Top Management**.



**Classifica Generale** | Selezione il mese: SETTEMBRE

N. DEPURATORE	SCORE	N. SCORE	N. SCORE	N. SCORE	BONUS MALUS
1 SASSUOLO	41	1 25	4 7	2 9	0 0
2 CESENATICO	31	1 25	18 0	5 6	0 0
3 PADOVA (Ca Nordio)	29	2 20	15 0	2 9	0 0
4 RICCIONE	26	1 25	10 1	13 0	0 0
4 TRIESTE (Servola)	26	7 11	1 10	1 10	0 5
5 LUGO	25	1 25	17 0	15 0	0 0
6 CERVIA	24	5 13	3 8	8 3	0 0
7 CESENA	22	11 7	2 9	4 7	0 1
8 RAVENNA	21	4 14	16 0	4 7	0 0
9 BOLOGNA (IDAR)	20	9 9	5 6	6 5	0 0



Mappa del Senseable Dep con lo stato dei parametri di uscita dei depuratori e la classifica generale di Settembre 21 con la dashboard HeraBoard

# Manutenzione e monitoraggio pompe nei sollevamenti fognari

Per monitorare comportamenti anomali su sollevamenti fognari, il tool raccoglie i dati relativi agli **avviamenti di tutti i macchinari/pompe** oggetto di monitoraggio e li confronta con una soglia ottimale di avviamenti orari della singola macchina. Individuati i macchinari più critici sarà possibile effettuare un'analisi più approfondita dei dati e pianificare gli interventi correttivi.

Elenco Numero e Ore di Avviamenti Utente GIORNALIERI													
Doppioclick per i dettagli numero avviamenti per ogni ora													
Territorio	Servizio	Distretto	Comune	Impianto	Descrizione	N° AVV.	SOGLIA AVV.	N° MAX AVV.	ORAMAX AVV.	ORE AVV.	SOGLIA ORE	DATA	
Forlì/Cesena	ACQUA	Cesena	Cesena	F00020ACE44									
SOT	TAG	DESCRIZIONE											
V	VSRA135FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3578766) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN CAMPIANO 1) POMPA 1 IN MARCIA					11	8	1	00:00	2.06	5.00	19/04/2021
V	VSRA136FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549481) (RAF SOLL. SAN ZACCARIA) POMPA 1 IN MARCIA					19	18	2	01:00	2.54	6.00	19/04/2021
V	VSRA136FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3549481) (RAF SOLL. SAN ZACCARIA) POMPA 2 IN MARCIA					19	18	2	14:00	1.81	6.00	19/04/2021
V	VSRA137FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549491) (RAF SOLL. PILASTRO 1) POMPA 1 IN MARCIA					3	1	1	07:00	1.42	1.00	19/04/2021
V	VSRA137FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3549491) (RAF SOLL. PILASTRO 1) POMPA 2 IN MARCIA					3	1	1	02:00	1.76	1.00	19/04/2021
V	VSRA137FRAC9_1_E_ISF_PMSL003_SFONN01	(RA_3549491) (RAF SOLL. PILASTRO 1) POMPA 3 IN MARCIA					3	1	1	04:00	1.25	1.00	19/04/2021
V	VSRA138FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549488) (RAF SOLL. PILASTRO 2) POMPA 1 IN MARCIA					3	1	1	04:00	1.52	1.00	19/04/2021
V	VSRA138FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3549488) (RAF SOLL. PILASTRO 2) POMPA 2 IN MARCIA					3	1	1	07:00	1.71	1.00	19/04/2021
V	VSRA138FRAC9_1_E_ISF_PMSL003_SFONN01	(RA_3549488) (RAF SOLL. PILASTRO 2) POMPA 3 IN MARCIA					3	1	1	01:00	1.85	1.00	19/04/2021
V	VSRA143FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549509) (RAF SOLL. PIRANO) POMPA 1 IN MARCIA					338	110	18	21:00	3.01	9.00	19/04/2021
V	VSRA143FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3549509) (RAF SOLL. PIRANO) POMPA 2 IN MARCIA					338	110	17	09:00	2.95	9.00	19/04/2021
V	VSRA146FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549482) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN VINCOLI 4) POMPA 1 IN MARCIA					3	2	1	11:00	0.48	1.00	19/04/2021
V	VSRA146FRAC9_1_E_ISF_PMSL003_SFONN01	(RA_3549482) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN VINCOLI 4) POMPA 3 IN MARCIA					4	2	2	11:00	0.44	1.00	19/04/2021
V	VSRA147FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549483) (RAF SOLL. RONCALCECI 2) POMPA 1 IN MARCIA					1	0	1	20:00	0.63	1.00	19/04/2021
V	VSRA150FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3549486) (RAF SOLL. RONCALCECI 3) POMPA 1 IN MARCIA					6	5	1	00:00	2.42	4.00	19/04/2021
V	VSRA159FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3550535) (RAF SOLL. FOSSO GHIAIA 2) POMPA 1 IN MARCIA					13	10	1	00:00	2.46	6.00	19/04/2021
V	VSRA159FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3550535) (RAF SOLL. FOSSO GHIAIA 2) POMPA 2 IN MARCIA					13	10	1	01:00	3.07	6.00	19/04/2021
V	VSRA164FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3601135) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN CAMPIANO 2) POMPA 1 IN MARCIA					22	10	2	11:00	1.32	1.00	19/04/2021
V	VSRA164FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3601135) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN CAMPIANO 2) POMPA 2 IN MARCIA					21	10	2	20:00	1.21	1.00	19/04/2021
V	VSRA165FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3581081) (RAF SOLL. MAGEMA) POMPA 2 IN MARCIA					4	3	1	01:00	1.83	5.00	19/04/2021
V	VSRA167FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3601227) (RAF SOLL. SAVIO 2) POMPA 1 IN MARCIA					43	22	3	22:00	1.44	2.00	19/04/2021
V	VSRA167FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3601227) (RAF SOLL. SAVIO 2) POMPA 2 IN MARCIA					42	22	3	21:00	1.28	2.00	19/04/2021
V	VSRA168FRAC9_1_E_ISF_PMSL001_SFONN01	(RA_3601285) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN TRENTO 1) POMPA 1 IN MARCIA					10	3	1	01:00	7.30	1.00	19/04/2021
V	VSRA168FRAC9_1_E_ISF_PMSL002_SFONN01	(RA_3601285) (RAF SOLL. SAN PIETRO IN TRENTO 1) POMPA 2 IN MARCIA					10	3	1	00:00	8.35	1.00	19/04/2021

Dettaglio numero avviamenti orari		
VSRA138FRAC9_1_E_ISF_PMSL003_SFONN01		
In evidenza la prima occorrenza del maggior numero avviamenti		
Data/Ora	Ore Funzionamento	Numero Avviamenti
01/11/2021 00:00:00	0.00	0
01/11/2021 01:00:00	0.41	1
01/11/2021 02:00:00	0.14	1
01/11/2021 03:00:00	0.00	0
01/11/2021 04:00:00	0.00	0
01/11/2021 05:00:00	0.00	0
01/11/2021 06:00:00	0.00	0
01/11/2021 07:00:00	0.00	0
01/11/2021 08:00:00	0.45	1
01/11/2021 09:00:00	0.00	0
01/11/2021 10:00:00	0.00	0
01/11/2021 11:00:00	0.00	0
01/11/2021 12:00:00	0.00	0
01/11/2021 13:00:00	0.00	0
01/11/2021 14:00:00	0.00	0
01/11/2021 15:00:00	0.00	0
01/11/2021 16:00:00	0.00	0
01/11/2021 17:00:00	0.00	0
01/11/2021 18:00:00	0.00	0
01/11/2021 19:00:00	0.00	0
01/11/2021 20:00:00	0.87	1
01/11/2021 21:00:00	1.00	0
01/11/2021 22:00:00	1.00	0
01/11/2021 23:00:00	1.00	0

### Tool di Controllo Comportamento Statistico

Inserimento Dati

IMPIANTO: VSLU059FLU05 GG: 15 TIPO DI DATO: 15m **CALCOLA STATISTICHE**

Elaborazione Dati

DIMENS. LIVELLO: 1388 campioni P1: 1388 campioni P2: 1388 campioni

#### Media, Deviazione Standard e Scostamento in percentuale

LIVELLO	INTERVALLO SELEZIONATO	GIORNATA DI IERI	SCOSTAMENTO TRA PERIODI
	MEDIA: 0.990, DEV STD: 0.515	MEDIA: 0.810, DEV STD: 0.078	dM: -18.2 %, dDS: -84.9 %
P1	Ore funzionamento [nei 15m, max 0.25] MEDIA: 0.087, DEV STD: 0.085	Ore funzionamento [nei 15m, max 0.25] MEDIA: 0.063, DEV STD: 0.057	dM: -27.9 %, dDS: -33.3 %
	Cambi di stato [nei 15m] MEDIA: 0.896, DEV STD: 0.796	Cambi di stato [nei 15m] MEDIA: 1.104, DEV STD: 0.627	dM: 23.3 %, dDS: -21.3 %
P2	Ore funzionamento [nei 15m, max 0.25] MEDIA: 0.058, DEV STD: 0.063	Ore funzionamento [nei 15m, max 0.25] MEDIA: 0.068, DEV STD: 0.048	dM: 17.6 %, dDS: -23.6 %
	Cambi di stato [nei 15m] MEDIA: 0.894, DEV STD: 0.783	Cambi di stato [nei 15m] MEDIA: 1.125, DEV STD: 0.570	dM: 25.8 %, dDS: -27.2 %

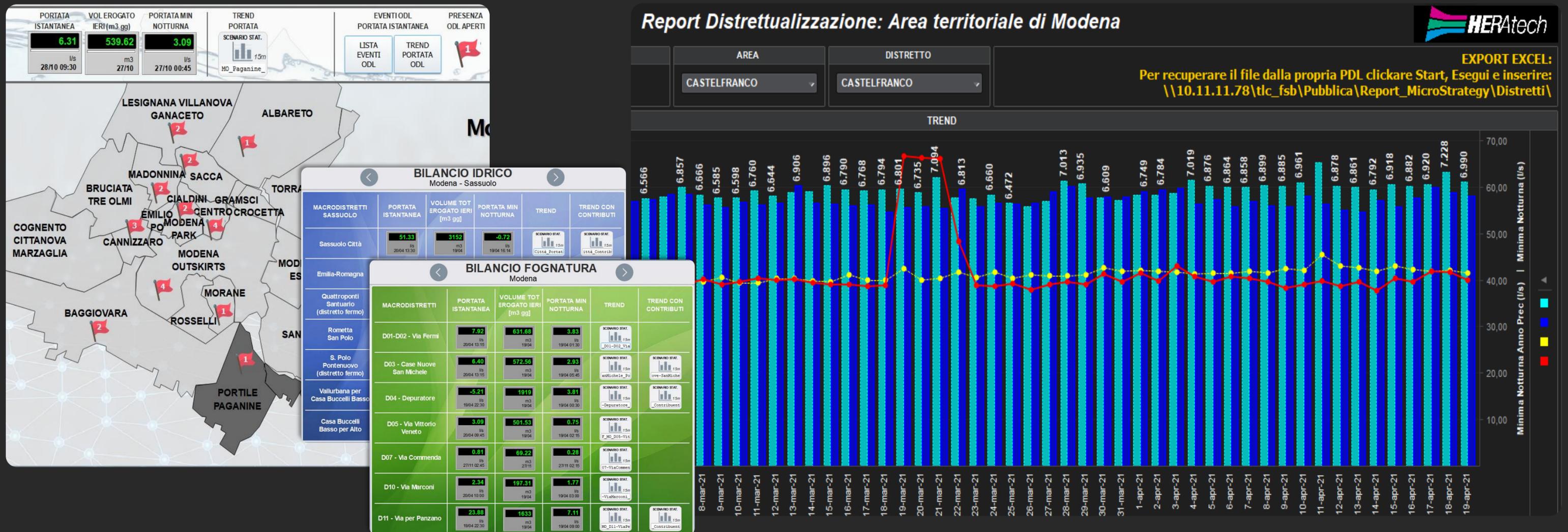
#### Coefficiente di Correlazione di Pearson

LIVELLO: P1 ORE: 0.719 P2 ORE: -0.286

Il tool di avviamenti giornalieri e il nuovo tool che effettua un'analisi statistica del comportamento dell'impianto

# Distrettualizzazione idrica e fognaria

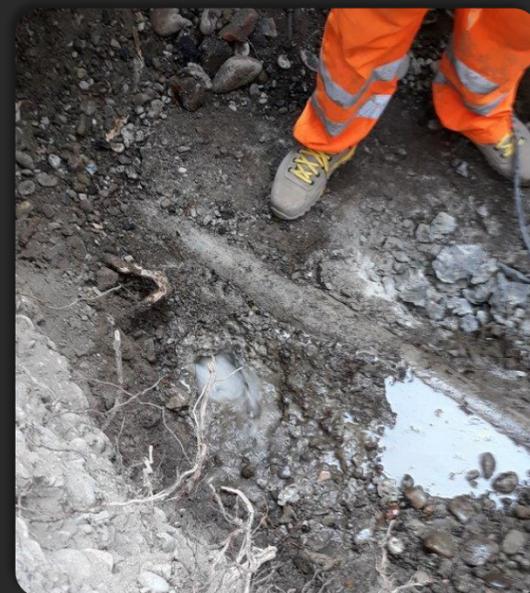
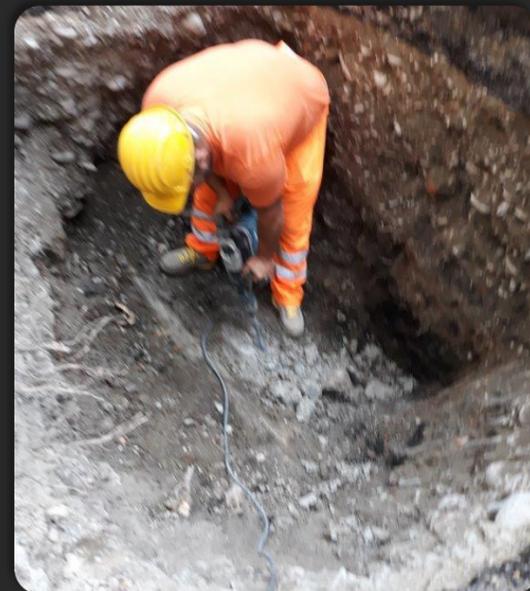
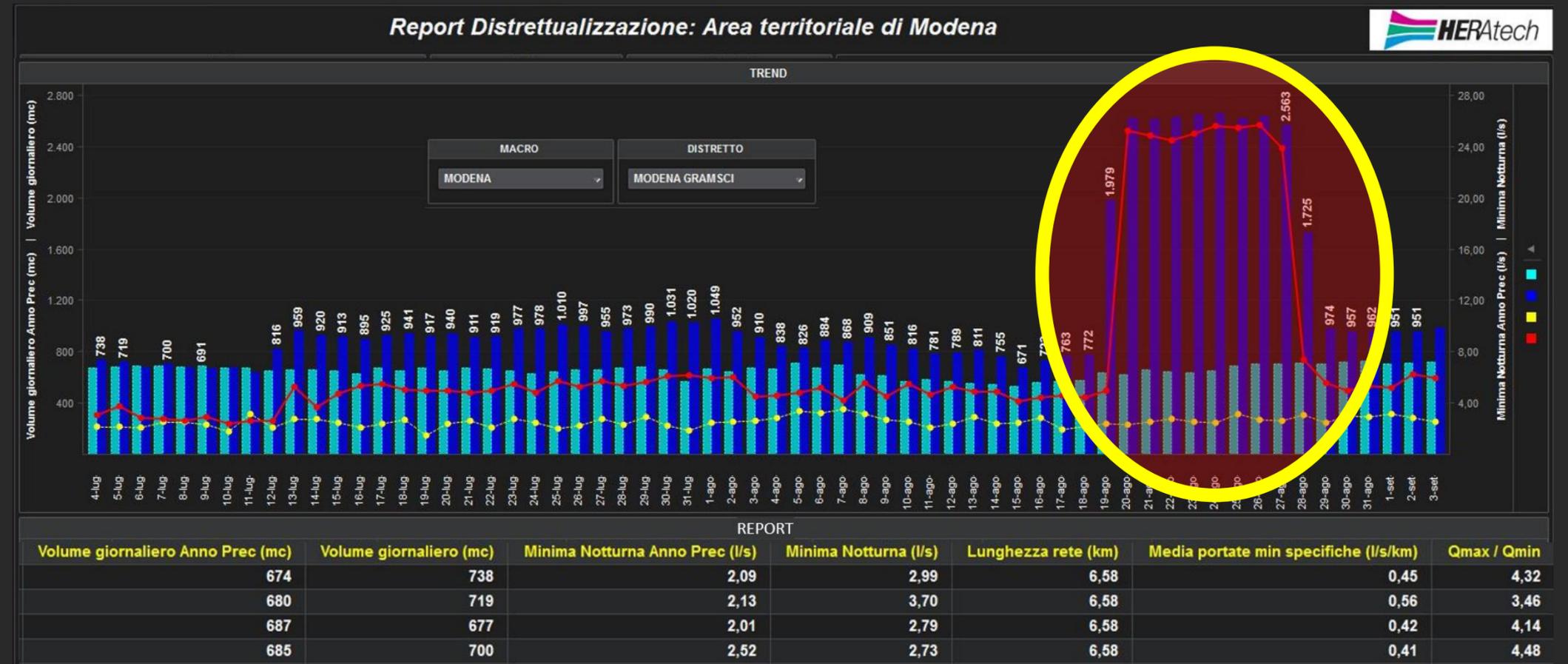
Sviluppo su PVSS di un sistema integrato di gestione e monitoraggio della distrettualizzazione idrica e fognaria attraverso tool di BI (Microstrategy, integrato su PVSS) per analisi comparativa dei dati per **analisi del bilancio idrico** e gestione della **ricerca perdite**.



Mappe dei distretti idrici di Hera con presenza di ODL aperti e monitoraggio delle portate minime e volume erogati tramite Microstrategy

# Distrettualizzazione idrica e fognaria

Un caso reale di una perdita nella rete dell'acquedotto rilevata grazie agli strumenti di **dashboard BI** che hanno consentito l'intervento di ripristino prima dell'evidenza in superficie con maggiori perdite



# Dashboard Cantieri per gestori dell'acqua

La dashboard cantieri permette di monitorare gli interventi e le rotture in coda, i cantieri attualmente aperti, lo stato degli interventi assegnati rispetto a quelli conclusi e i tempi medi di vita dell'intervento. In questo progetto si ha uno scambio dati continuo con il sistema di **Hyper-ProntoIntervento**.



Caricamento ODL aperti ogni 30'



Invio e ricezione tracciati HERA vs Imprese  
Consuntivazione con app e al max entro ore 20:00



Trasmissione ODL con aggiunta informazione di dispersione

Invio dati ogni 60 minuti

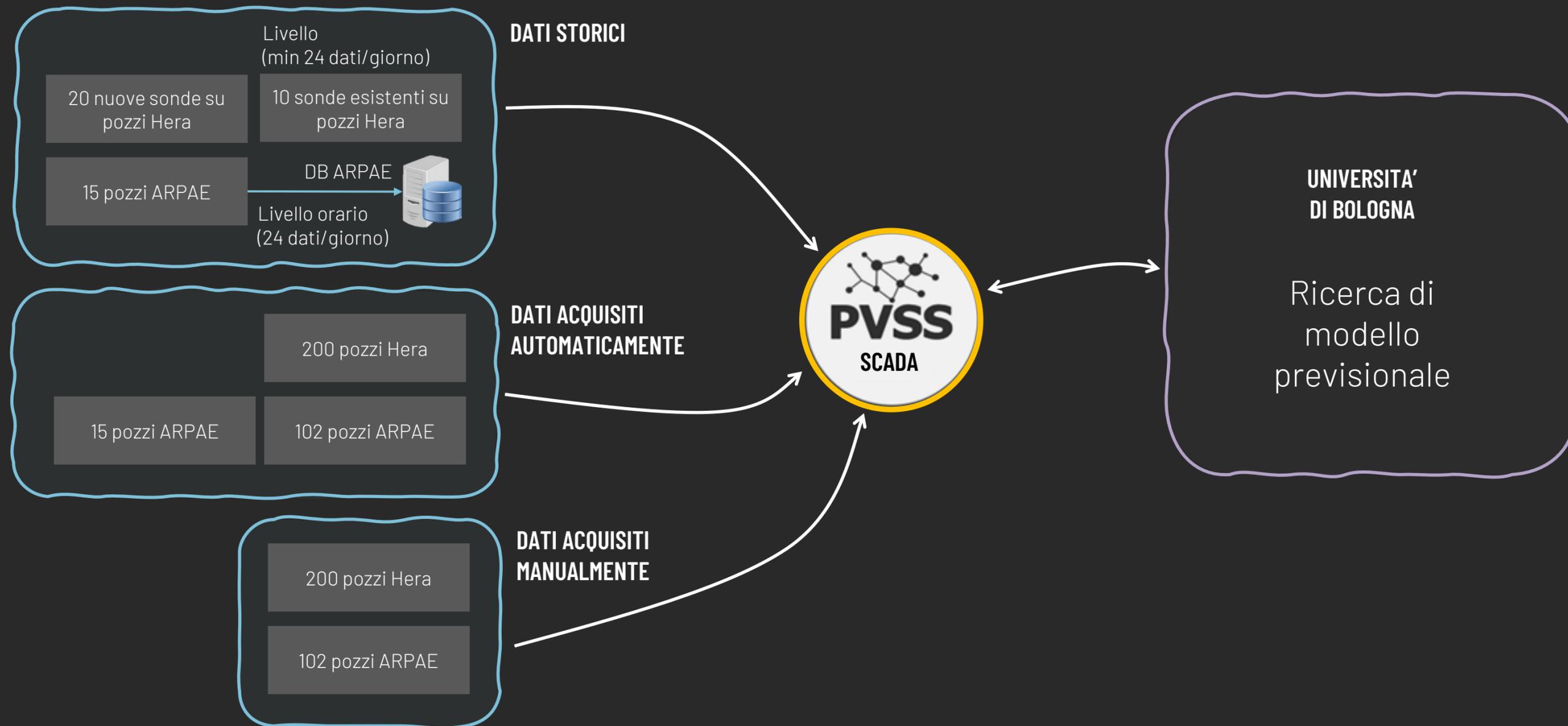
PVSS - Cruscotto Coordinatori

ID	DESCRIZIONE	STATO	IMPRESA	INIZIO	FINE	COMPLETATO
000001	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000002	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000003	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000004	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000005	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000006	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000007	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000008	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000009	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023
000010	MANUTENZIONE	IN CORSO	HERA	15/05/2023	15/05/2023	15/05/2023



# Resilient Water previsionale acqua

Il progetto si sta sviluppando in collaborazione con la struttura di **Innovazione** e **l'Università di Bologna** con il telecontrollo come accentratore di dati e come struttura che erediterà gli algoritmi che sono sviluppati da centri di ricerca universitari.

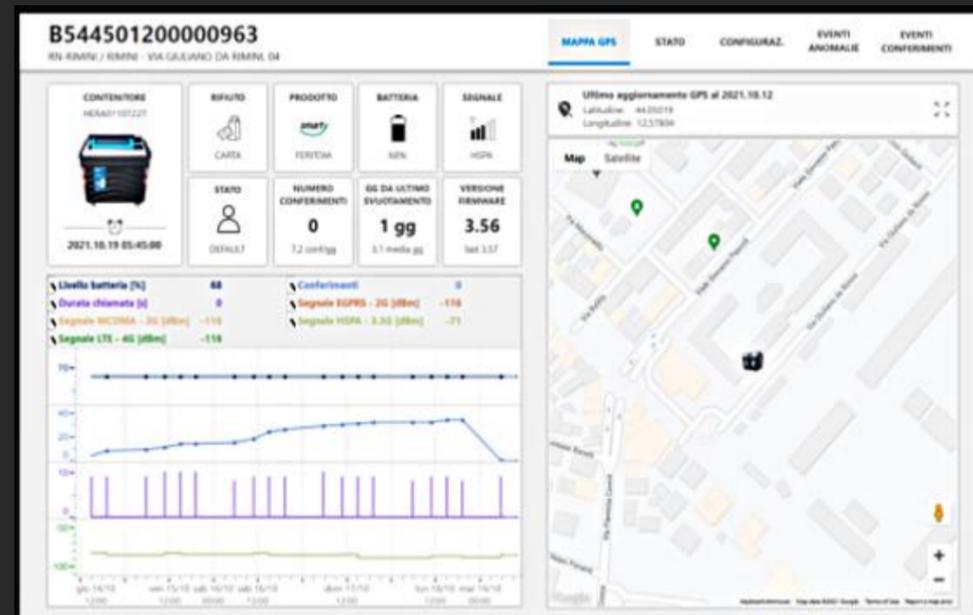


# Gestione **Firmware** e **contenitori** ambiente

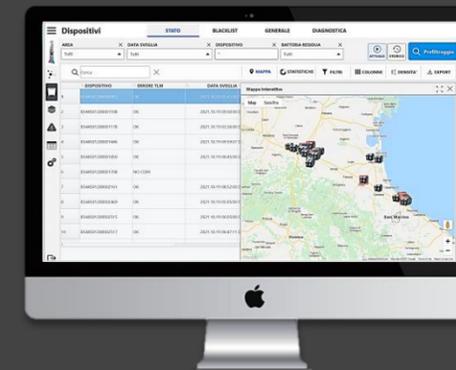
Il progetto prevede lo sviluppo e la gestione del Firmware (elettronica dei contenitori), dei flussi dati dei conferimenti e diagnostica, la logistica e manutenzione dei contenitori realizzati dal gruppo HERA.



Configurazioni,  
Comandi,  
Update firmware OTA



## PVSS UNIFLOTTE



Driver comunicazione



Database relazionale



Gestione anomalie



Algoritmi evoluti

Conferimenti



SAP  
Sistema di fatturazione

Allarmi /  
manutenzioni



ODL  
Gestione manutenzione

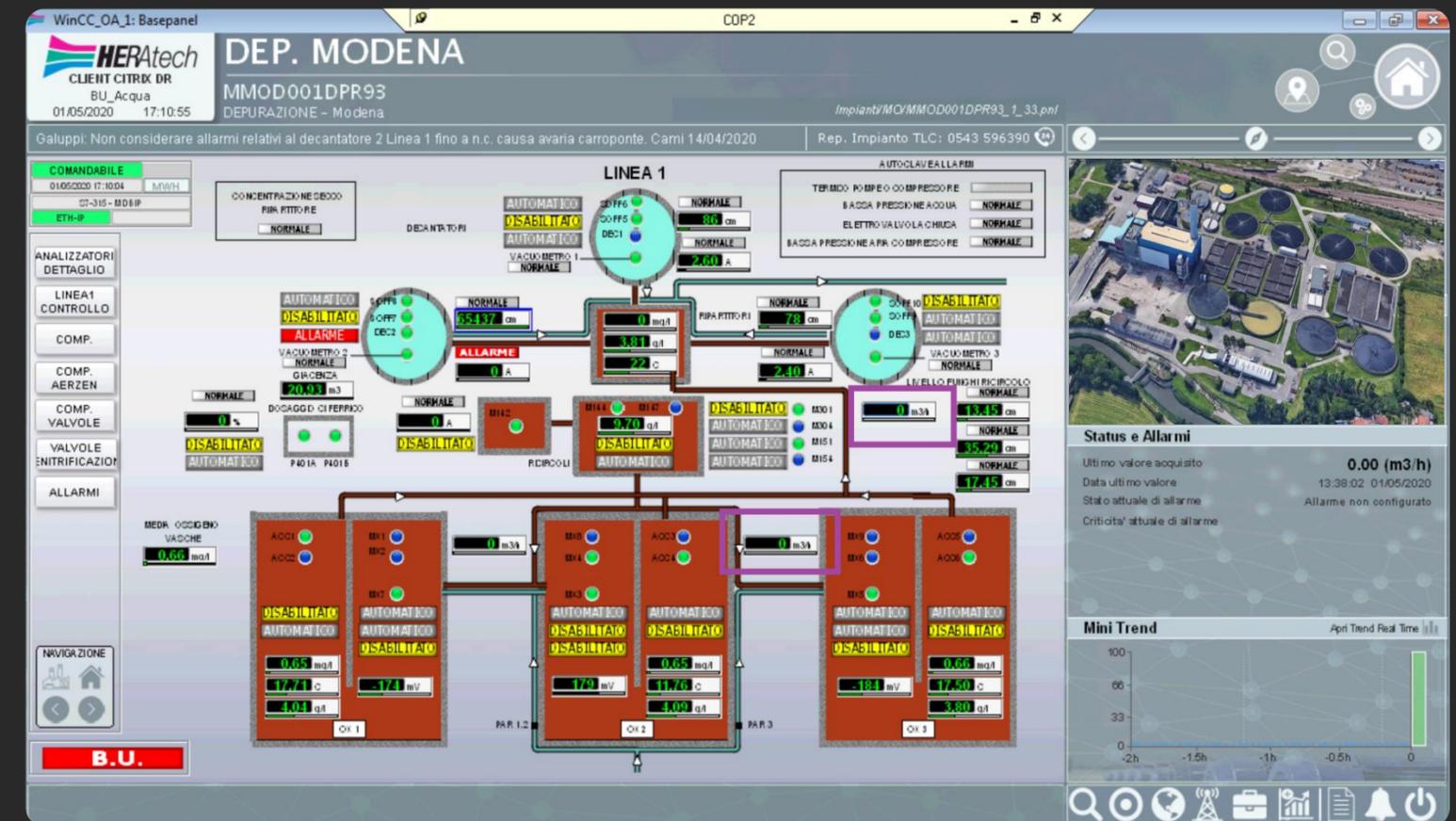
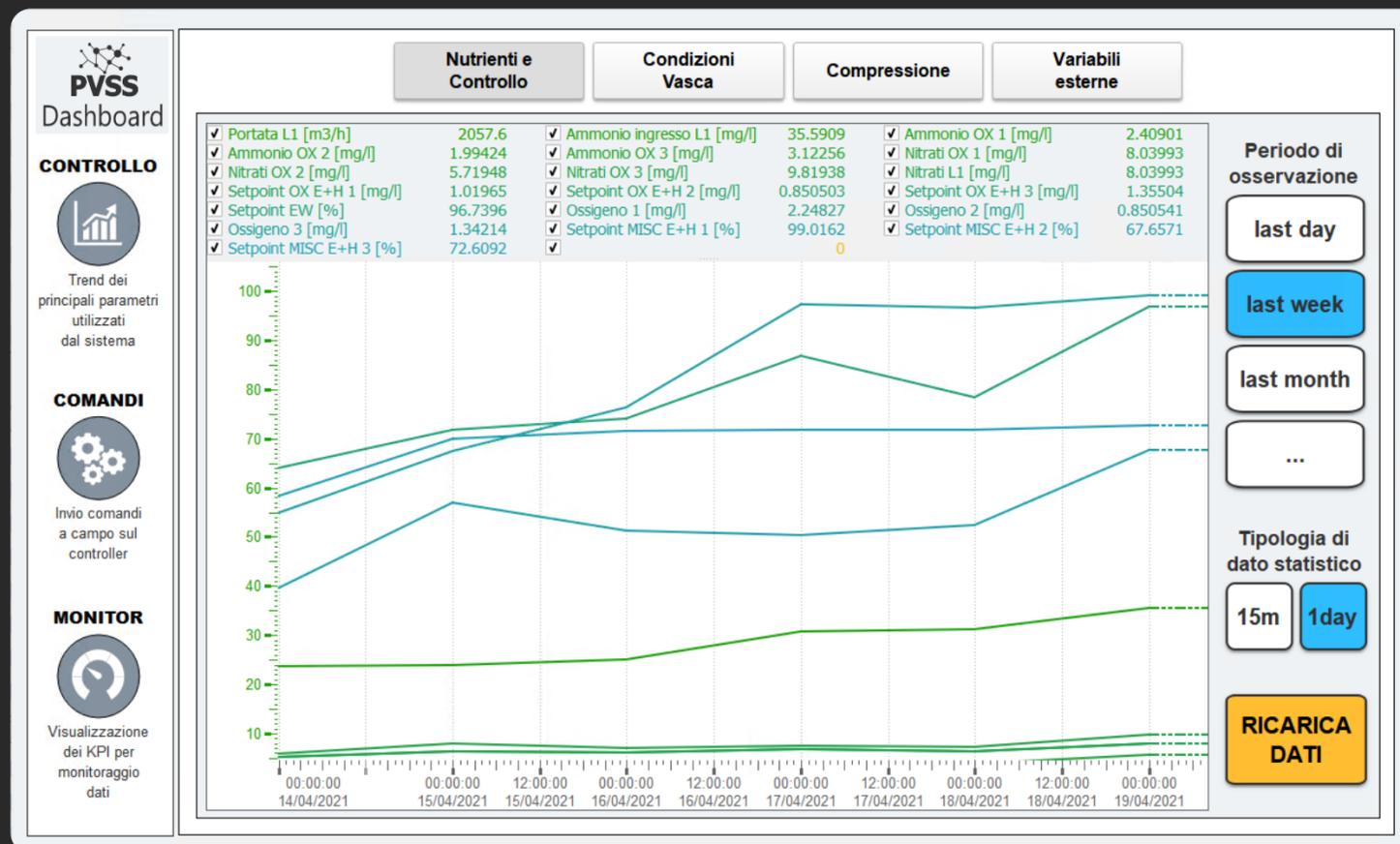




# Dashboard Controller per grandi depuratori

Il **Controllore di processo EnergyWay** (ora **Ammagamma**) è basato su logiche predittive ed è stato installato sul Depuratore di Modena per permettere la 'predizione' delle condizioni dell'impianto della Linea 1. In progress è la creazione della dashboard su PVSS per poter controllare, comandare e monitorare il Controllore che diventerà una blackbox locale (presso l'impianto).

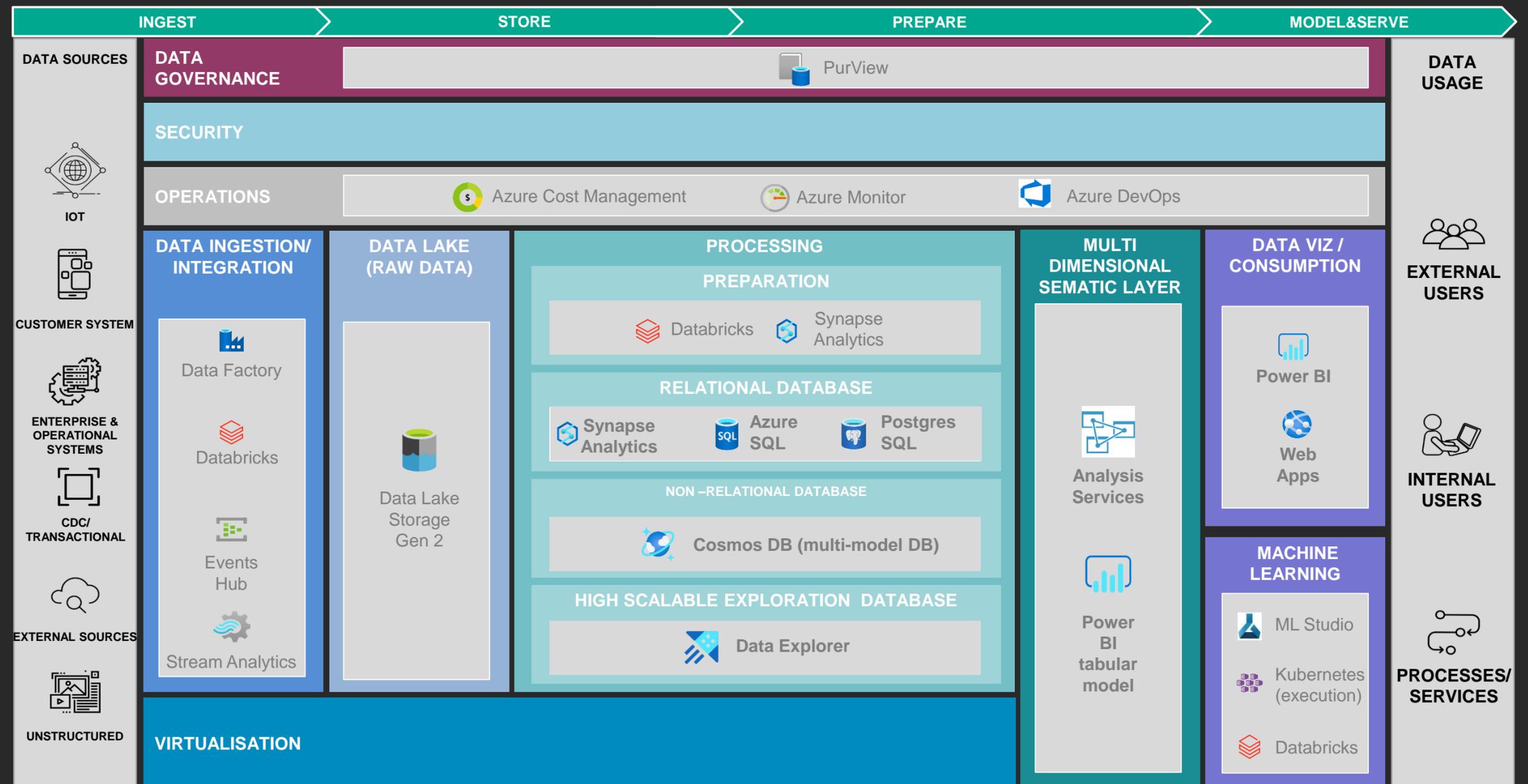
In futuro lo sviluppo della Linea 2 con le strutture interna di Data Analytics del gruppo HERA.



Il prototipo di interfaccia controllore di grandi depuratori

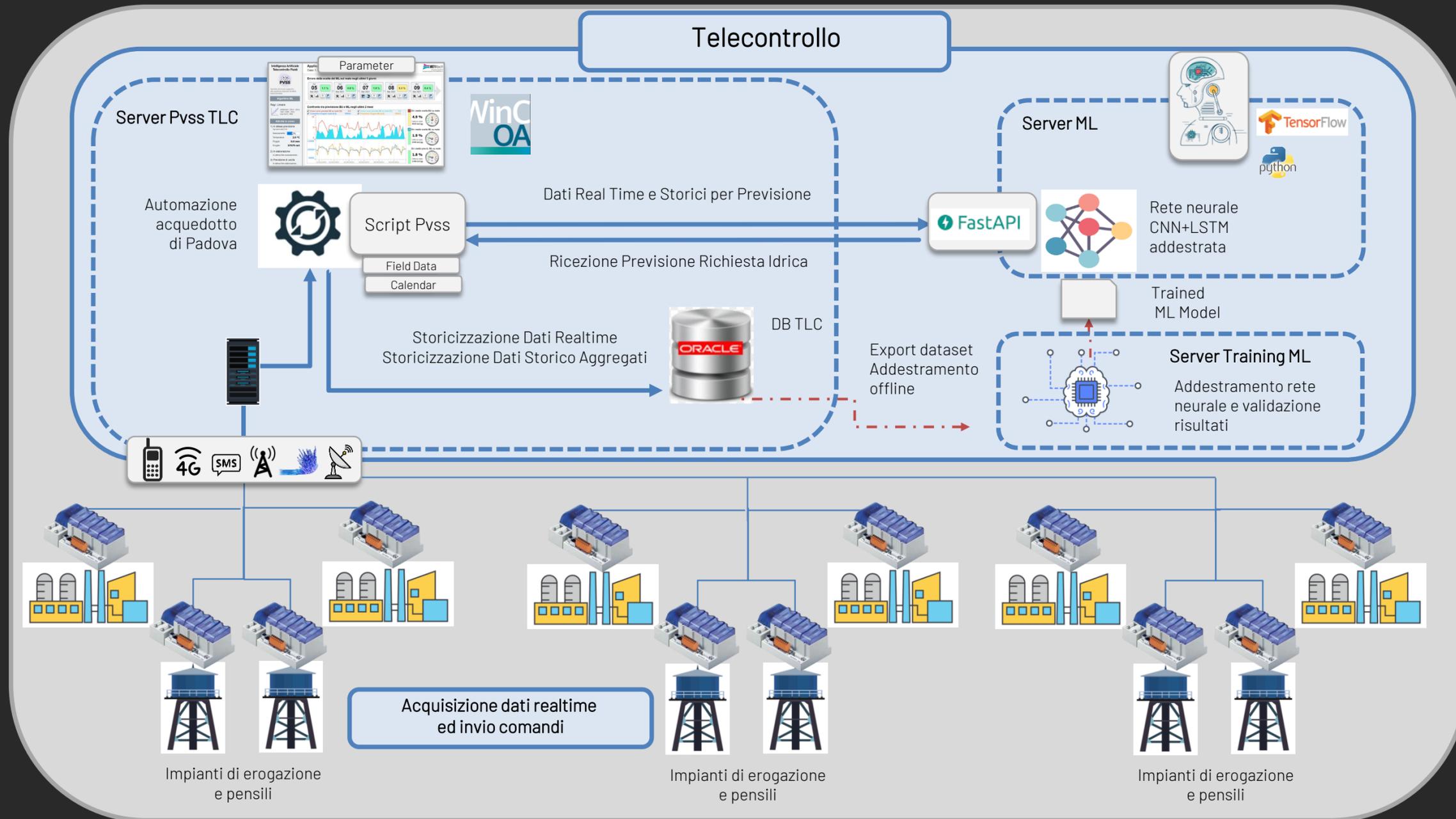
# Datastrategy e analytics

Il Framework Architettura di riferimento per progetti corporate che prevedono relazioni di scambio dati tra diversi sistemi aziendali nella piattaforma Azure Datalake. Il Telecontrollo è uno dei principali contribuenti di dati dove i progetti richiedono correlazioni tra diversi sistemi aziendali. La piattaforma di Datastrategy aziendale è utilizzata per analisi e simulazioni



# Datastrategy e analytics

Nei progetti in cui il Telecontrollo dispone di tutte le informazioni e dati necessari, il progetto viene sviluppato all'interno della piattaforma di telecontrollo PVSS dal personale interno della struttura Impianto Telecontrollo e risulterà disponibile nei client dell'ambiente di produzione (pc, smartphone, tablet)



# Il case study di Padova

Nelle prossime slide verrà presentato il progetto di ML che ha coinvolto l'acquedotto della città di Padova.



# Applicazione tecniche ML all'automazione di erogazione acqua della città di Padova



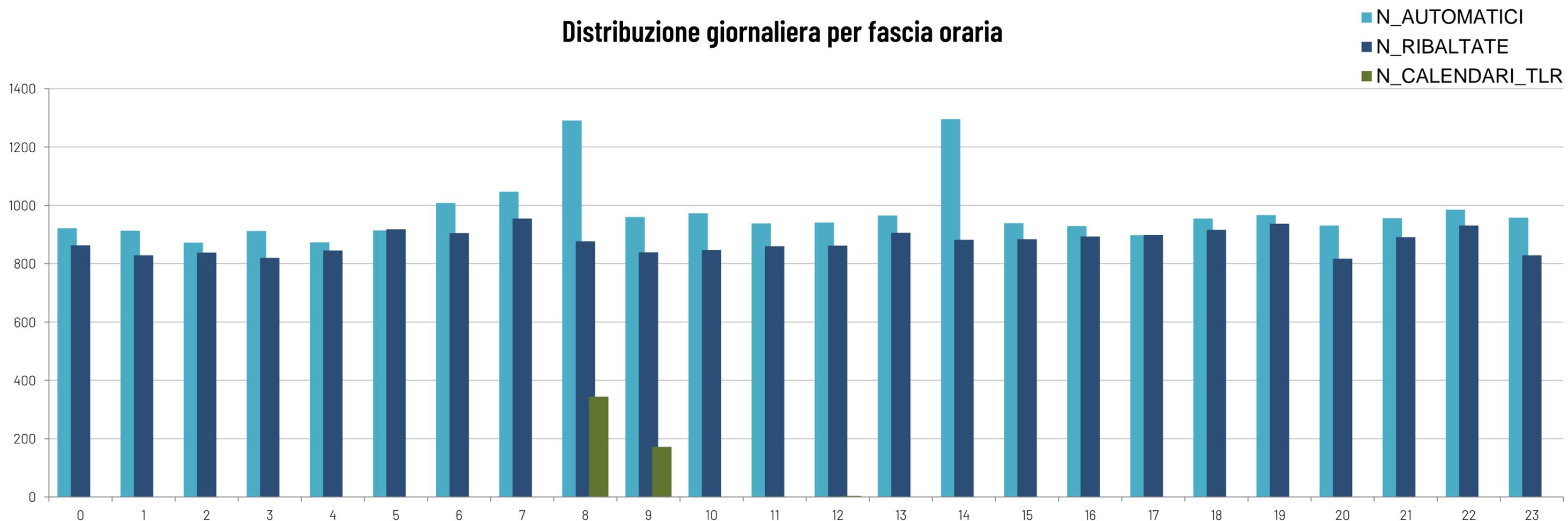
Progetto, sviluppo e realizzazione a cura della  
struttura Impianto Telecontrollo

## Statistiche automazioni Hera + AAA

Tot. automazioni centralizzate gestite dal Telecontrollo Centrale (PVSS) = 44'906  
comandi-setpoint/giorno (0,52 CMD/sec)

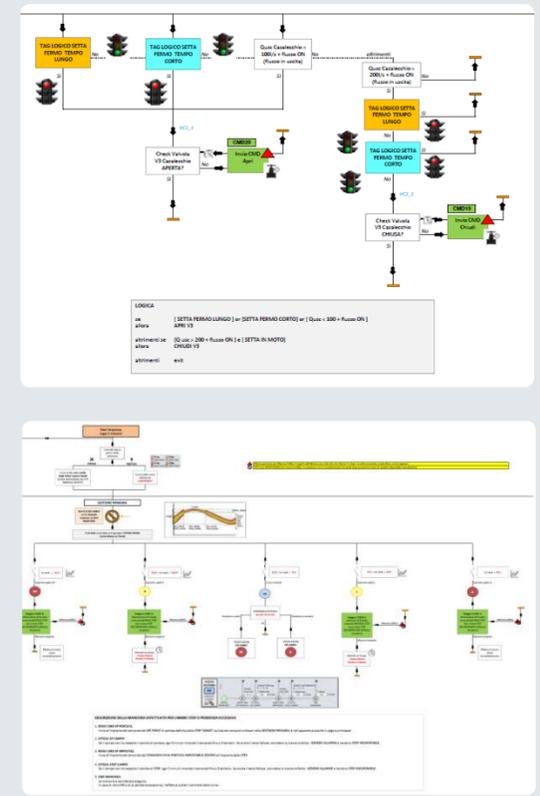
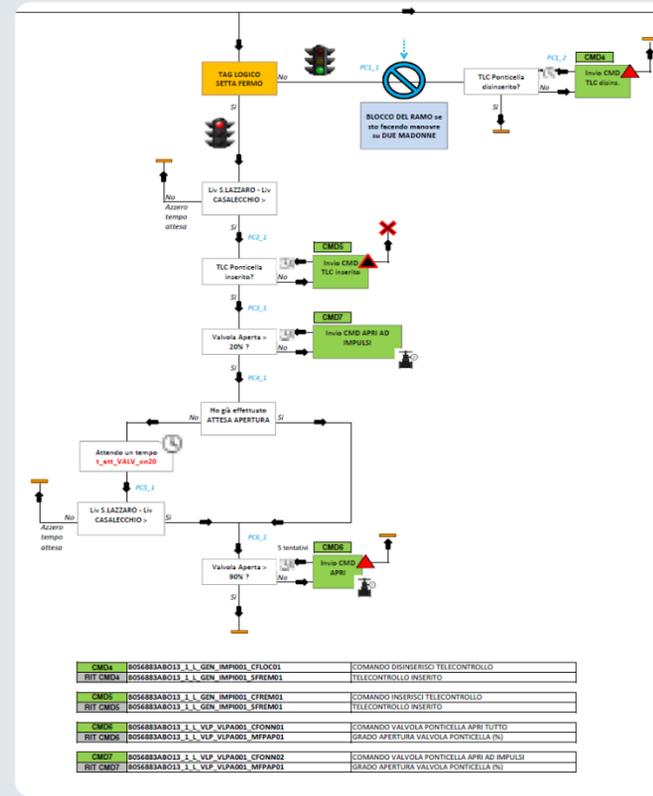
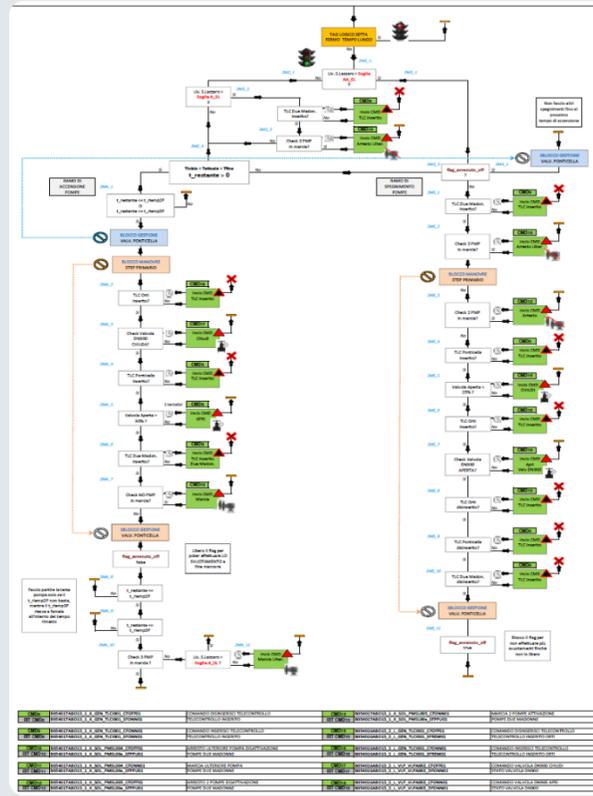
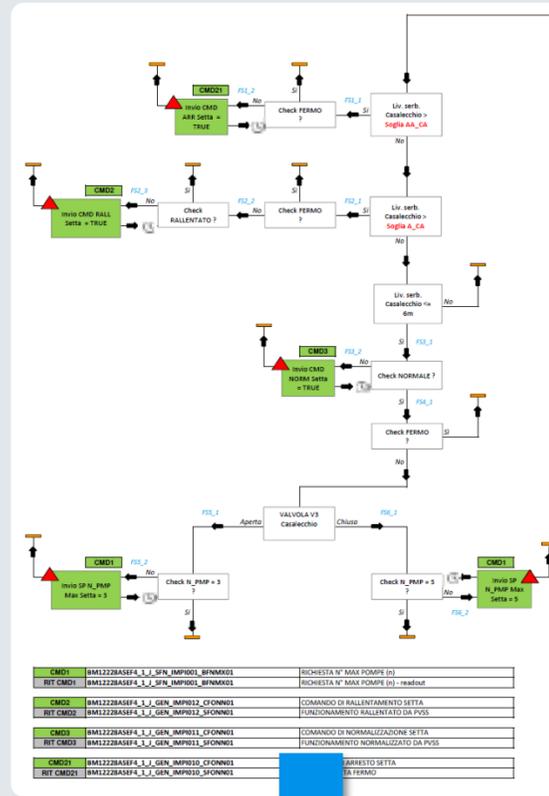
Le logiche automatiche rappresentano il **98,8%** del totale dei comandi/setpoint utilizzati per la gestione remota degli impianti

### Distribuzione giornaliera per fascia oraria



# Es: Flusso di realizzazione automazione centralizzata (RPA)

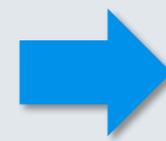
**STEP 1**  
Definizione Logica Automazione (Gestori BU + Impianto TLC)



**STEP 2**  
Sviluppo codice per applicazione automazione, e sinottici di controllo su PVSS (Impianto TLC)

```

1 //
2 04052019 : Inizio scrittura codice
3 ...
4 ...
5 ...
6 10042020 : Versione 6.0
7 ...
8 ...
9 ...
10 ...
11 25082020 : Ver3
12 ...
13 ...
14 ...
15 04092020 : Ver3
16 ...
17 27102020 : Ver3
18 ...
19 ...
20 11012021 : Ver3
21 ...
22 ...
23 ...
24 ...
25 ...
26 ...
27 ...
28 ...
29 ...
30 ...
31 ...
32 ...
33 ...
34 ...
35 ...
36 ...
37 ...
38 ...
39 ...
40 ...
41 ...
42 ...
43 ...
44 ...
45 ...
46 ...
47 ...
48 ...
49 ...
50 ...
51 ...
52 ...
53 ...
54 ...
55 ...
56 ...
57 ...
58 ...
59 ...
60 ...
61 ...
62 ...
63 ...
    
```



**Sequenza Acquedotto di Bologna**  
Sistema Primario

DATA	EVENTO	AZIONE	COMMENTI
09/03/2021 07:13:04	GESTIONE DUE MADONNE Ramo di spegnimento pompe Terminato il check orario su fine riempimento del serbatoio	INVIO CMD DISINSERCI TLC DUE MADONNE	
09/03/2021 07:07:04	GESTIONE DUE MADONNE Ramo di spegnimento pompe Terminato il check orario su fine riempimento del serbatoio	INVIO CMD DISINSERCI TLC PONTICELLA	
09/03/2021 07:02:04	GESTIONE DUE MADONNE Ramo di spegnimento pompe Terminato il check orario su fine riempimento del serbatoio	INVIO CMD DISINSERCI TLC ORTI	
09/03/2021 06:56:04	GESTIONE DUE MADONNE Ramo di spegnimento pompe Terminato il check orario su fine riempimento del serbatoio	INVIO CMD V. DN800 ORTI APRI	
09/03/2021 06:50:04	GESTIONE DUE MADONNE Ramo di spegnimento pompe Terminato il check orario su fine riempimento del serbatoio	INVIO CMD V. PONTICELLA CHIUDE 20%	

**Configurazioni Generali**

- calendario
- dat curve
- trend volume
- gestione SIST. PRIMARIO step di manovra
- Volume UTILE
- Portata SETTA
- Portata di RILDA
- Portata di INVAR
- STEP di manovra

**Impianti coinvolti nella Gestione Primaria**

- S. VITALE
- B. PANIGALE
- T. SEGNO
- FOSSOLO

**STEP attuale**: 5  
**USCITE utilizzate**: C1a, C2a

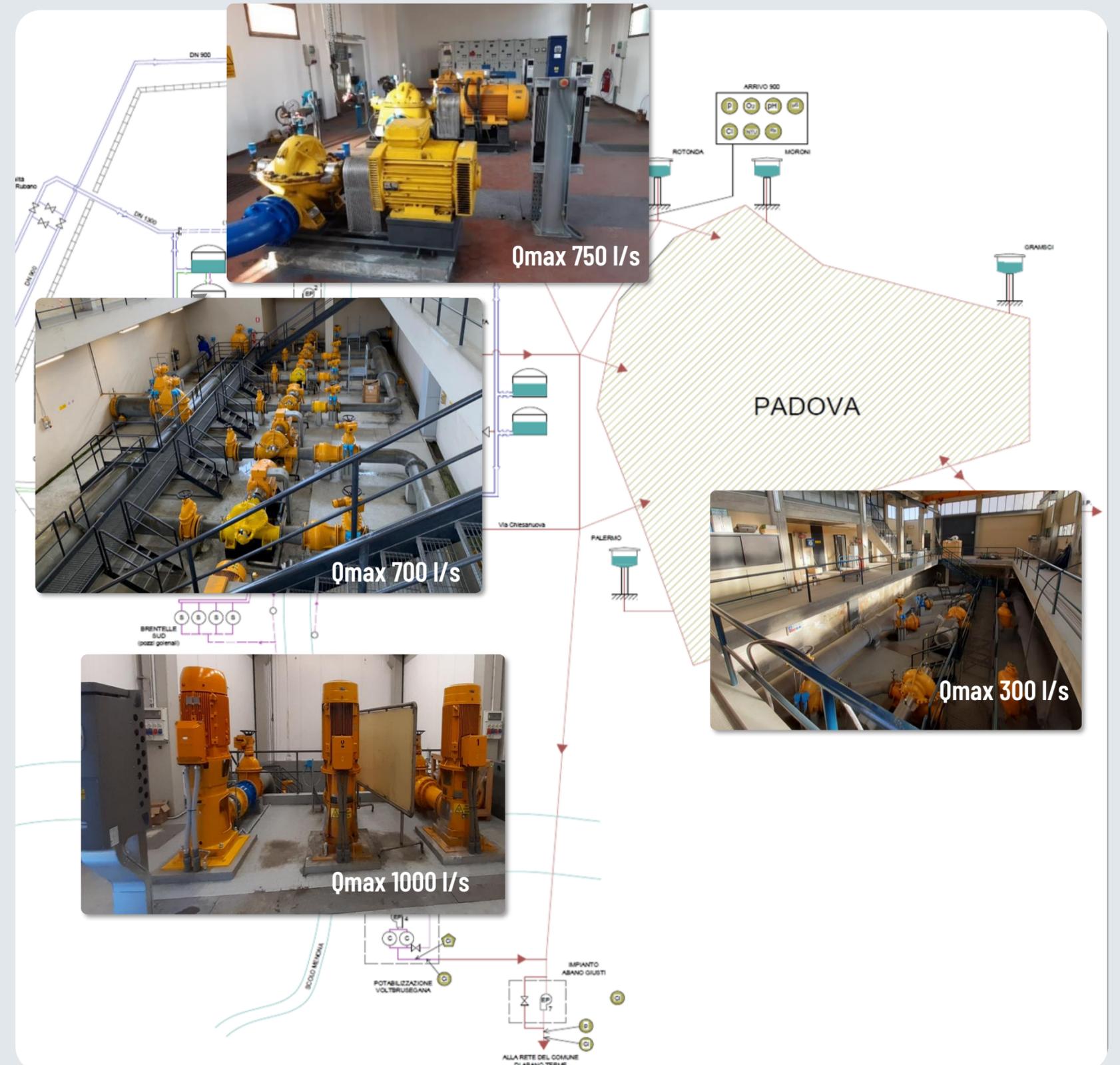
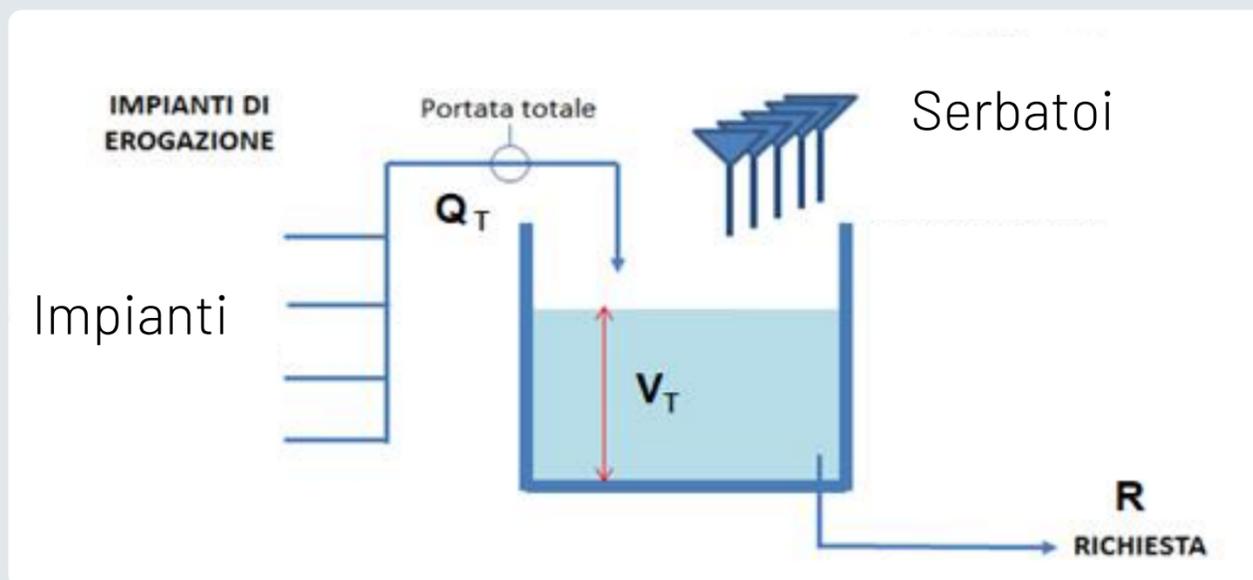
**TREND Real Time**

## ... e il caso di Padova

Sul sistema di Telecontrollo Fluidi è attiva dal 2015 una logica automatica che ha l'obiettivo principale di gestire l'acquedotto della città di Padova.

Prima di questa evoluzione la gestione era demandata ad operatori, che azionavano manualmente le pompe secondo la propria esperienza.

Ora l'automazione regola autonomamente il livello di 5 serbatoi modificando la portata di erogazione da 4 centrali. Il livello medio di questi serbatoi è infatti indice diretto della pressione di rete.



# Scenario di applicazione

Ogni minuto l'automazione calcola il livello medio pesato dei serbatoi pensili e periodicamente varia la portata in erogazione delle centrali per mantenere il livello medio all'interno di una fascia prestabilita,

L'automazione tiene conto anche dell'andamento della richiesta e garantisce i corretti ricambi giornalieri dei serbatoi pensili.

## Sequenza Acquedotto di Padova (v4)

RESET RIAVVIO MANUALE

DATA	EVENTO	AZIONE
09/03/2021 16:50:00	RI-CENTRO PORTATA X RIENTRO LIVELLO	AUMENTATO SET 5 l/s POMPA P2V MONTA'
09/03/2021 16:40:00	RI-CENTRO PORTATA X RIENTRO LIVELLO	AUMENTATO SET 5 l/s POMPA P2V MONTA'
09/03/2021 16:30:00	RI-CENTRO BANDA LIVELLO (A+)	DIMINUITO SET -2 l/s POMPA P2V MONTA' DIMINUITO SET -13 l/s POMPA P2C BRENTELLE
09/03/2021 16:20:00	RI-CENTRO BANDA LIVELLO (A+)	DIMINUITO SET -3 l/s POMPA P2V MONTA' DIMINUITO SET -12 l/s POMPA P2C BRENTELLE

Trend Livello

Trend Portata

Regolazione Brentelle

fasce orarie pmp1

fasce orarie pmp2

Tempo attesa ripartenza pmp 5 min

Automatismo generale

curve giornaliere

conf. livelli

conf. param. pmp

stato utenze

dati curve

param. serbatoi

seq. Saviabona

ri-centro banda

LUNEDI'

param. Stanga

banda morta portata 60.0 l/s

banda morta livello 10.00 m

b. morta set portata 20 l/s

max cambi curva 2 nr

area serbatoio 250.00 m2

attesa rientro curva 60 min

inizio fascia notturna 0 0

fine fascia notturna 0 0

attesa allarme Moroni 15 min

max. tentativi rientro 4 n

soglia port. Canaletta 450 l/s

timeout 2 pmp 3 min

step 2 pmp 65 l/s

tentativi start pmp 1 n

tentativi stop pmp 1 n

Regolazione Montà

Minimo livello per stop pompe 8.00 m s.l.m.

Tempo attesa ripartenza pmp 5 min

Prescolo Crit.

Scolo Crit.

Regolazione Vasca

LIVELLO VASCA

Massimo

Minimo

Tempo attesa ripartenza pmp 5 min

Mancanza Enel

brentelle reset

codalunga reset

montà reset

LIVELLO MEDIO 40.82 m s.l.m.

PORTATA TOTALE 1325 l/s

CURVA 100 nd

FASCIA + A

Richiesta Ist. 1265 l/s

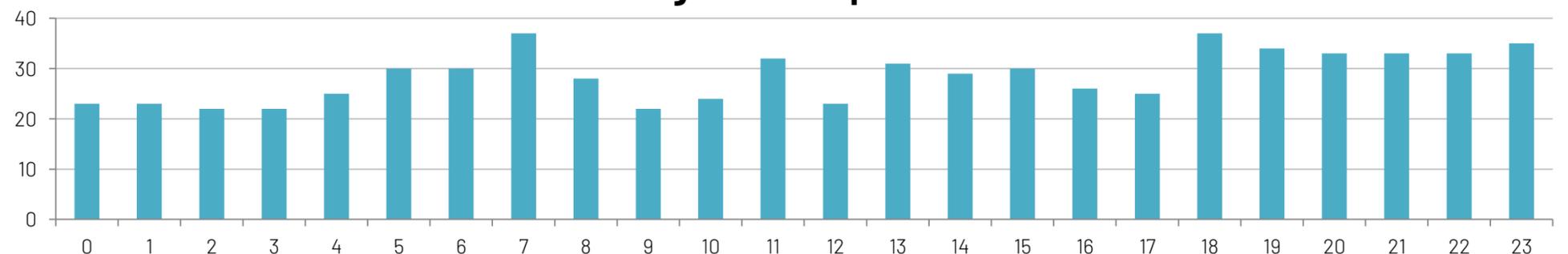
ABILITA

DISABILITA

Lista Eventi Sequenza

Tot. comandi-setpoint inviati da PVSS con logiche Automatiche per la gestione del servizio Idrico di Padova = **687**/giorno (2,09 CMD/min)

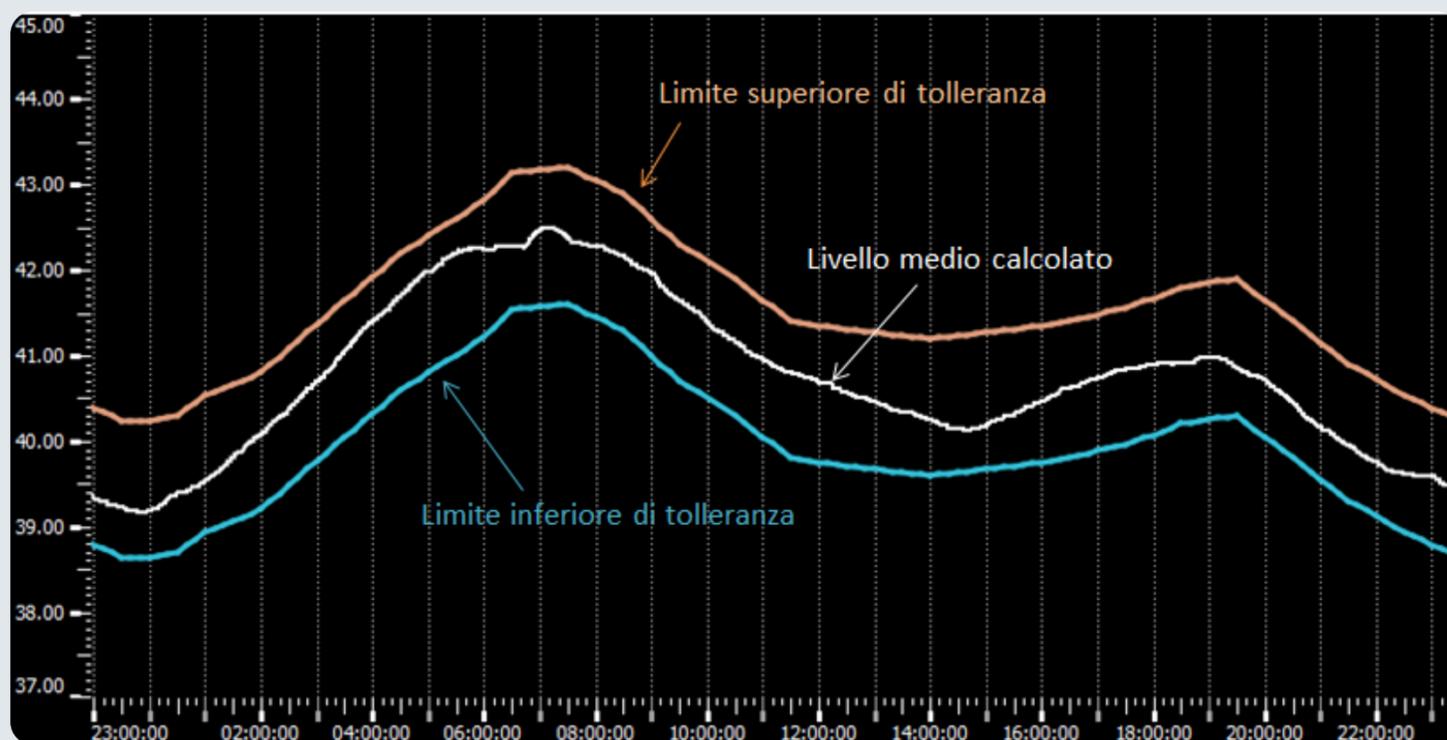
### Distribuzione giornaliera per fascia oraria



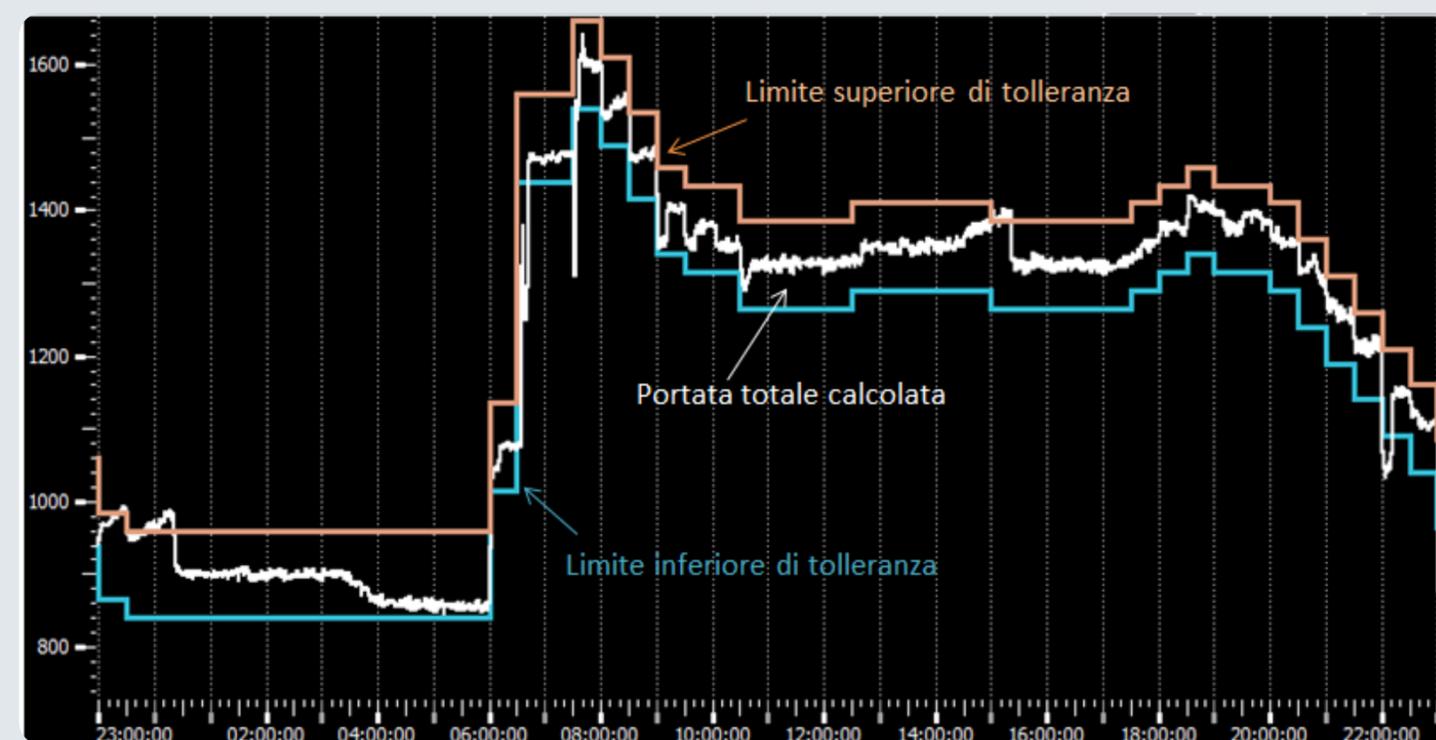
## Scenario di applicazione

Per ogni giorno la BU stima il consumo totale giornaliero di acqua in base ai dati storici e statistici disponibili. Dopodiché definisce una **curva di livello medio da rispettare**, che indica, in sostanza, la pressione di rete da seguire durante la giornata. A tale curva viene applicata poi una banda di tolleranza. Nella definizione del livello la BU tiene anche conto che questi serbatoio svolgono una funzione di piccolo accumulo per i picchi di richiesta.

### CURVA DEL LIVELLO MEDIO



### CURVA DELLA PORTATA TOTALE



Oltre alla curva ideale di livello l'automazione ha come secondo obiettivo il **rispetto di una curva di portata erogata totale**. Questi limiti possono essere superati nel caso in cui fosse necessario per il rispetto del vincolo sul livello

## Scenario di applicazione

Ad oggi la selezione delle «curve obiettivo» viene effettuata manualmente impostando un calendario e definendo la forma di un numero limitato di curve tipo

### CALENDARIO GIORNALIERO

Parametri Automatismo																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
gen.	105K	105K	105K	105K	105K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K
feb.	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	105K	105K	110K									
mar.	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	105K	110K						
apr.	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	105K	110K	105K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K
mag.	105K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	110K	110K	105K	105K	100K	105K	100K	105K	105K	105K	105K	105K
giu.	105K	100K	105K	110K	110K	110K	115K	110K	100K	115K	115K	115K	110K	115K	115K	115K	115K	120K	120K	110K	110K	120K	120K	120K	120K	120K	120K	115K	110K	110K	110K	
lug.	125K	120K	120K	115K	120K	120K	110K	120K	120K	120K	120K	110K	110K	120K	115K	115K	110K	115K	110K	105K	115K	115K	115K	115K	115K	110K	110K	115K	115K	115K	115K	115K
ago.	115K	115K	110K	105K	115K	115K	115K	110K	110K	105K	105K	110K	105K	105K	100K	100K	100K	105K	110K	110K	110K	110K	110K	105K	110K	115K	115K	115K	115K	115K	115K	
set.	110K	115K	115K	115K	115K	115K	115K	110K	115K	115K	115K	115K	115K	115K	110K	115K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	110K	110K	110K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	
ott.	115K	115K	110K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	115K	
nov.	145K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	115K	115K	140K	145K	115K	115K	115K	110K	110K	140K	145K	110K	110K	105K	110K	110K	140K	110K	
dic.	145K	105K	110K	110K	110K	110K	140K	145K	105K	110K	110K	110K	110K	140K	145K	105K	110K	110K	110K	110K	140K	145K	105K	110K	145K	105K	110K	140K	145K	105K	110K	

Conferma



Il nome della curva rappresenta il totale erogato giornaliero in m<sup>3</sup>. (Es. 105k → 105000 m<sup>3</sup> erogati)

### IMPOSTAZIONE DELLE CURVE

Parametri Automatismo			
Tipi curve			
115K			
<input type="radio"/> 3 SERBATOI			
<input type="radio"/> 4 SERBATOI			
<input checked="" type="radio"/> 5 SERBATOI			
ORA	PORTATA GIORNO	LIVELLO	PORTATA DEFAULT
12:00 - 12:29	1500	40.40	1500
12:29 - 12:59	1500	40.40	1500
13:00 - 13:29	1500	40.40	1500
13:29 - 13:59	1500	40.40	1500
14:00 - 14:29	1500	40.50	1500
14:29 - 14:59	1500	40.50	1500
15:00 - 15:29	1500	40.55	1500
15:29 - 15:59	1500	40.55	1500
16:00 - 16:29	1500	40.60	1500
16:29 - 16:59	1500	40.60	1500
17:00 - 17:29	1500	40.75	1500
17:29 - 17:59	1500	40.75	1500
18:00 - 18:29	1500	41.00	1500
18:29 - 18:59	1500	41.00	1500
19:00 - 19:29	1400	41.00	1400
19:29 - 19:59	1400	41.00	1400
20:00 - 20:29	1150	40.50	1150
20:29 - 20:59	1150	40.50	1150
21:00 - 21:29	1150	40.10	1150
21:29 - 21:59	1150	40.10	1150
22:00 - 22:29	1400	39.74	1400
22:29 - 22:59	1400	39.74	1400
23:00 - 23:29	1100	39.45	1100
23:29 - 23:59	1100	39.45	1100

### Limiti attuali

- Compilazione manuale del calendario
- Numero limitato di curve obiettivo
- «Curve obiettivo» statiche
- Utilizzo di curve statiche che non tengono conto di alcune variabili che influenzano i consumi
  - Dati meteo
  - Calendario delle festività
  - Calendario scolastico

## Come può aiutarci il Machine Learning?

1

Selezione automatica della **curva obiettivo** tramite la previsione del totale erogato giornaliero

(test su PVSS completati con esito positivo, a breve in produzione)

2

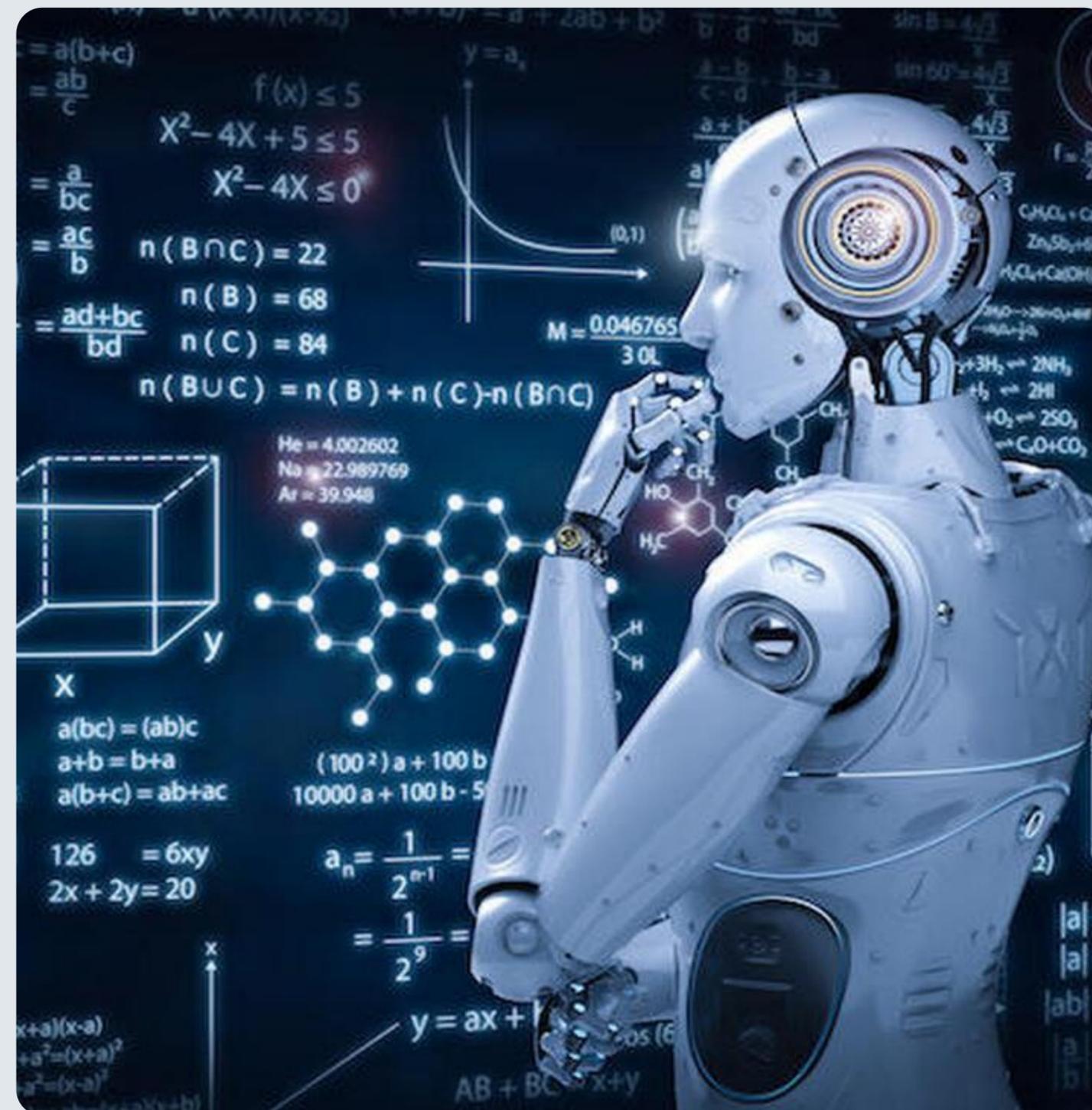
Previsione in tempo reale della **richiesta di acqua**

(test in corso su PVSS e sviluppo "logiche di sicurezza")

### Da sistema passivo a sistema pro-attivo

Entrambi gli approcci risultano utili a:

- ottimizzare le manovre negli impianti
- ottimizzare utilizzo degli stoccaggi
- ridurre le sollecitazioni sugli organi meccanici
- ridurre le rotture di rete
- eliminare gli sfiori dei serbatoi pensili
- contribuire alla riduzione dei consumi energetici.



## Caso 1: Selezione automatica della curva - addestramento

Per selezionare in automatico la migliore curva giornaliera è indispensabile prevedere il più accuratamente possibile quale sarà il volume totale di acqua richiesto durante il giorno.

### MODELLO MACHINE LEARNING

➤ Variabili utilizzate per l'addestramento:

- Giorno
- Mese
- Calendario festività
- Calendario scolastico
- Temperatura
- Pioggia
- Totale erogato

➤ Granularità giornaliera

➤ Modelli testati:

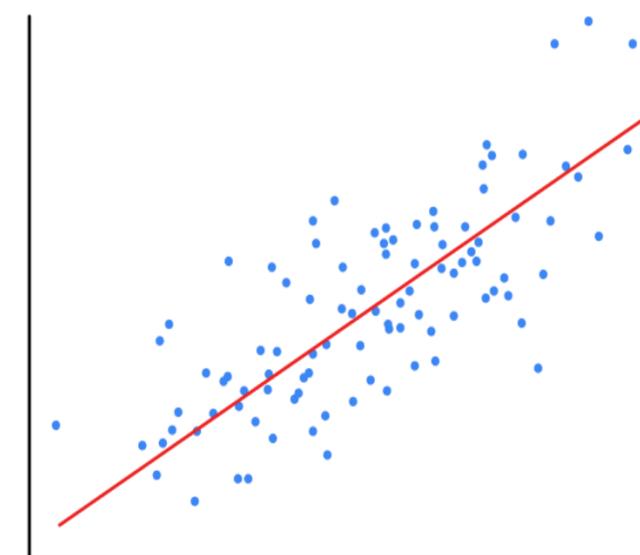
- Persistence Model (riferimento)
- [Regressione Lineare](#)
- Random Forest
- Rete neurale MLP

➤ Addestramento: 2014 - 2019

➤ Test: 2020 - 2021

➤ Loss function: errore medio assoluto (MAE)

➤ Tools open source: Python + Scikit-learn



Es. regressione lineare

$$\text{MAE} = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

# Caso 1: Selezione automatica della curva - confronto tra modelli

Tra i modelli testati il Random Forest si è rivelato essere leggermente più accurato del Regressore Lineare, ma dovendo «quantizzare» il risultato in un numero finito di set disponibili, tale vantaggio viene sostanzialmente perduto.

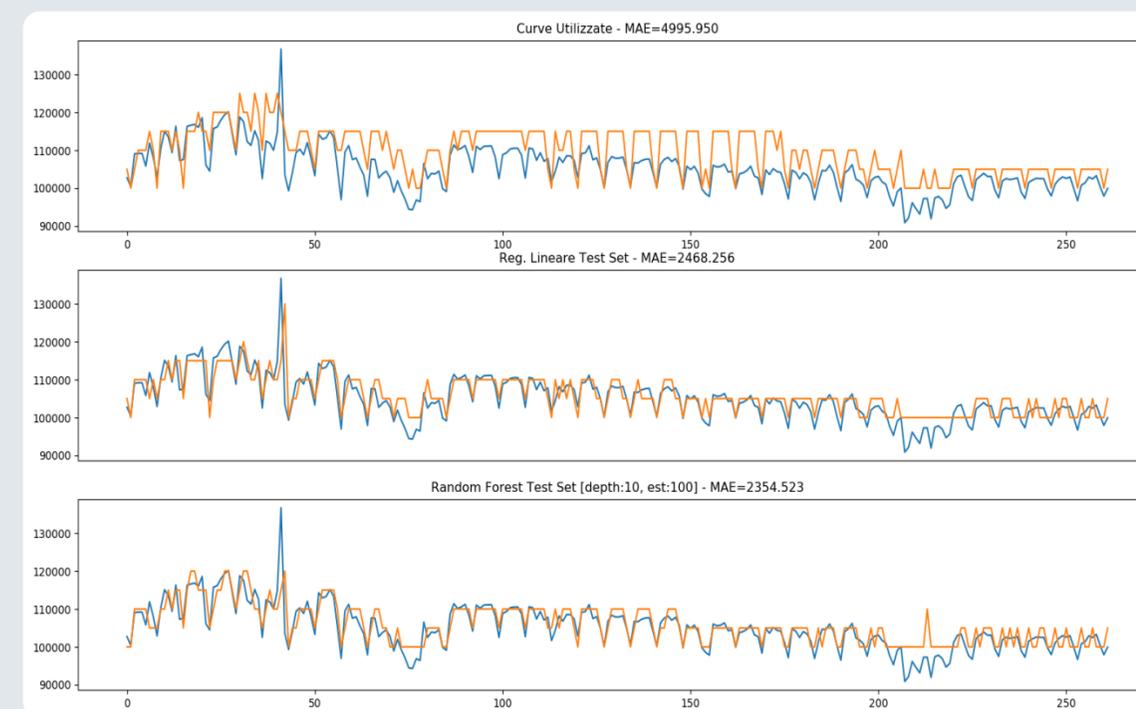
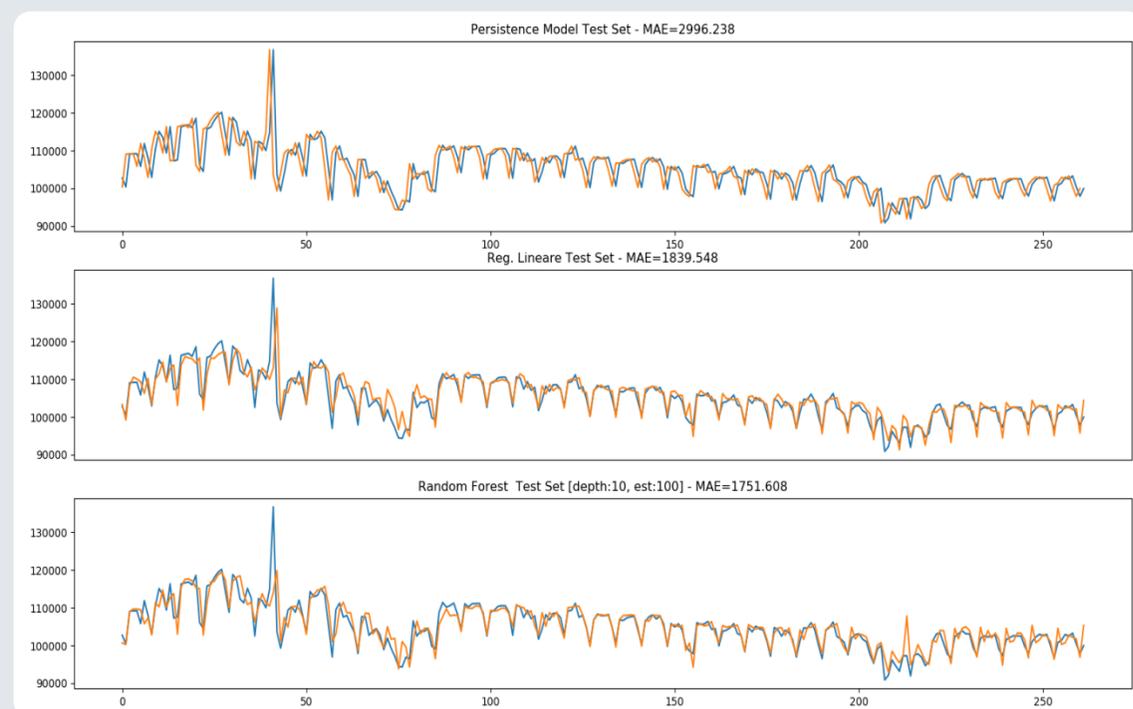
➤ A parità di risultati la soluzione meno complessa è la preferibile.

MODELLO	DATA SET	MAE [m3]
Pers. Model	Test Set	2996
Reg. Lineare	Test Set	1839
Random Forest	Test Set	1751

Test Set:  
giugno 2019 - febbraio 2020

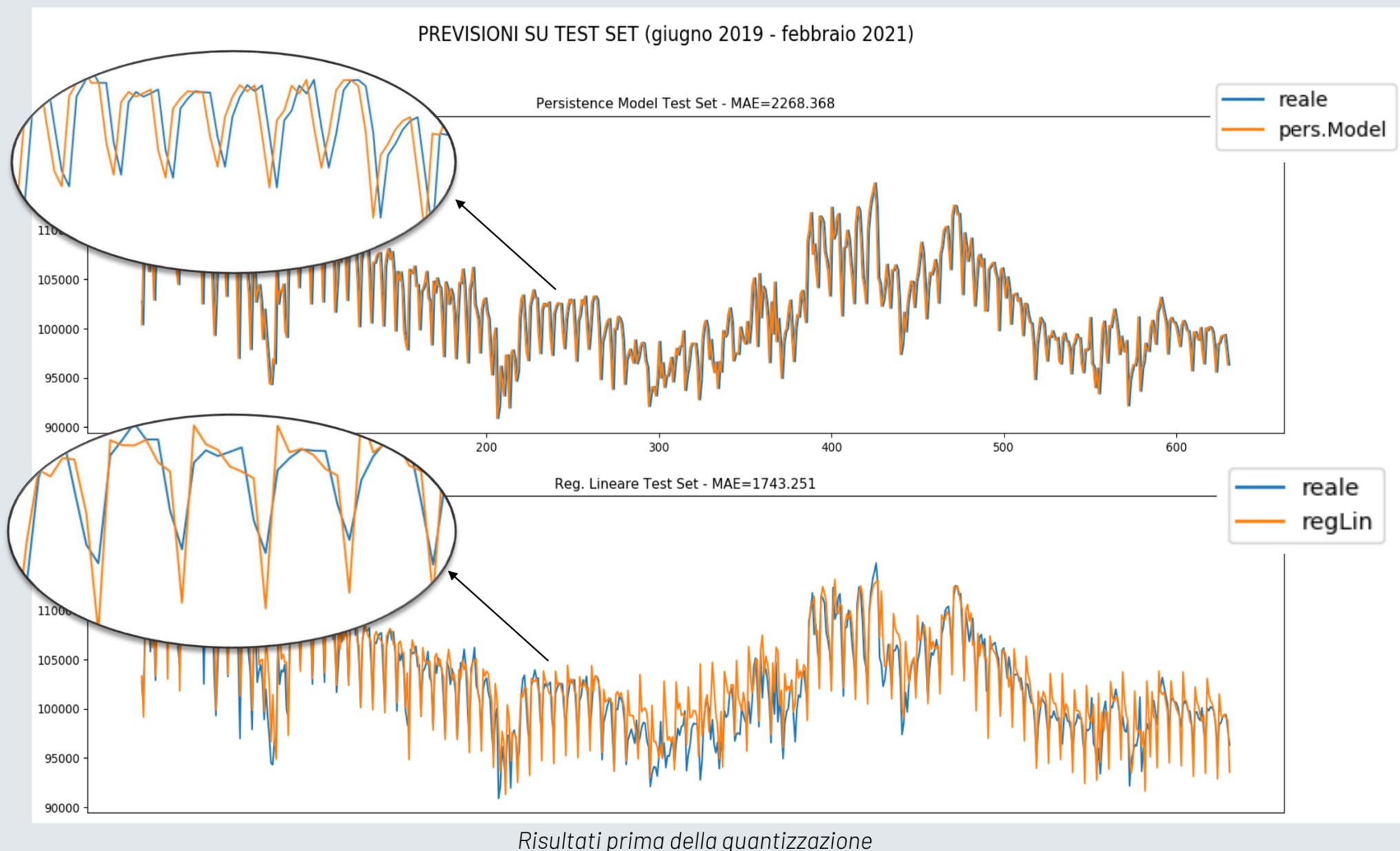
quantizzazione

MODELLO	DATA SET	MAE [m3]
Pers. Model	Test Set	4995
Reg. Lineare	Test Set	2468
Random Forest	Test Set	2354



## Caso 1: Selezione automatica della curva - risultati

Per la complessità del modello si è rivelata sufficiente la tecnica della **Regressione Lineare**.



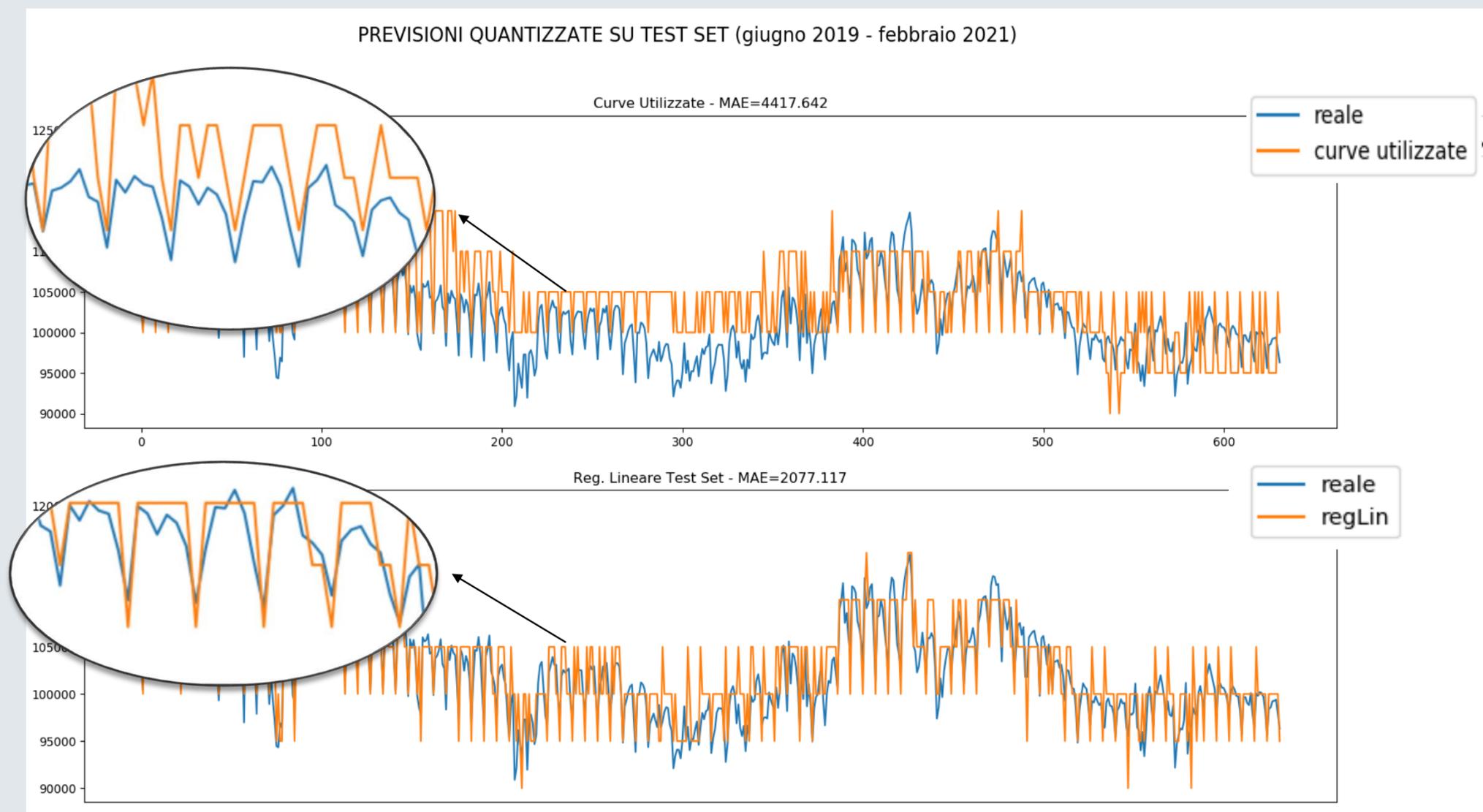
- **Train Set:** dicembre 2014 - maggio 2019
- **Test Set:** giugno 2019 - febbraio 2021

MODELLO	DATA SET	MAE [m3]
Pers. Model	Train Set	3114
Reg. Lineare	Train Set	1828
Pers. Model	Test Set	2268
<b>Reg. Lineare</b>	<b>Test Set</b>	<b>1743</b>

## Caso 1: Selezione automatica della curva - risultati

Il modello di previsione avrebbe effettuato scelte migliori rispetto a quelle effettuate manualmente ?

Lo abbiamo messo a confronto con le curve «quantizzate» utilizzate nel periodo del Test Set



Risultati dopo la quantizzazione

- **Test Set:** giugno 2019 – febbraio 2021
- **Quantizzazione:**
  - range: 90k – 140k
  - step: 5k

MODELLO	DATA SET	MAE [m3]
Sel. manuale	Test Set	4417
Reg. Lineare	Test Set	2077

# Caso 1: Selezione automatica della curva - live pvss

## DashBoard di monitoraggio su PVSS

### Intelligenza Artificiale Telecontrollo Fluidi



Tecniche di IA per supporto alla gestione impianti di HERA telecontrollati

#### Algoritmo ML

#### Regr. Lineare



Addestram : 2014 - 2019  
Test : 2020 - 2021  
Loss funct : MAE

#### Attività in corso

##### 1) In attesa previsione

Ogni giorno alle 23.45

Avanzamento **42%**

Temperatura **2.0 °C**

Pioggia **0.0 mm**

Erogato **37575 m3**

##### 2) In elaborazione

In attesa fine avanzamento...

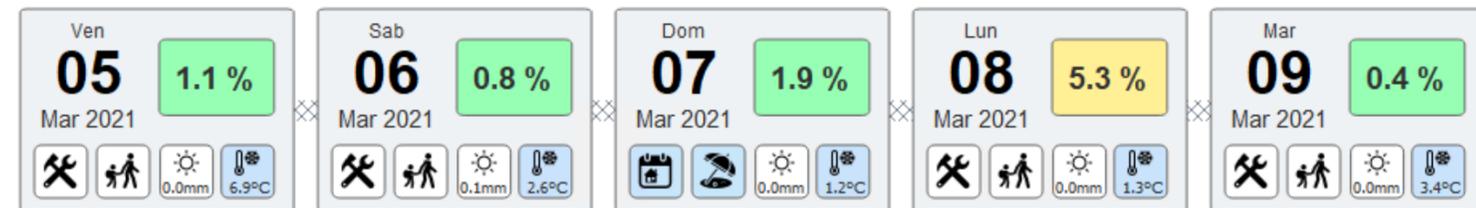
##### 3) Previsione di uscita

In attesa fine elaborazione...

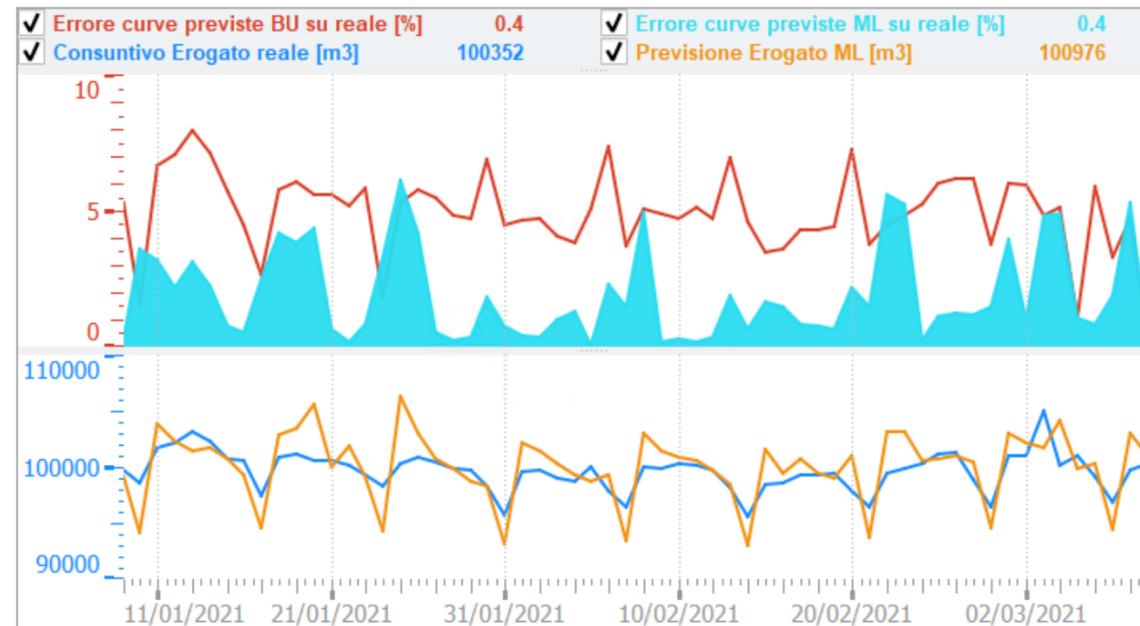
### Applicazione ML all'automazione di erogazione acqua di Padova Caso 1: Selezione automatica della Curva



#### Errore della scelta del ML sul reale negli ultimi 5 giorni



#### Confronto tra previsione BU e ML negli ultimi 2 mesi



#### Err. medio scelta BU su reale

**4.9 %**

Delta su reale  
4919 m3/gg



#### Err. medio scelta ML su reale

**1.9 %**

Delta su reale  
1940 m3/gg



#### Err. medio previs. ML su reale

**1.8 %**

Delta su reale  
1780 m3/gg

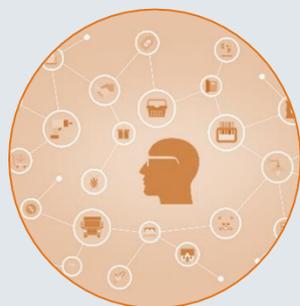


## Caso 1: Selezione automatica della curva – vantaggi e conclusioni



### Il processo diventa automatico e giornaliero

- Oggi i calendari vengono compilati settimanalmente ed aggiornati al bisogno da un operatore
- Il sistema effettua la previsione tutti i giorni, sfruttando i dati più aggiornati possibile
- Saving di 200 h/anno operatore



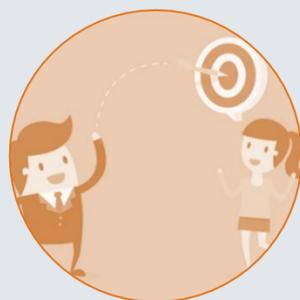
### Il modello ML sfrutta tutte le variabili disponibili (anche quelle che un operatore non può tenere in considerazione)

- Dati meteo
- Dati storici aggiornati a fine giornata (ore 23:45)



### Riduzione dell'errore umano

- Data entry manuale non più necessario
- Consultazione report storici non più necessaria

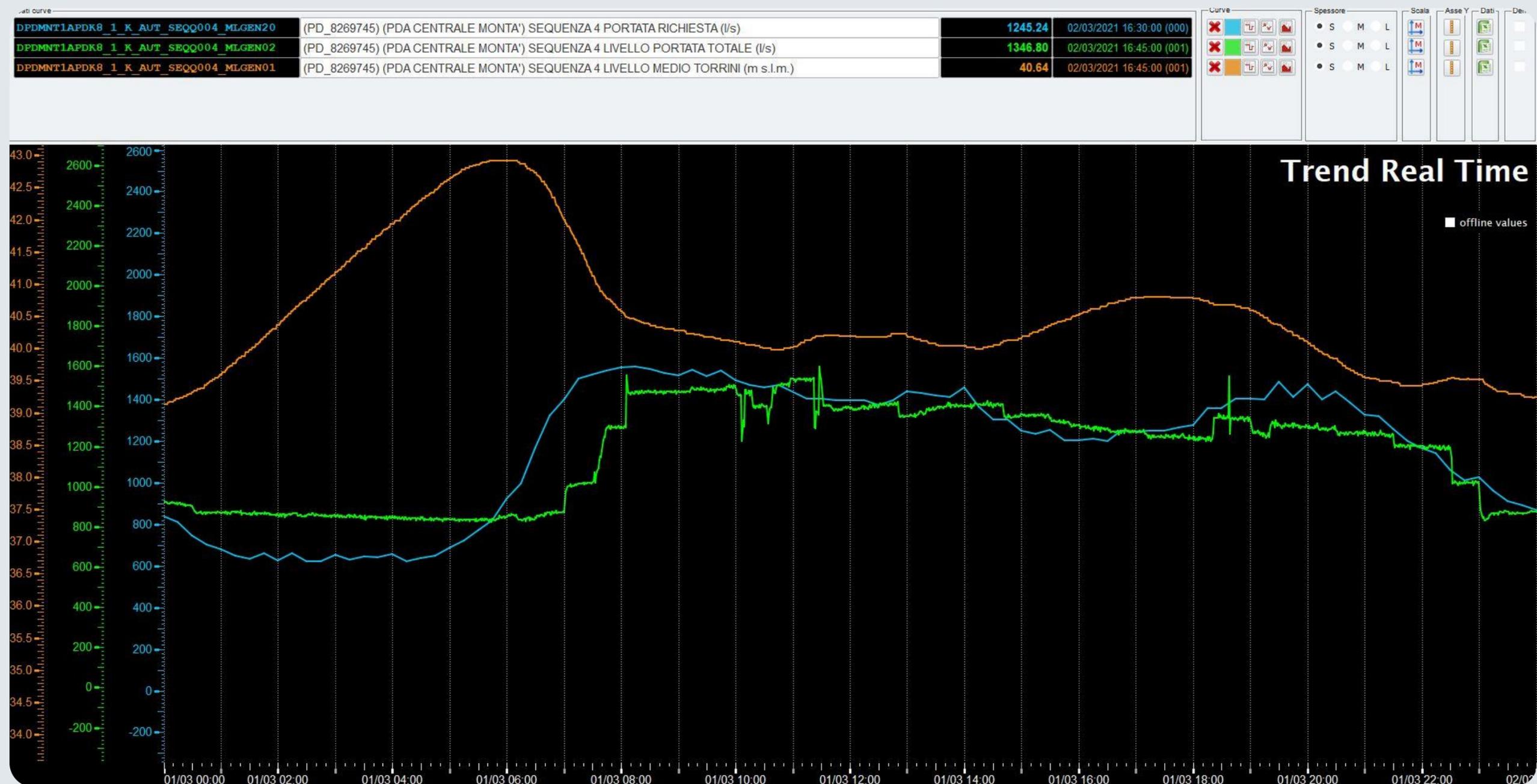


### Set obiettivo più accurato

- L'impostazione della curva obiettivo più corretta porta l'automazione ad effettuare meno manovre sulle pompe, e quindi un minore stress sulla rete e sulle macchine

## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – il processo oggi

Il dato di Richiesta Istantanea era calcolato extra sistema, con anche elaborazioni manuali, quindi non facilmente integrabile nel Telecontrollo rendendo più frammentato il processo di analisi del sistema. Ora il dato è già calcolato e disponibile a PVSS.



## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – addestramento

Per anticipare e minimizzare le manovre sugli impianti è indispensabile prevedere il più accuratamente possibile quale sarà la richiesta istantanea di acqua durante il giorno.

### MODELLO MACHINE LEARNING

➤ Variabili utilizzate per l'addestramento:

- Giorno
- Mese
- Minuto del giorno
- Calendario festività
- Calendario scolastico
- Temperatura
- Pioggia
- Totale erogato giorno precedente

➤ Granularità 15 minuti

➤ Modelli testati:

- Persistence Model (riferimento)
- Regressione Lineare
- Random Forest
- Rete neurale MLP
- Rete LSTM
- [Rete CNN + Rete LSTM](#)
  - CNN: Convolutional Neural Network
  - LSTM: Long-Short Term Memory

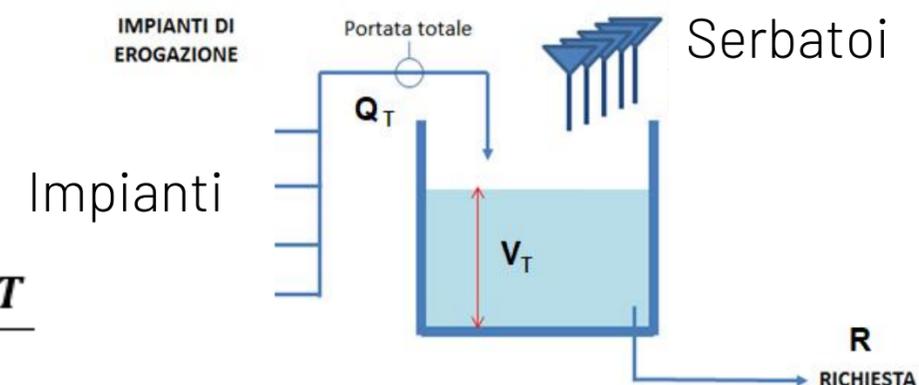
➤ Addestramento: 2018 - 2019

➤ Test: 2020 - 2021

➤ Loss function: errore medio assoluto (MAE)

➤ **Tools open source:** Python + Tensorflow

$$R_{Ti} = \frac{V_{Ti} - V_{Ti+1} + Q_T * T}{T}$$

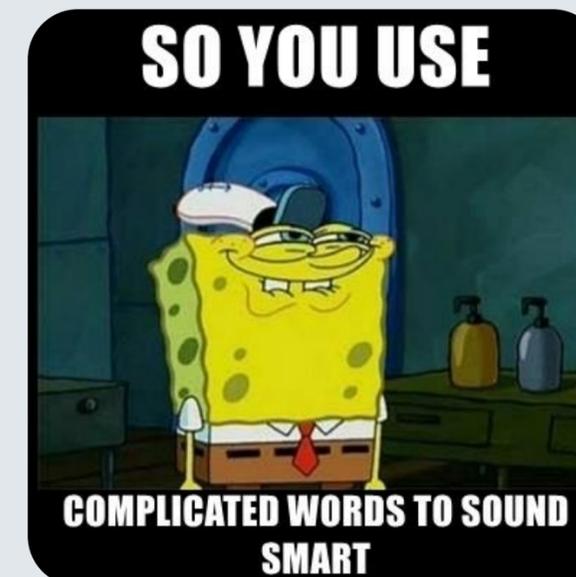


## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – modello CNN + LSTM

Per ottenere una previsione più precisa possiamo fare in modo che la rete «capisca» l'andamento della curva guardando al passato per prevedere il futuro:

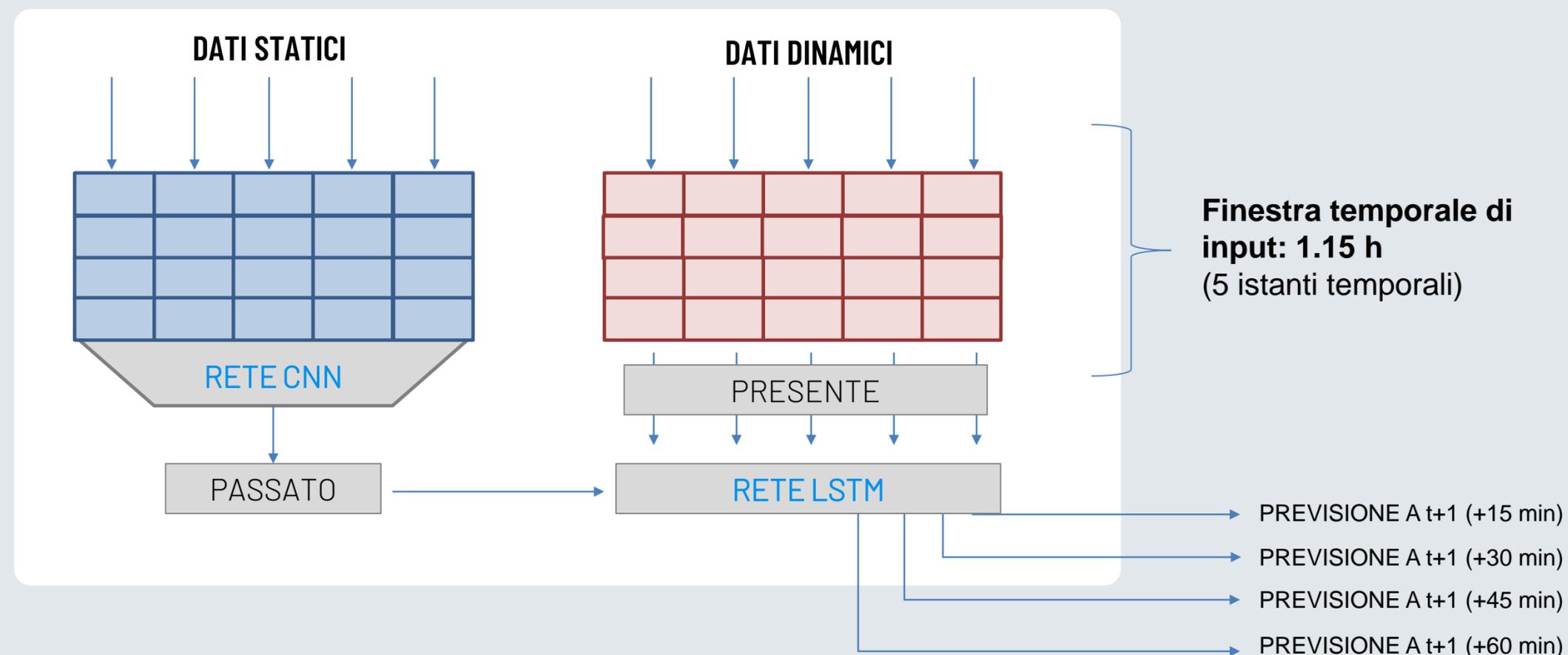
Abbiamo suddiviso i dati in ingresso in due categorie:

- **STATICI:** non variano da un intervallo all'altro di 15 minuti:  
Mese, giorno, festivo/feriale, giorno scolastico/vacanza, erogato giorno precedente
- **DINAMICI:** possono variare ad ogni intervallo  
Pioggia, temperatura, minuto del giorno



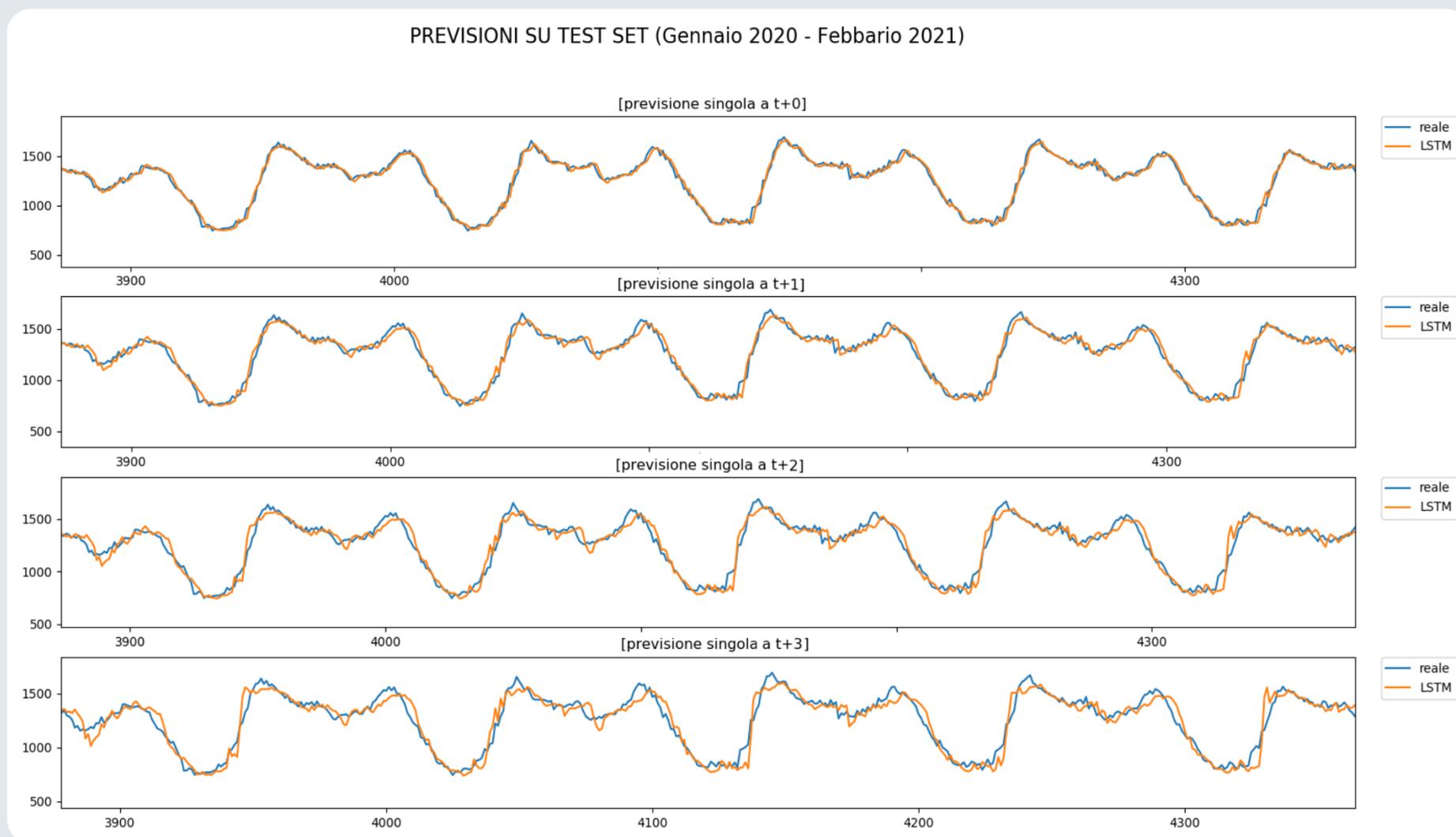
Convolutional Neural Network  
utilizza i dati statici per  
creare una rappresentazione  
del «passato»

Long-Short Term Memory  
sfrutta l'effetto memoria  
per prevedere l'andamento  
di una variabile nel futuro



## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – risultati

Con un unico modello riusciamo ad ottenere, ogni 15 minuti, previsioni soddisfacenti fino ad un'ora nel futuro



➤ **Train Set:** gennaio 2018 – dicembre 2019

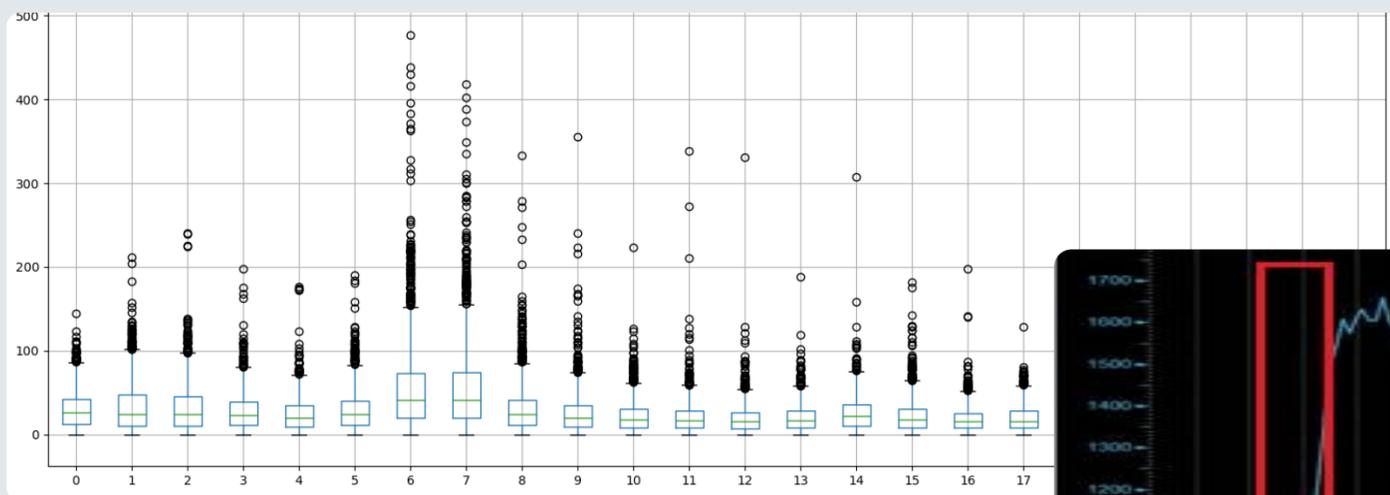
➤ **Test Set:** gennaio 2020 – febbraio 2021

MODELLO	DATA SET	MAE [l/s]
Pers. Model (+15 min)	Test Set	35.136
CNN+LSTM (+15 min)	Test Set	<b>29.224</b>
CNN+LSTM (+30 min)	Test Set	37.254
CNN+LSTM (+45 min)	Test Set	47.137
CNN+LSTM (+60 min)	Test Set	57.819

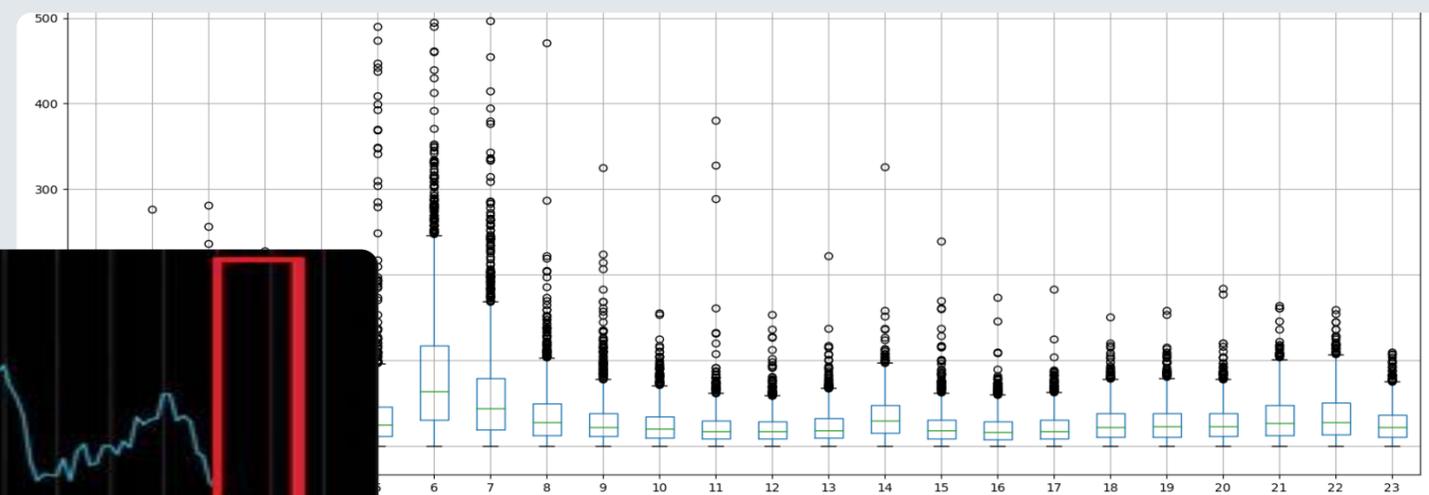
## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – risultati

Dov'è che la rete commette più errori? Come sono distribuiti gli errori nelle 24 ore?

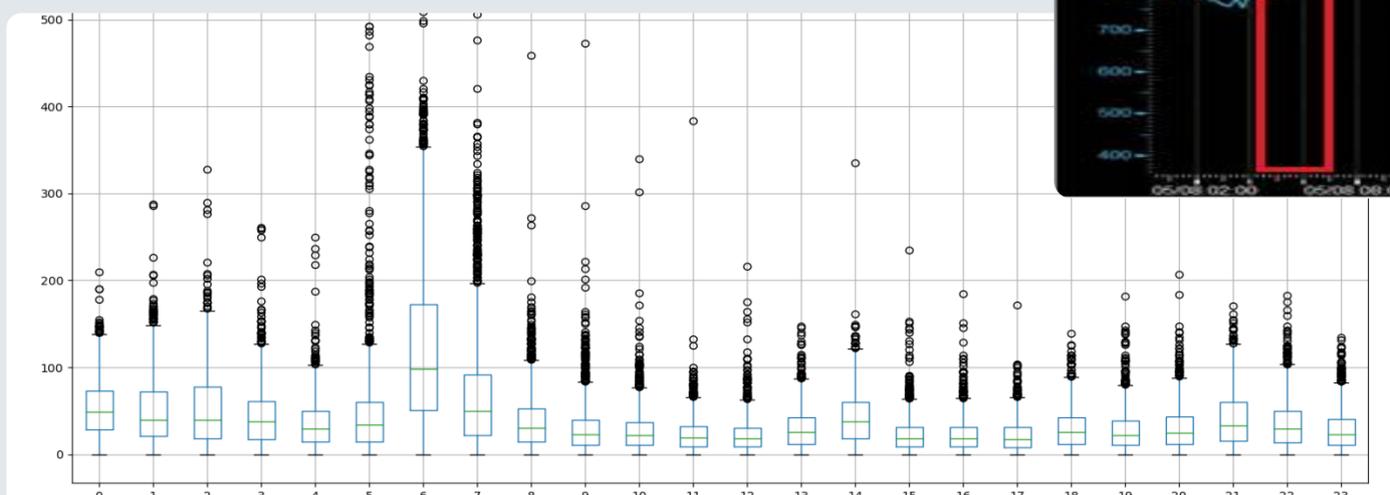
MAE Orario previsione a +15 min



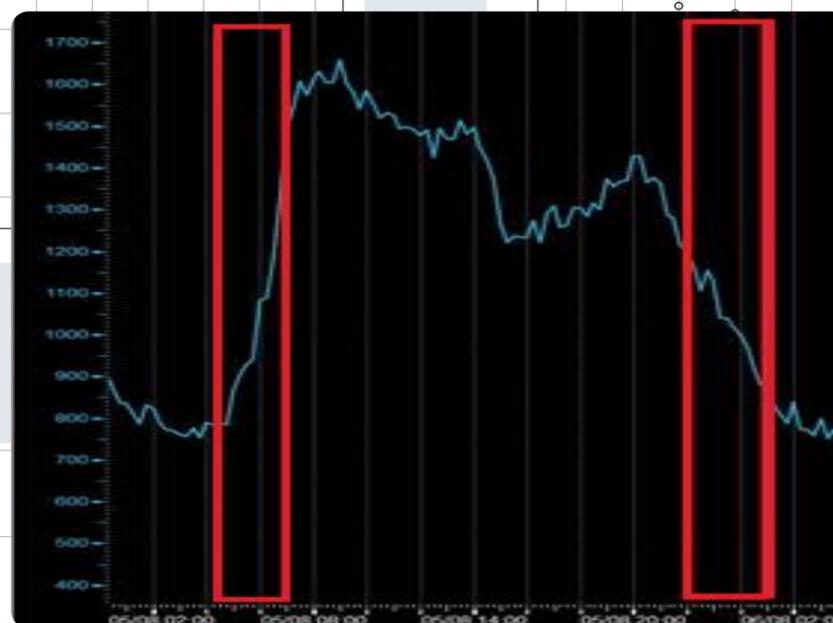
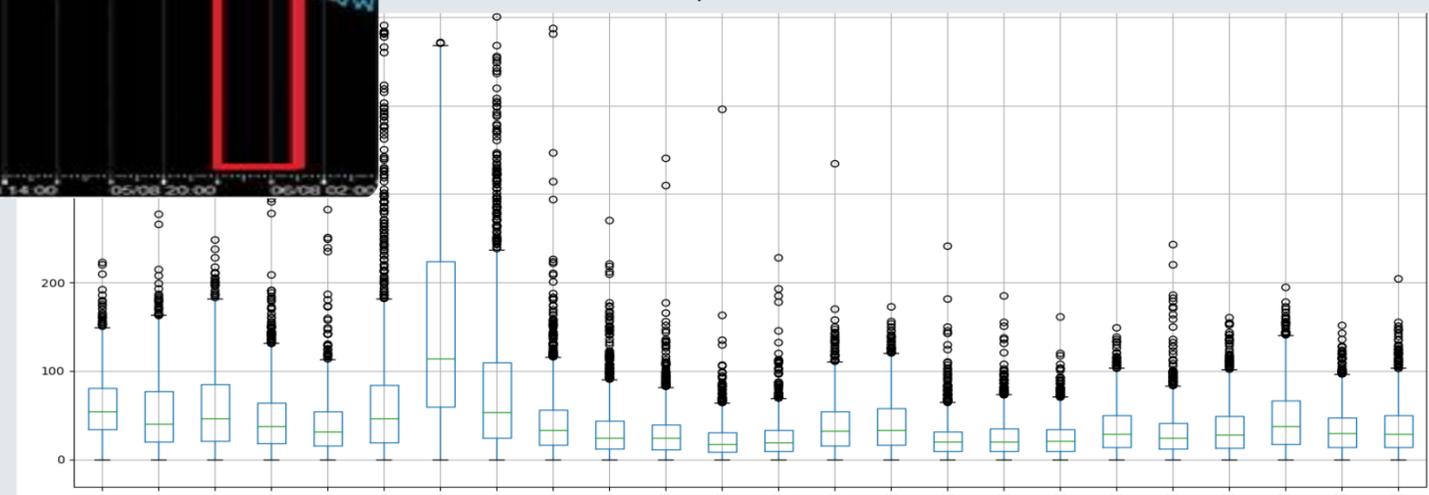
MAE Orario previsione a +30 min



MAE Orario previsione a +45 min



MAE Orario previsione a +60 min



Come previsto la rete commette gli errori maggiori durante i transitori più ripidi (quindi più difficili da prevedere con precisione)

# Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – live pvss

## DashBoard di monitoraggio su PVSS

Intelligenza Artificiale  
Telecontrollo Fluidi



Tecniche di IA per supporto alla gestione impianti di HERA telecontrollati

Algoritmo ML

Rete CNN + Rete LSTM

Addestram : 2018 - 2019  
Test : 2020 - 2021  
Loss funct : MAE

Attività in corso

1) In attesa previsione

Ogni 15 minuti : 13 min : 29 sec

Avanzamento **12%**

Temperatura **7.3 °C**

Pioggia **0.0 mm**

Richiesta **1459.8 l/s**

2) In elaborazione

In attesa fine avanzamento...

3) Previsione di uscita

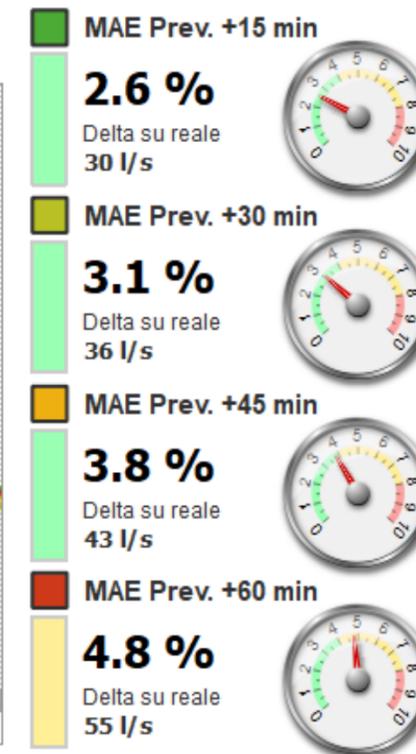
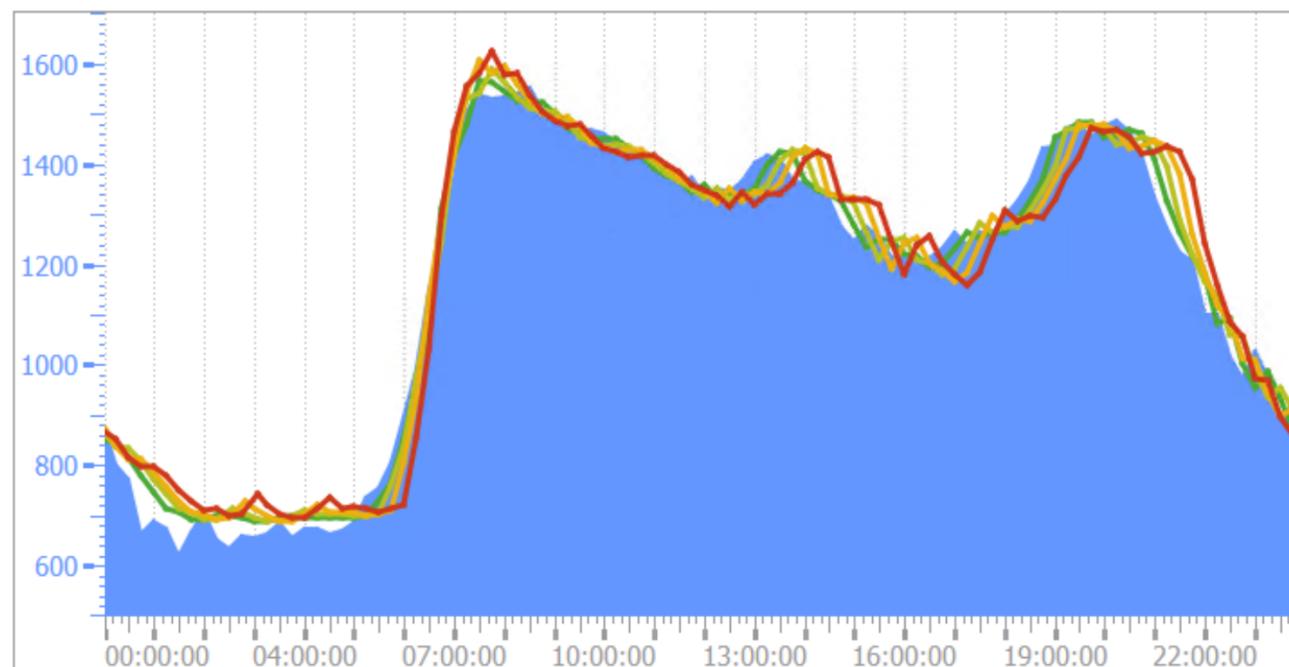
In attesa fine elaborazione...

## Applicazione ML all'automazione di erogazione acqua di Padova

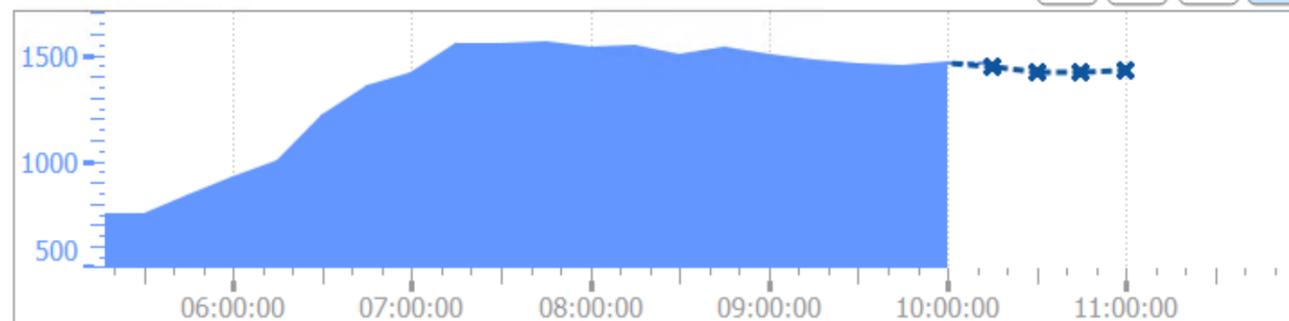
Caso 2: Previsione in tempo reale della richiesta



### Analisi delle previsioni ML del giorno: 09/03/2021



### Previsione in corso (vista ultime 5 ore)



Richiesta reale

Previsioni della Richiesta a +15, +30, +45 e +60 min ricalcolate ogni quarto d'ora

## Caso 2: Previsione della richiesta d'acqua – vantaggi e conclusioni



### Anticipare e non inseguire

- Con la richiesta istantanea le manovre saranno più graduali: limitate a variazioni di 10-20 l/s che, effettuate in anticipo, consentiranno di diminuire il numero di manovre.



### Riduzione stress della rete

- meno manovre ON/OFF pompe (5%)
- riduzione colpi d'ariete,
- riduzioni rotture in rete (1%)



### Riduzione dell'intervento manuale e delle correzioni dell'operatore

## Passaggio da input statici a dinamici

- Compilazione e aggiornamento dinamico dei set point e dei dati delle curve
- Abbandono delle curve preimpostate e compilazione della curva giornaliera con richiesta istantanea e dati delle ultime 24h

**Regolazione Brentelle**

fasce orarie pmp1  
fasce orarie pmp2  
Tempo attesa ripartenza pmp 5 min

**LIVELLO VASCA**  
Massimo  
Minimo

**Regolazione Montà**  
Minimo livello per stop pompe 8.00 m s.l.m.  
Tempo attesa ripartenza pmp 5 min  
Prescolo Crit. Portata Canaletta livello vasca  
Scolo Crit. 263 l/s 10.37 m s.l.m.

**Mancanza Enel**  
brentelle  
codalunga  
montà  
reset

**Automatismo generale**

curve giornaliere tempo di ciclo 10.00 min  
conf. livelli banda morta portata 60.0 l/s  
conf. param. pmp b. morta set portata 20 l/s  
stato utenze max cambi curva 2 nr  
param. Stanga area serbatoio 250.00 m2  
param. serbatoi attesa rientro curva 60 min  
seq. Saviabona tentativi start pmp 1 n  
ri-centro banda tentativi stop pmp 1 n  
LUNEDI' attesa allarme Moroni 15 min  
fasce livello max tentativi rientro 4 n  
soglia port. Canaletta 450 l/s  
time out 2 pmp 3 min  
step 2 pmp 65 l/s  
inizio fascia notturna 0 : 0  
fine fascia notturna 0 : 0

**LIVELLO MEDIO**  
40.42 m s.l.m.  
**PORTATA TOTALE**  
Montà 1457 l/s  
Brentelle 619 l/s  
Codalunga 387 l/s  
Stanga Ing. 0 l/s  
Stanga rete 1.70 l/s

**CURVA**  
100 nd  
FASCIA + A  
Richiesta Ist. 1481 l/s  
RIENTRO LIVELLO ON  
Ri-centro Banda ON  
Ric. Banda Rientro ON

s upero tentativi start pmp  
s upero tentativi stop pmp  
portata non raggiungibile

**FASCIA 0**  
delta livello 0.10 m  
max. delta portata 0.00 l/s  
max. correzioni fascia 0- 0.00 n  
max. correzioni fascia 0+ 0.00 n  
conteggio correzioni fascia 0

**FASCIA A**  
delta livello 0.40 m  
max. delta portata 15.00 l/s  
max. delta portata in rientro 5.00 l/s  
max. correzioni fascia A- 40.00 n  
max. correzioni fascia A+ 50.00 n  
conteggio correzioni fascia 1 27

**FASCIA B**  
delta livello 0.80 m  
max. delta portata 25.00 l/s  
max. delta portata in rientro 10.00 l/s  
max. correzioni fascia B- 40.00 n  
max. correzioni fascia B+ 50.00 n  
conteggio correzioni fascia 0 6

**FASCIA C**  
funzionamento come in precedenza con tentativi di rientro in curva dopo xx minuti  
ri-centro portata in rientro LUNEDI'

set livello  
-0.80 | -0.40 | -0.10 | +0.10 | +0.40 | +0.80

## Configurazione Curve Giornaliere

- Tipi curve  
90K
- 3 SERBATOI
  - 4 SERBATOI
  - 5 SERBATOI

ORA	PORTATA GIORNO	LIVELLO	PORTATA DEFAULT
11:00 - 11:29	1380	40.75	1380
11:30 - 11:59	1380	40.75	1380
12:00 - 12:29	1380	40.40	1380
12:30 - 12:59	1380	40.40	1380
13:00 - 13:29	1380	40.20	1380
13:30 - 13:59	1380	40.20	1380
14:00 - 14:29	1380	40.10	1380
14:30 - 14:59	1380	40.10	1380
15:00 - 15:29	1200	40.30	1200
15:30 - 15:59	1200	40.30	1200
16:00 - 16:29	1200	40.60	1200
16:30 - 16:59	1200	40.60	1200
17:00 - 17:29	1200	40.50	1200
17:30 - 17:59	1200	40.50	1200
18:00 - 18:29	1150	40.40	1150
18:30 - 18:59	1150	40.40	1150
19:00 - 19:29	1150	40.10	1150
19:30 - 19:59	1150	40.10	1150
20:00 - 20:29	1150	39.80	1150
20:30 - 20:59	1150	39.80	1150
21:00 - 21:29	1150	39.30	1150
21:30 - 21:59	1150	39.30	1150
22:00 - 22:29	980	39.30	980
22:30 - 22:59	980	39.30	980
23:00 - 23:29	840	39.20	840
23:30 - 23:59	840	39.20	840

Totale Erogato [m3] **94212**



**Avete delle  
domande?**