



Workshop internazionale:
**Digitalizzazione dei sistemi idrici e delle acque reflue:
esperienze e innovazioni internazionali a sostegno dei
progetti italiani di Utilities del settore idrico**

MERCOLEDÌ 27 NOVEMBRE 2024
BARI, CENTRO CONGRESSI DEL LEVANTE | SALA 1



**RIDUZIONE DELLE PERDITE IDRICHE, DIGITALIZZAZIONE E
GESTIONE DELLE RISORSE IN ACQUEDOTTO LUCANO**



acquedottolucano



CREAZIONE DI UN **DIGITAL TWIN**
DELLA **RETE IDRICA**

ARGOMENTI

- 1. Verso un'Acqua 4.0 | Il percorso di Acquedotto Lucano**
- 2. Ambiti di intervento**
- 3. Rilievo, digitalizzazione dei dati**
- 4. Ricerca Perdite**
- 5. Monitoraggio temporaneo della rete**
- 6. Modellazione e definizione dei distretti idrici**
- 7. Smart Water Management & Telecontrollo**
- 8. Controllo e validazione attività di rilievo**
- 9. Monitoraggio avanzamento attività**
- 10. Benefici per la comunità**



1. VERSO UN'ACQUA 4.0 | IL PERCORSO DI ACQUEDOTTO LUCANO

AL ha avviato un percorso di **ammodernamento** della **gestione del servizio idrico integrato** basato sulla digitalizzazione e l'applicazione di "best practices" internazionali, in **conformità agli indirizzi adottati dall'Unione Europea**, i **principi** e gli obiettivi della Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile e il **Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici**.

IL PROGETTO

«**Riduzione delle perdite** nelle reti di distribuzione dell'acqua potabile, mediante interventi di **distrettualizzazione, digitalizzazione e monitoraggio**» avviato da **EGRIB, AL** soggetto attuatore.

Contenimento delle perdite idriche anche attraverso l'implementazione di un innovativo sistema integrato e digitale a supporto delle decisioni

Qualità
del servizio offerto

Ottimizzazione
infrastruttura

Compliance
M1, M2, M3

Performance
rete idrica

Tutela Ambiente
riduzione emissioni Co2

REACT-EU

18
COMUNI

+2.600
KM DI RETE

+200
IMPIANTI

+115.000
UTENZE

+233.000
CITTADINI SERVITI

PNRR

42
COMUNI

+3.200
KM DI RETE

+370
IMPIANTI

+110.000
UTENZE

+214.000
CITTADINI SERVITI



acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

2. AREE OGGETTO DELL'INIZIATIVA



acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

2. AMBITI DI INTERVENTO



RILIEVO, DIGITALIZZAZIONE DEI DATI ED INTEGRAZIONE NEL SIT

Rilievo georeferenziato e restituzione informatizzata dei dati, ispezione delle opere puntuali, creazione del gemello digitale della rete.



RICERCA PERDITE

Pre-localizzazione delle perdite in campo tramite strumentazione acustica



MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DEI DISTRETTI IDRICI

Creazione e calibrazione del modello idraulico; Progettazione ottimale del funzionamento delle reti mediante riduzione della pressione e distrettualizzazione



SMART WATER MANAGEMENT & SCADA

Accesso al gemello digitale della rete e messa a disposizione delle informazioni a tutti i livelli aziendali (operativo, tecnologico, amministrativo e direzionale)



RETE LORAWAN & SPERIMENTAZIONE TECNOLOGIE INNOVATIVE

Trasmissione dei dati degli Smart Meter su rete LoRaWan e tecnologie innovative per il monitoraggio della rete



3. RILIEVO, DIGITALIZZAZIONE DEI DATI ED INTEGRAZIONE NEL SIT

- **Rilievo topografico** – acquisizione delle coordinate plano-altimetriche degli asset di rete
- **Rilievo Laser Scanner 3D e foto 360°** – elaborato tridimensionale navigabile ed immersivo di pozzetti, Camere di Manovra, Impianti e Serbatoi
- **Restituzione GIS della Rete Idrica**, comprese le derivazioni di utenza –infasamento dei dati in un modello dati sviluppato da Almaviva e adatto ad essere compatibile con i GIS Open Source



Aerobomile per rilievo topografico - Velocità media 260 km/h, autonomia 1300 km, in volo a 700m di altezza

60
COMUNI

+5.800
KM rete idrica

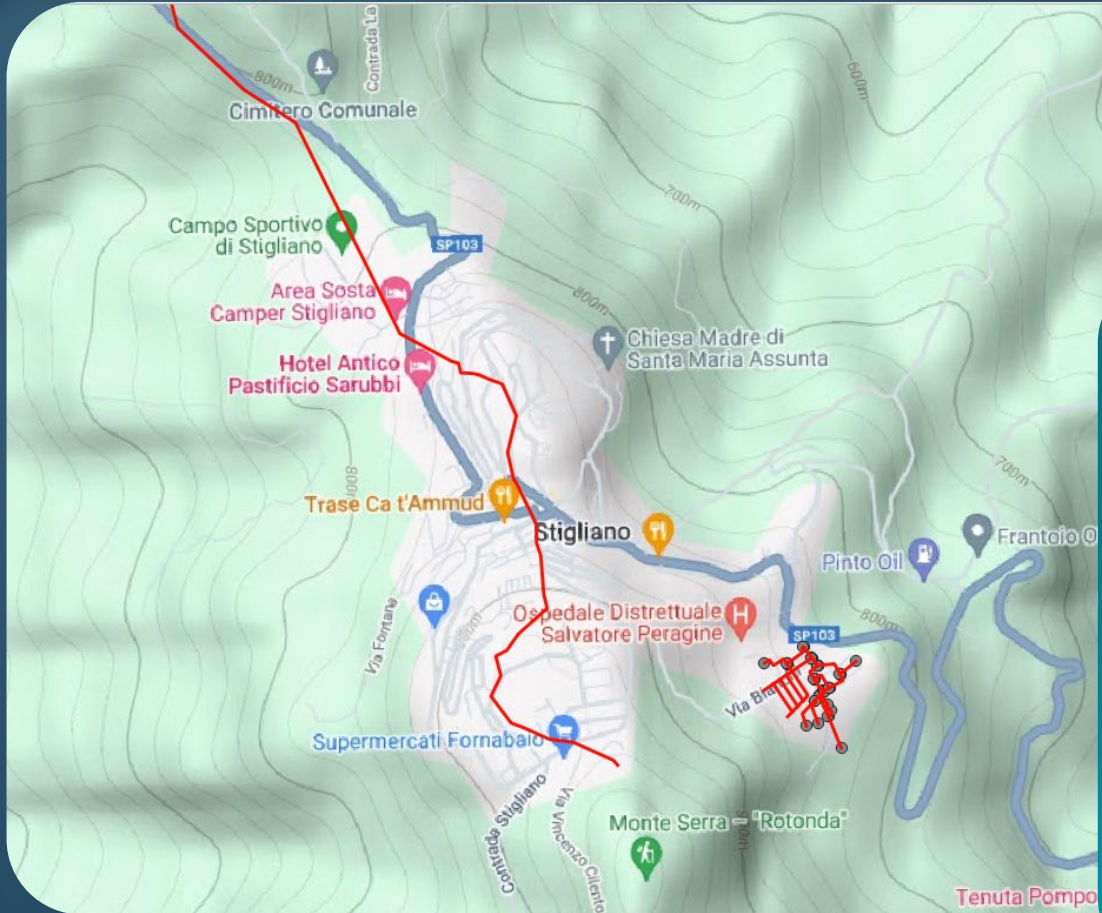
570
IMPIANTI



Rilievo Laser Scanner e foto 360° sul comune di Stigliano



3. OUTPUT DEL RILIEVO – RESTITUZIONE GEOREFERENZIATA SU MAPPA



3. OUTPUT DEL RILIEVO – ORTOFOTO E DTM



3. OUTPUT DEL RILIEVO | NAVIGAZIONE 3D



4. RICERCA PERDITE

60
COMUNI

+1.000
PERDITE RILEVATE

+4MLN m³/anno
ACQUA NON VALORIZZATA

L'attività si svolge tramite **strumentazione elettro-acustica** e si articola in:

- **Preascolto** – apertura dei chiusini e ascolto di tutti i punti d'accesso alla rete come valvole, idranti e contatori
- **Tracciatura della condotta** – tramite strumenti cerca-servizi che individuano l'esatto tracciato delle condotte metalliche
- **Ascolto della perdita** e identificazione del punto – tramite geofono, correlatore, idrofono e noise logger
- **Marcatura** della perdita tramite spray a vernice blu
- **Riparazione** della perdita a cura del personale Acquedotto Lucano



LA **DIGITALIZZAZIONE** PER IL
MONITORAGGIO INTEGRATO



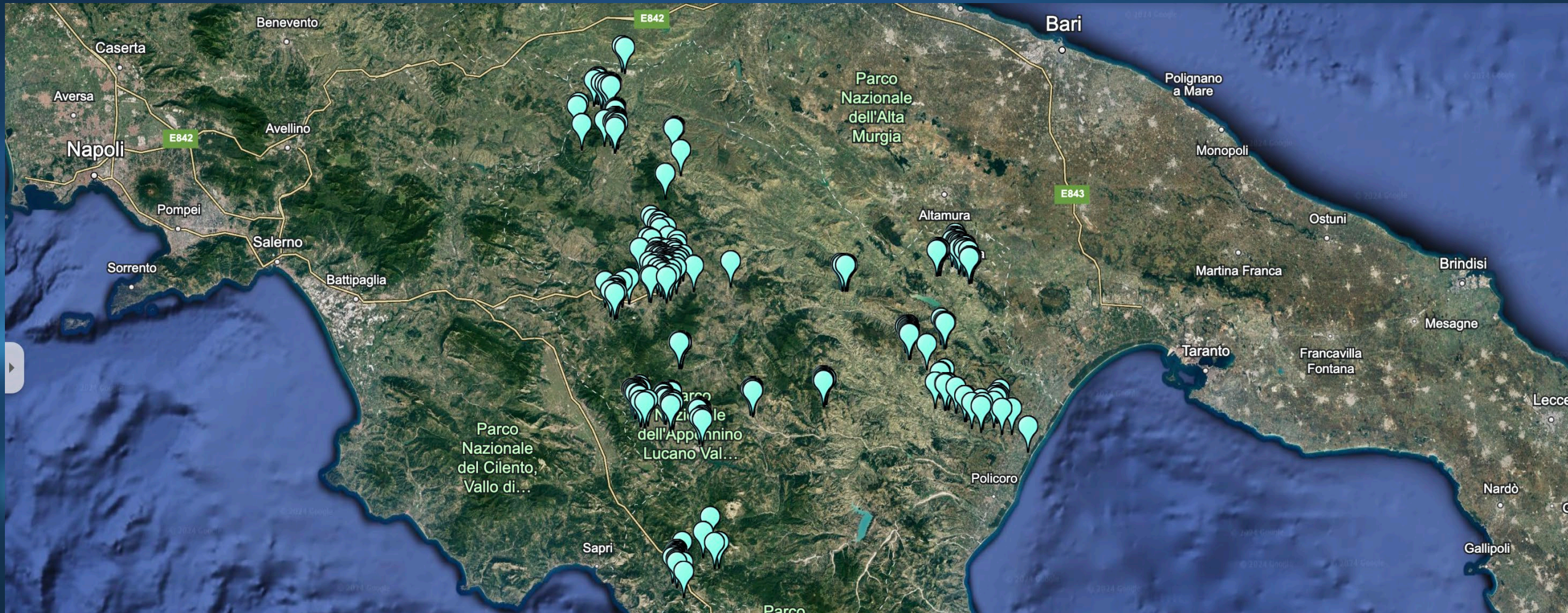
acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

4. MAPPA DELLE PERDITE

+1000
PERDITE RILEVATE

+4MLN m³/anno
ACQUA NON VALORIZZATA



acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

5. MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DEI DISTRETTI IDRICI

Sono in fase di messa a punto **modelli di simulazione idraulica** della rete idrica di distribuzione per ciascuno dei 60 Comuni.

Consapevolezza
della rete idrica

Ottimizzazione
distretti e pressioni

Individuazione
interventi di risanamento

Simulazione
rottture e guasti

Performance
della rete idrica

FASI DELL'ATTIVITA'

Realizzazione del modello – tramite importazione dei dati di rilievo e inserimento della domanda idropotabile di base, desunta dai dati di consumo forniti da AL SpA

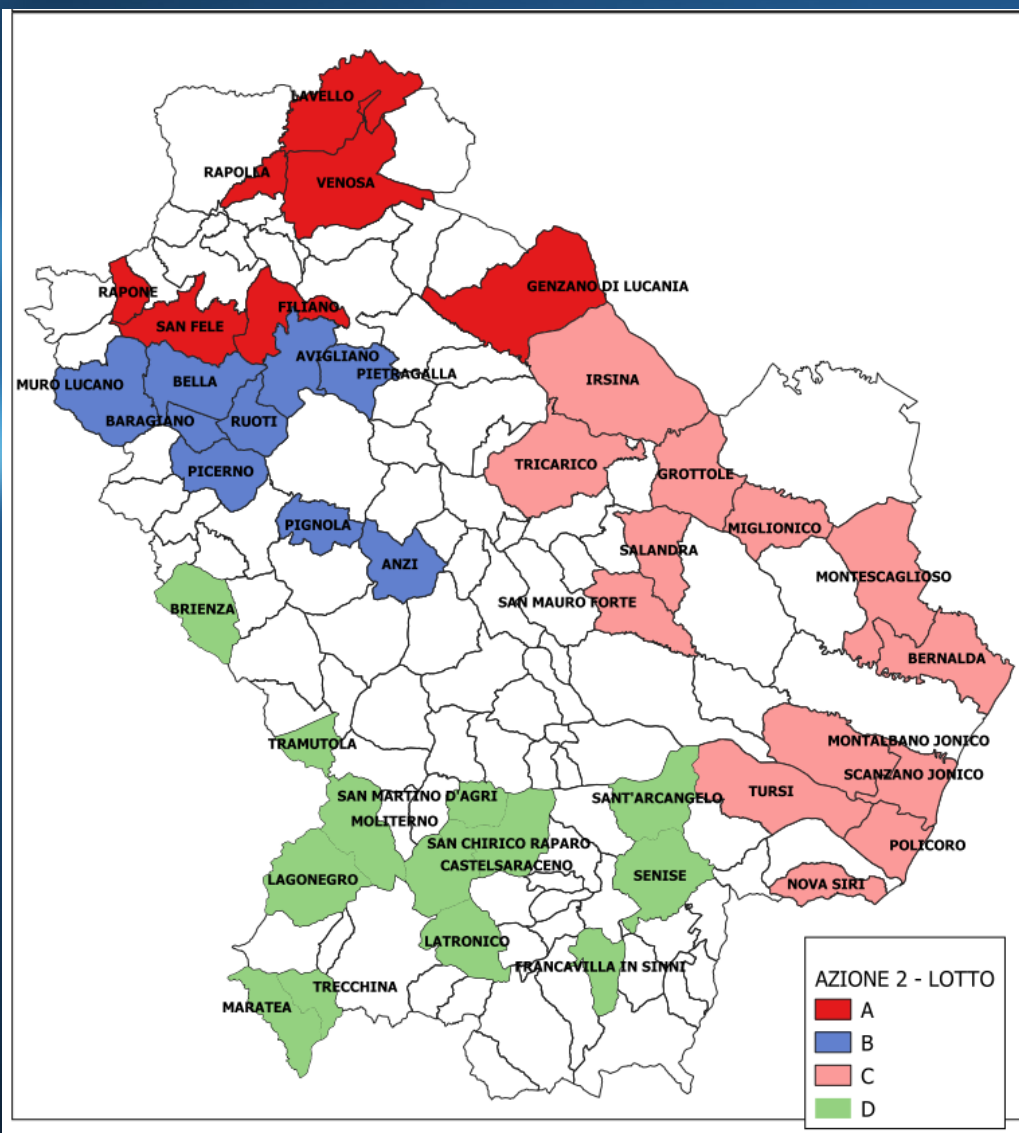
Campagna di monitoraggio – installazione di strumenti temporanei (7 gg) per la misura di portate, pressioni, livello d'acqua nei serbatoi e ogni altro parametro critico per la qualità del servizio erogato

Calibrazione del modello – verifica dell'affidabilità del modello, taratura e validazione

Progettazione distretti e PMZ – utilizzo del modello per la determinazione dei distretti ottimali e la creazione di zone di pressione controllata per ridurre sia il livello di perdita che la frequenza di nuove rottture



Interventi di sostituzione/riparazione condotte idriche e realizzazione camerette è suddiviso in n.4 lotti funzionali, in base ad una scelta geografica.



**LOTTO A
(7)**



Filiano, Genzano di Lucania, Lavello, Rapolla, Rapone, San Fele, Venosa.

**LOTTO B
(9)**



Pignola, Anzi, Avigliano, Baragiano, Bella, Muro Lucano, Picerno, Pietragalla, Ruoti.

**LOTTO C
(13)**



Grottole, Irsina, Miglionico, Montescaglioso, Salandra, San Mauro Forte, Tricarico, Bernalda, Montalbano Jonico, Nova Siri, Policoro, Scanzano Jonico, Tursi.

**LOTTO D
(13)**



Brienza, Castelsaraceno, Moliterno, San Chirico Raparo, San Martino D'agri, Sant'Arcangelo, Tramutola, Francavilla in Sinni, Lagonegro, Latronico, Maratea, Senise, Trecchina.

6. MONITORAGGIO TEMPORANEO DELLA RETE

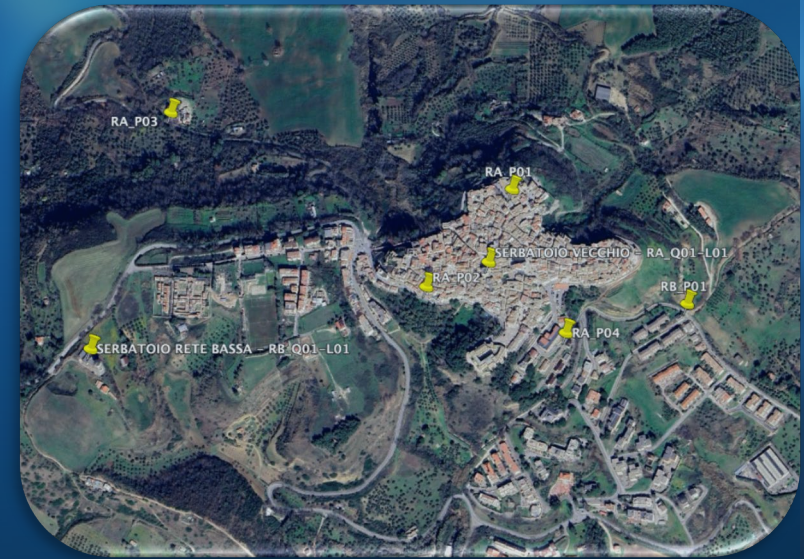
La campagna di monitoraggio di portate e pressioni temporanee è finalizzata alla calibrazione del modello matematico da sviluppare e pertanto deve consentire di ottenere un quadro conoscitivo delle portate transitanti sulle principali condotte di distribuzione esteso per un tempo ed in un periodo significativo, nonché di ottenere una valutazione del cielo piezometrico presente sulla rete.

INDIVIDUAZIONE PUNTI DI MISURA

Portata - 1 su ogni uscita di un impianto o frazione o distretto e comunque 1 ogni 15 km.

Pressione -
fino a 2.000 abitanti saranno individuati: 6 punti di misura;
fino a 5.000 abitanti saranno individuati: 8 punti di misura;
fino a 10.000 abitanti saranno individuati: 15 punti di misura;
oltre i 10.000 abitanti saranno individuati: 25 punti di misura.

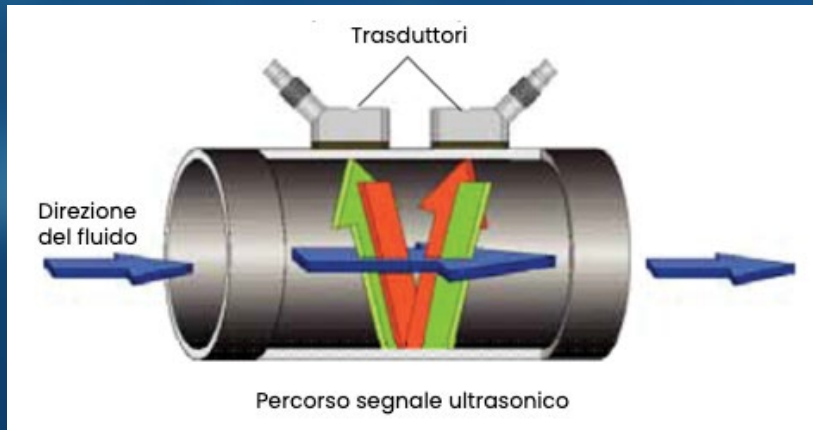
Pressione per ricerca transitori - almeno 1 in prossimità di ogni impianto presente



6. MONITORAGGIO TEMPORANEO DELLA RETE

MISURE DI PORTATA

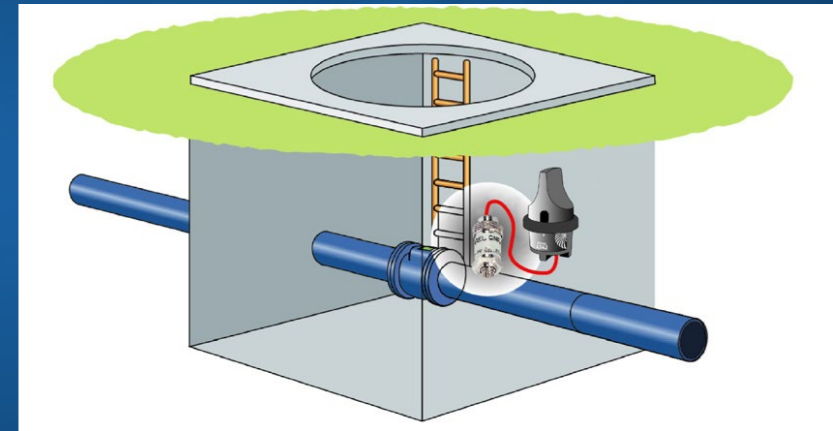
Le misure condotte hanno previsto l'installazione di misuratori di portata ad ultrasuoni costituiti da trasduttori in comunicazione acustica fra loro: il secondo trasduttore è in grado di ricevere i segnali a ultrasuoni trasmessi dal primo, e viceversa. La differenza tra i tempi di transito a valle e a monte è proporzionale alla velocità del liquido.



Il misuratore di portata trasmette i dati rilevati grazie ad un Data Logger dedicato alla sorveglianza e al monitoraggio 24 ore su 24, alimentato attraverso alimentazione esterna (ove disponibile) oppure con un set di batterie che garantiscono il funzionamento per tutta la durata della campagna di misurazione.

MISURE DI PRESSIONE

La misura delle pressioni lungo la rete viene realizzata attraverso l'installazione, principalmente all'interno delle nicchie dei contatori, di sensori di pressione collegati anch'essi ad un Data Logger esterno in grado di trasmettere i dati alla piattaforma di controllo.



L'installazione di tale apparecchiatura necessita dell'interruzione della fornitura idrica agli utenti per la durata dell'intervento (circa 10 minuti).

6. MONITORAGGIO TEMPORANEO DELLA RETE

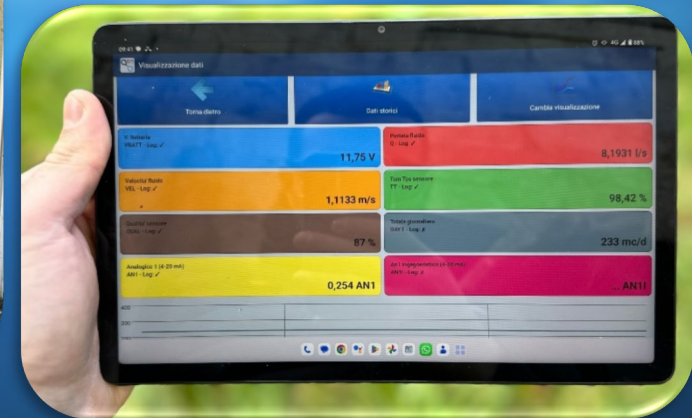
OLTRE 300

PUNTI DI MISURA DELLE PORTATE



OLTRE 200

PUNTI DI MISURA DELLE PRESSIONI

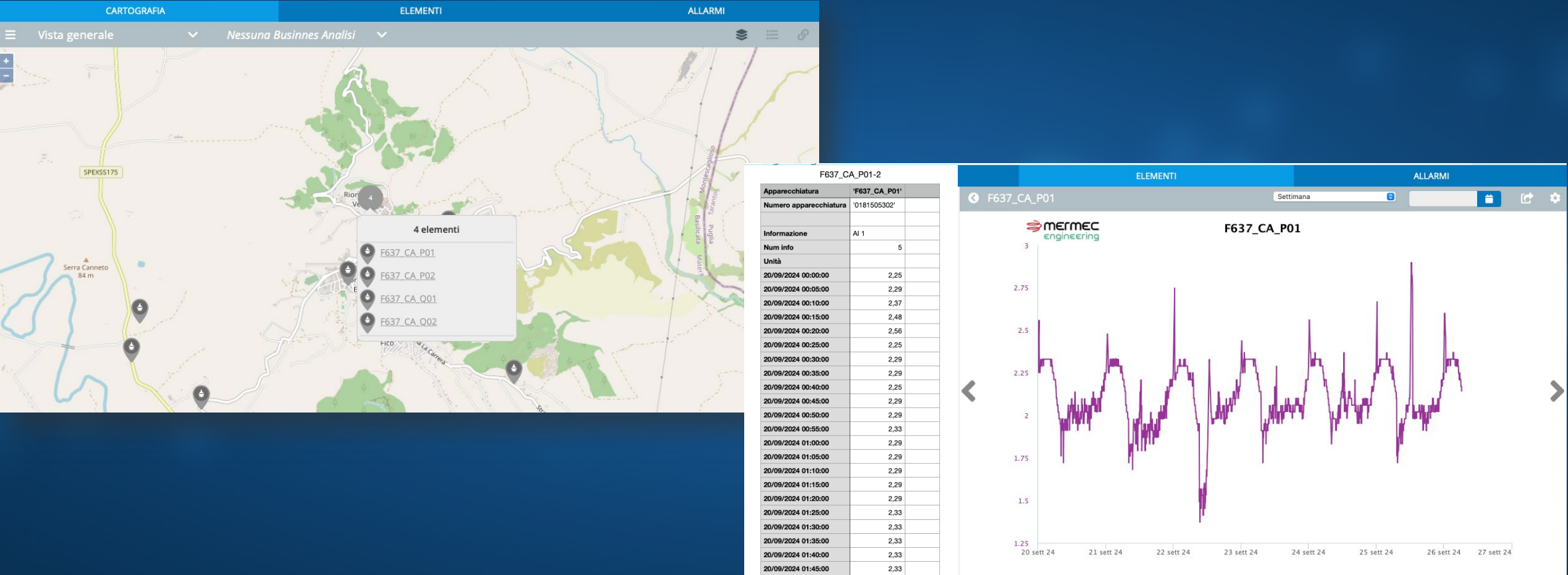


acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

6. MONITORAGGIO TEMPORANEO DELLA RETE

La configurazione degli strumenti installati e tutti i dati misurati possono essere consultati attraverso la piattaforma Web di controllo remoto.



7. SMART WATER MANAGEMENT & TELECONTROLLO

Le informazioni raccolte confluiscono nello strumento digitale SWM fornito dalla società Almaviva. Un sistema informativo capace di elaborare, sintetizzare e rendere disponibili informazioni per il monitoraggio dello stato di funzionamento del servizio idrico integrato, nonché per il supporto alle decisioni operative, di pianificazione e strategiche per la gestione della risorsa.

Il sistema si integra ai sistemi informativi esistenti di AL da cui raccoglie e accentra i dati ed è articolato in diversi moduli.

Modulo Core

Web GIS Base e gestione della cartografia, Strumenti per il monitoraggio e l'efficientamento delle reti, Monitoraggio WFM e supporto alle operazioni, Strumenti Analisi Reti, Strumenti BI Visual Analytics, Report e Cruscotti di sintesi

Modellazione Idrica

Derivazione modelli dal GIS, Gestione/creazione dei modelli, Simulatori e scenari what if

Rischio Perdite

Modelli di rischio multifattoriali, supporto alle decisioni, pianificazione degli interventi e degli investimenti, analisi delle prestazioni e dell'impatto economico

TELECONTROLLO

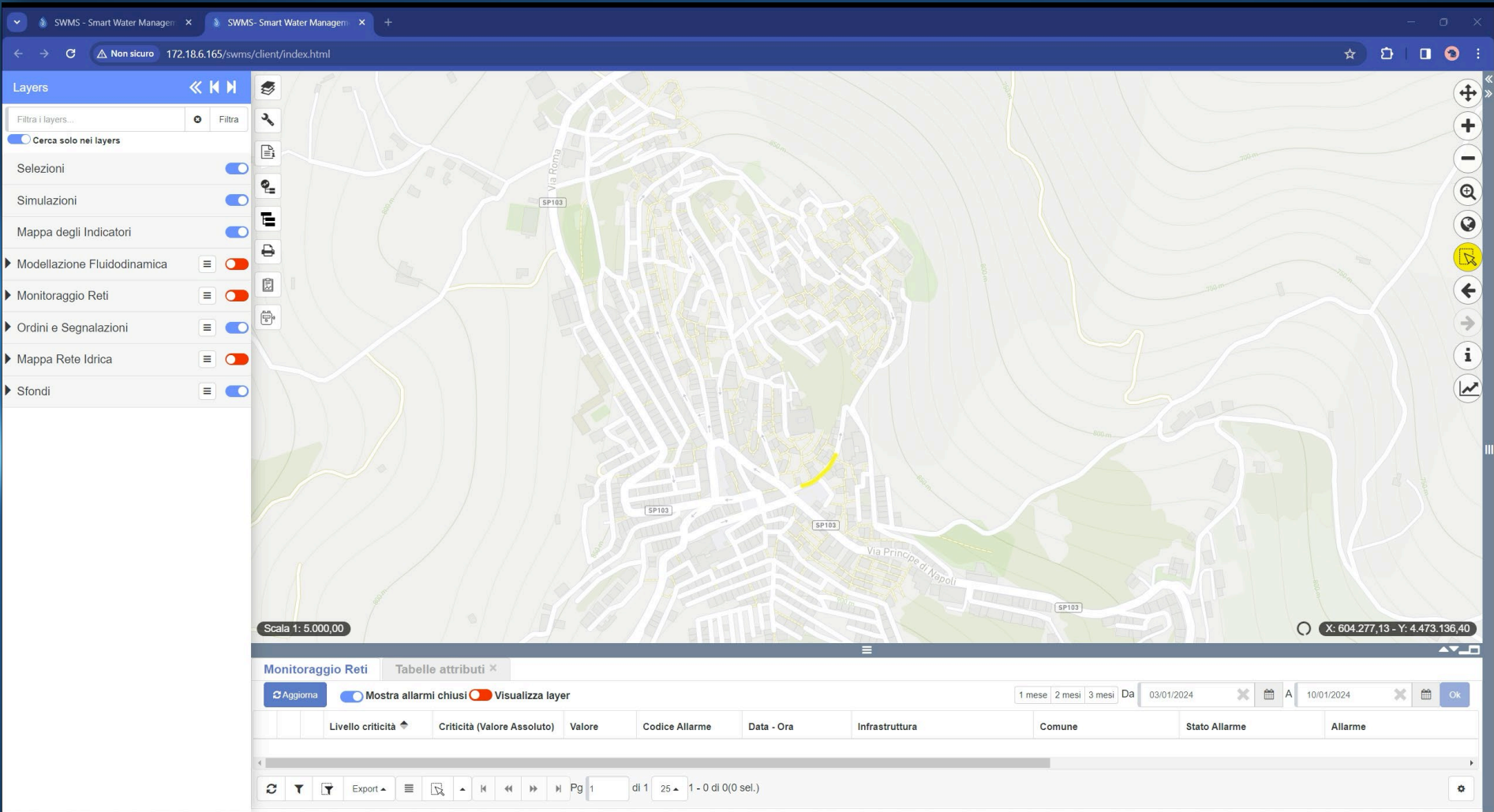
Implementazione di un nuovo sistema, **System Platform di Wonderware\AVEVA**, per uniformare i sistemi preesistenti di AL.

Il sistema, **integrato anche nello SWM**, offre all'operatore le seguenti funzionalità:

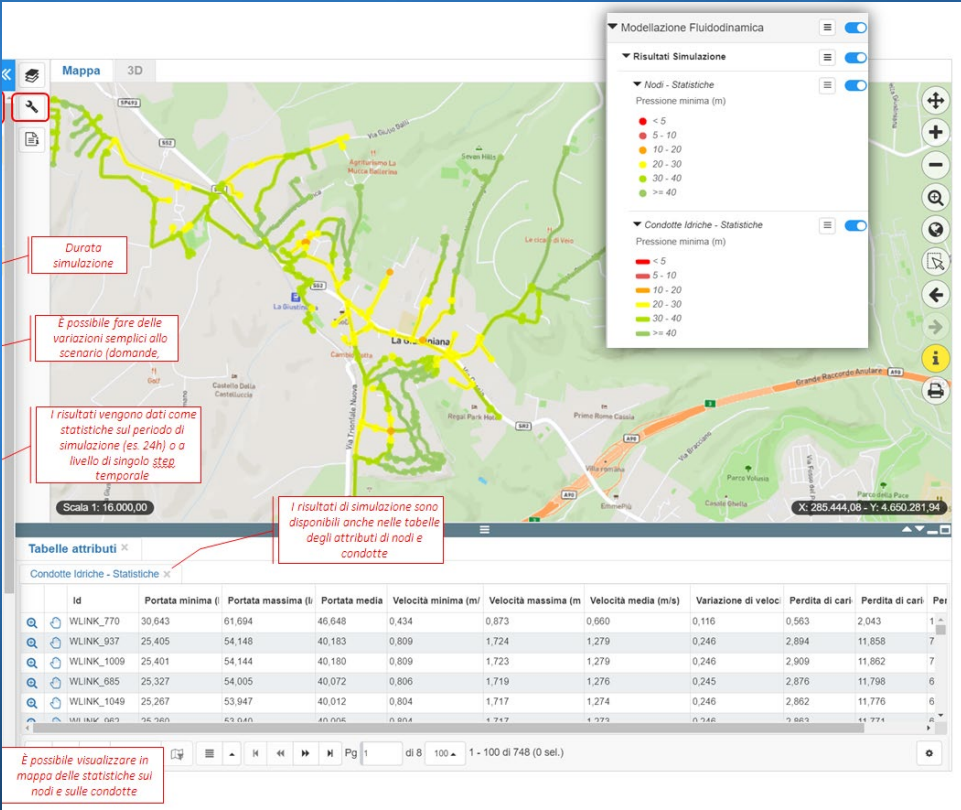
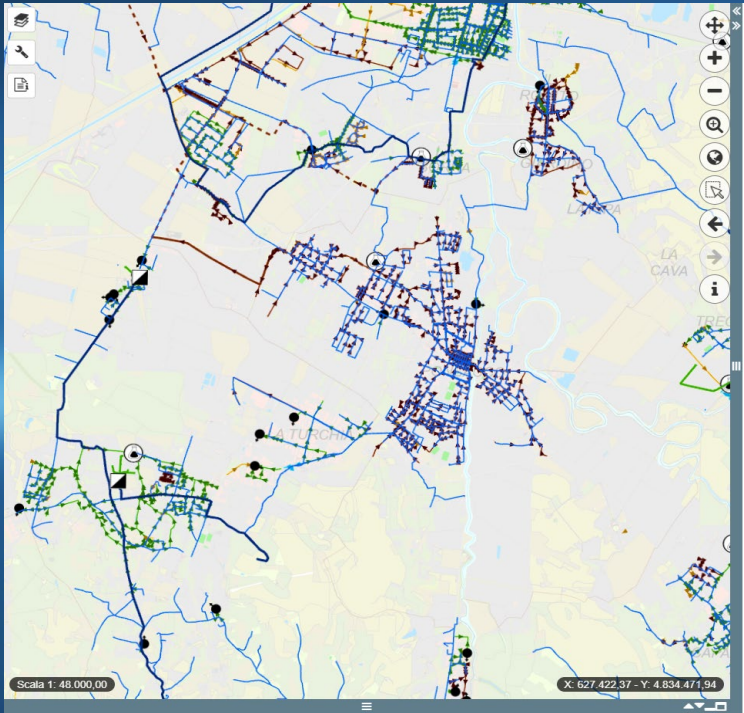
- **Sinottici grafici** – panoramica in tempo reale dell'impianto
- **Gestione allarmi** – alerting in tempo reale e gestione della criticità
- **Report e trending avanzato** – per ottenere informazioni ad alto valore aggiunto dallo storico e aumentare la collaborazione attraverso l'accesso ai dati



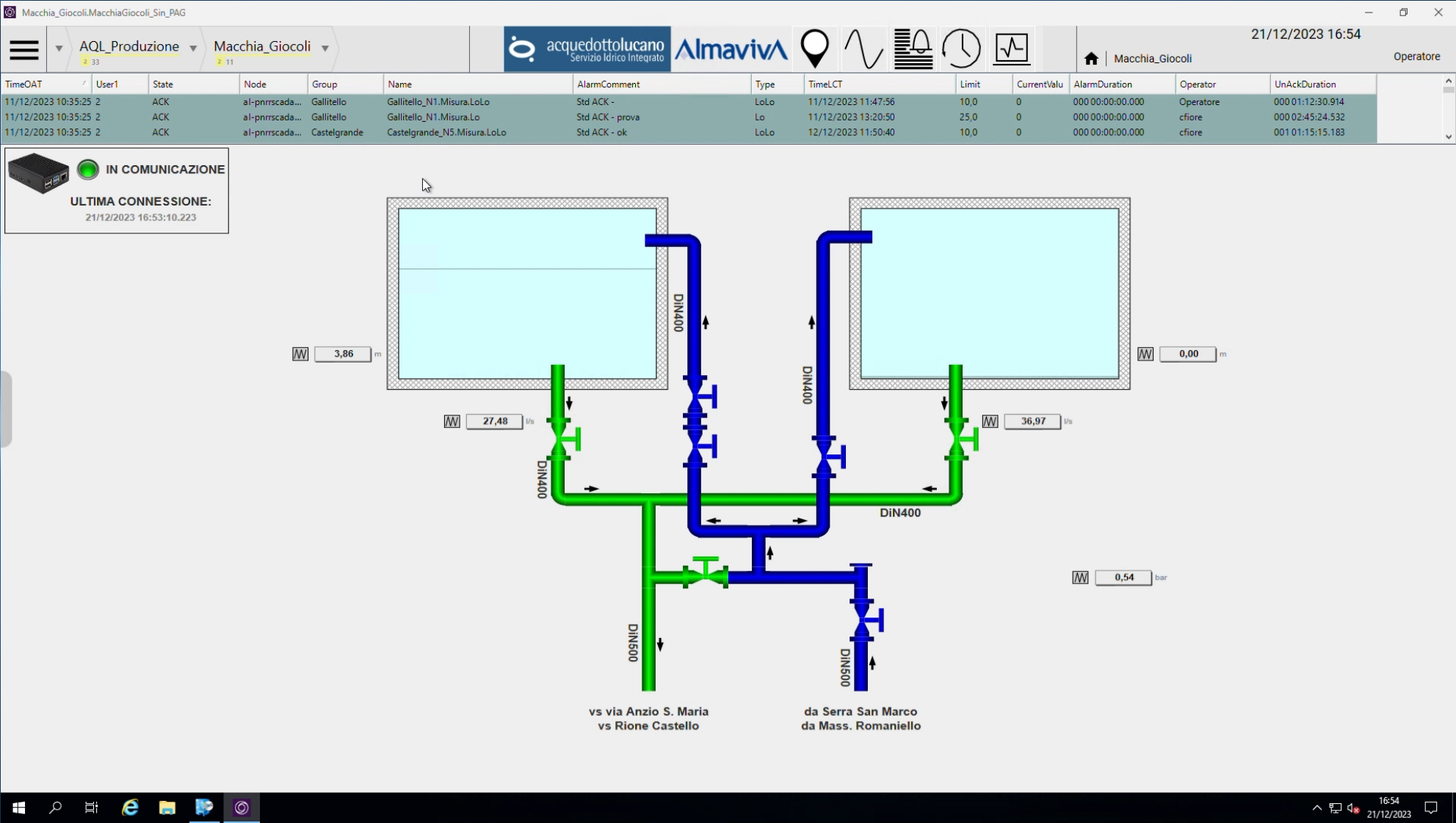
7. VIDEO SMART WATER MANAGEMENT



7. PIATTAFORMA SMART WATER MANAGEMENT



7. VIDEO TELECONTROLLO



7. CAMPAGNA DI SOSTITUZIONE CONTATORI

145.000

CONTATORI SMART PREVISTI

50.000

CONTATORI INSTALLATI



POTENZA

MATERA

PIGNOLA

BRIENZA

MIGLIONICO

MONTESCAGLIOSO

AVIGLIANO

FILIANO

PIETRAGALLA

IRSINA

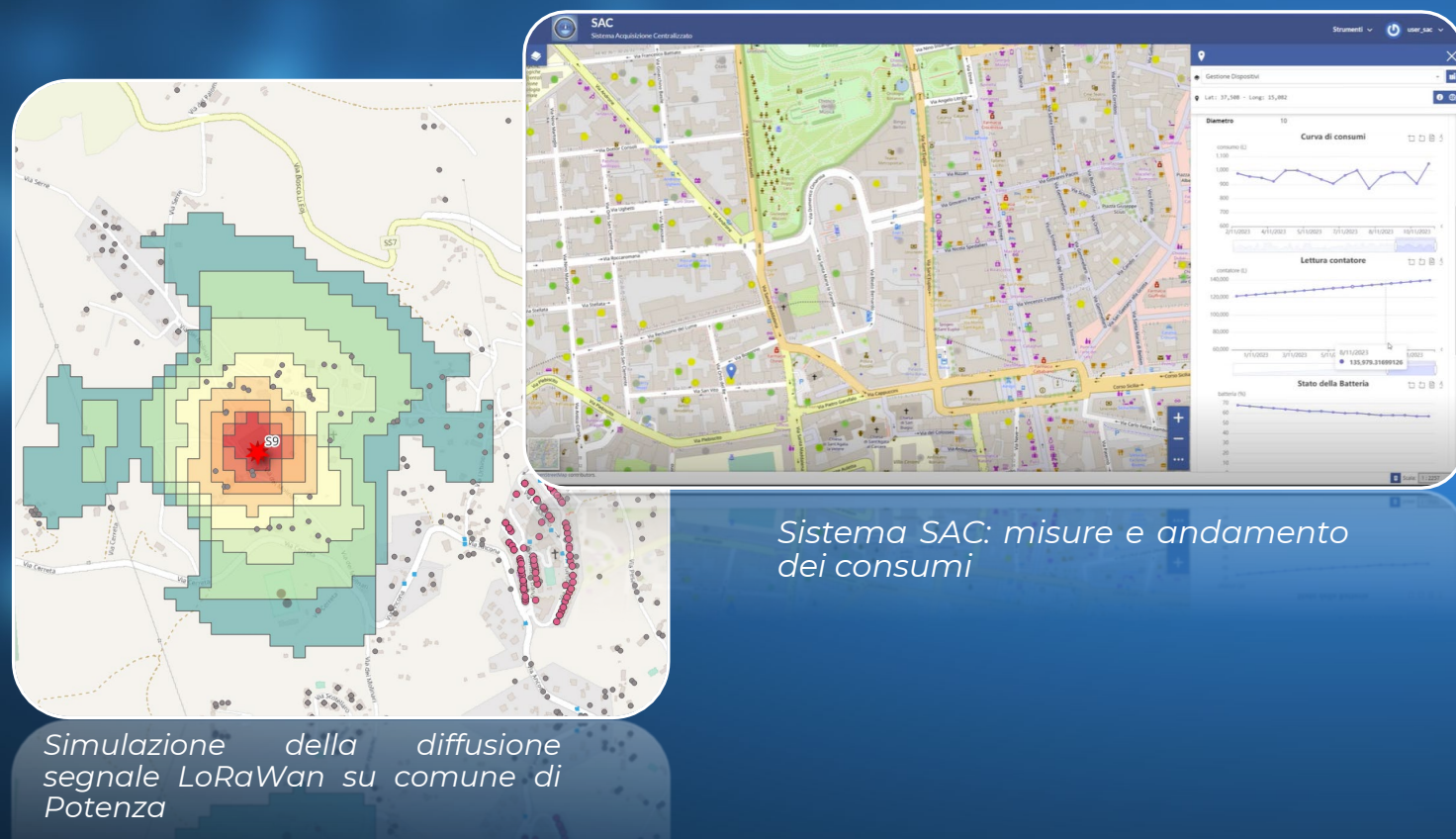


acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

7. SISTEMA ACQUISIZIONE CENTRALIZZATA & SPERIMENTAZIONE TECNOLOGIE INNOVATIVE

È in corso la realizzazione di una rete dati basata su tecnologia **LoRaWan** per l'acquisizione dei dati degli **Smart Meter**. I dati sono raccolti ed inviati ad un **SAC Sistema di Acquisizione Centralizzato** che consente il governo e l'integrazione dei dispositivi al fine di gestirne il **monitoraggio**, l'**acquisizione dati** e la **manutenzione** durante l'intero ciclo di vita.



Ulteriori tecnologie innovative

- **Xylem SmartBall** – strumento di ricerca perdite e sacche d'aria basato su un dispositivo ad immersione e di navigazione libera all'interno delle tubazioni
- **Pipecare** – soluzione di tipo trenchless senza scavo con cui si inietta nella tubazione da trattare una sostanza sigillante
- **Isoil Syrinix Pipeminder** – soluzione basata su sensori di pressione per localizzare perdite e sorgenti di fenomeni di moto vario classificandone la "pericolosità" in funzione dell'energia scaricata in rete



8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ Obiettivi:

- Verifica geometrica tra rete rilevata e rete di riferimento.
- Verifica dei Diametri e Materiali di ogni tratto di condotta rilevato

✓ Strumenti:

- QGIS
- Python

✓ Procedure:

- Regex
- Machine Learning
- Join Spaziale

Dati Input – Riferimento:

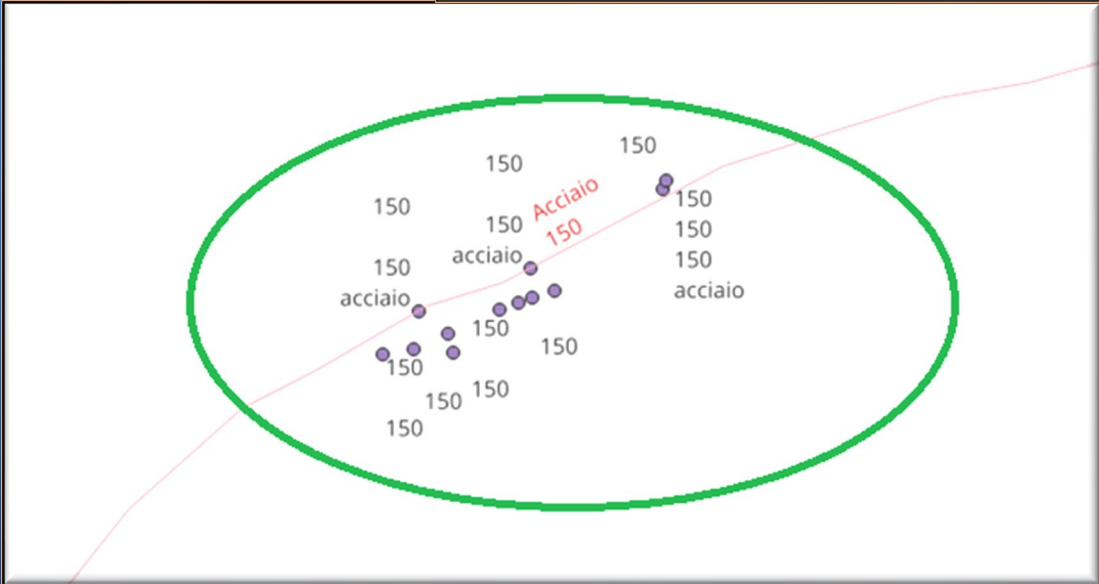
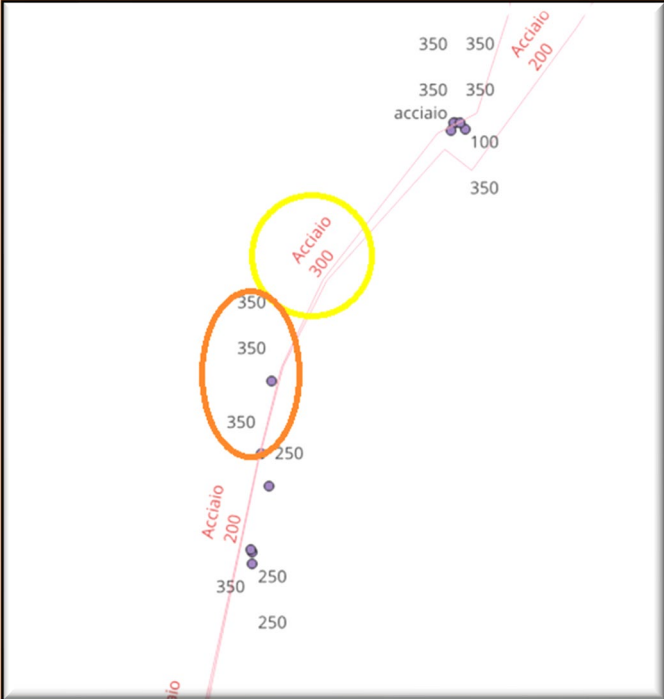
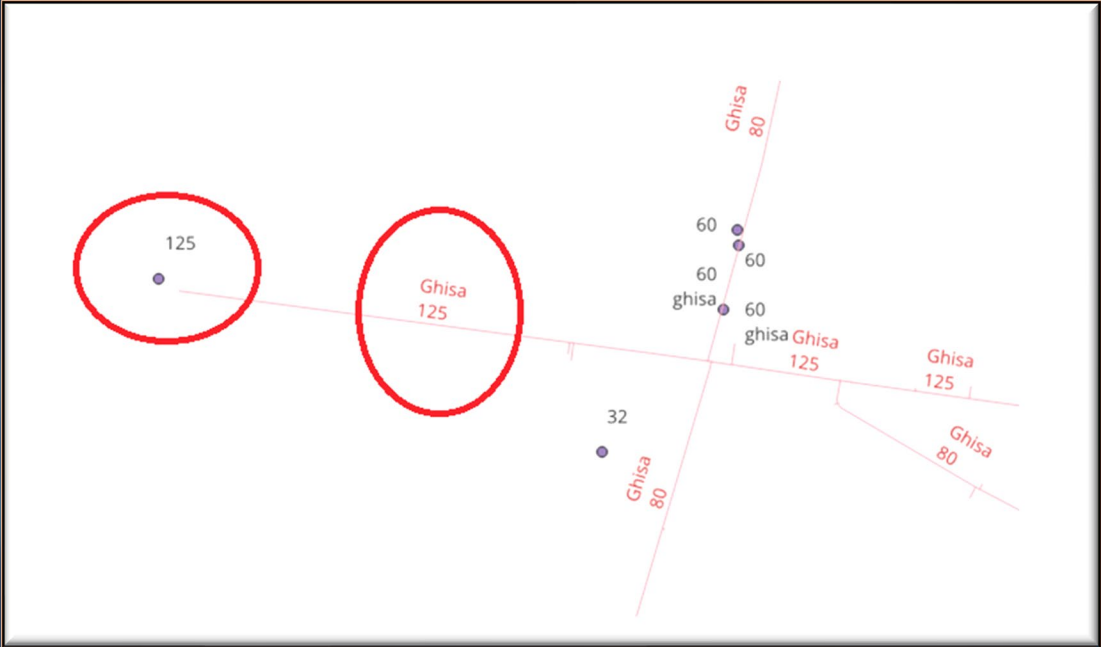
- Interventi di riparazione su CRM aziendale
- Interventi di ricerca perdite
- Rete AL

Confronto:

- Rilievo Effettuato – Elementi **Lineari**
- Rilievo Effettuato – Elementi **Puntuali**

8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ Case History:



8.CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ Procedure:

Codice Python: Regex – Machine Learning

Estrazione dati :

- DN
- Materiale
- Elementi Puntuali quali, Sfiati – Ribattitura Giunto – Scarico – Riduttore di Pressione

```
import pandas as pd
import torch
from transformers import BertTokenizer, BertForSequenceClassification, Trainer, TrainingArguments
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from tqdm import tqdm
import re

# Funzione per determinare il dispositivo
device = torch.device("cuda" if torch.cuda.is_available() else "cpu")

# Lista di parole che indicano lunghezza o quantità, non diametri
length_indicators = ['cm', 'ml', 'metri', 'mt', 'n', 'lineari', 'lunghezza']

# Liste di diametri validi per tipologia di materiale
diametri_validi = {
    'acciaio': [15, 20, 25, 32, 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500,
                550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000],
    'ghisa': [60, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000],
    'pead': [20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400,
             450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000],
    'pvc': [50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560,
            630, 710, 800, 900, 1000],
    'gress': [100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900,
              950, 1000]
}

# Funzione per estrarre diametri e materiali con regex
def extract_diameters_and_materials(description):
    description = description.lower()

    # Escludiamo quantità e unità di misura che non sono diametri
    for indicator in length_indicators:
        description = re.sub(r'\b\d+\s*' + indicator + r'\b', '', description)

    # Trova i diametri validi
    diameters = {float(match) for match in re.findall(r'\b(?:dn\s*)?(?d+)\b', description)}
    valid_diameters = [d for d in diameters if any(d in diam_list for diam_list in diametri_validi.values())]

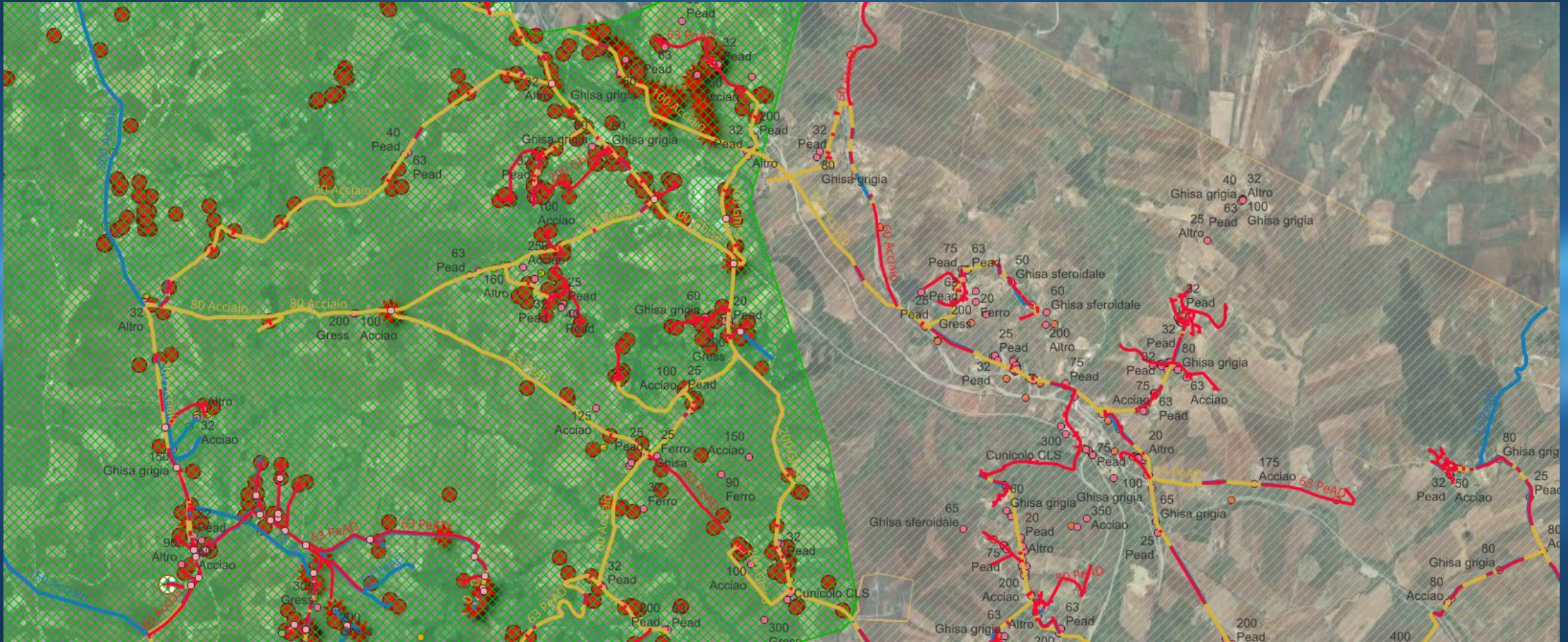
    # Trova i materiali
    materials = {material.lower() for material in re.findall(r'\b(?:acciaio|ghisa|pead|pvc|gress)\b', description)}
```

Sono stati aggiunti circa **800** campi per i materiali e **3200** campi per i diametri



8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

- ✓ **Procedure:** Controllo Topologico -Verifica geometrica tra rete rilevata e rete di riferimento.



— Distretto 002

— Distretto 003



acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ Procedure:

Codice Qgis Python: Join Spaziale doppio

Output:

- Condotta Riferimento Presente – Condotta Rilievo Assente
- Condotta Riferimento Assente- Condotta Rilievo Presente
- Intersezione condotte

```
from qgis.PyQt.QtWidgets import QDialog, QLineEdit, QFileDialog
from qgis.core import QgsProject, QgsVectorLayer, QgsField, QgsFeature, QgsWkbTypes, QgsSymbol, QgsSingleSymbolRenderer, Qgs, edit, QgsVectorFileWriter
from qgis.PyQt.QtGui import QColor
import processing
import os

# Funzione per ottenere il nome dei layer di polilinee caricati nel progetto
def get_line_layers():
    layers = QgsProject.instance().mapLayers().values()
    line_layers = [layer for layer in layers if isinstance(layer, QgsVectorLayer) and layer.geometryType() == QgsWkbTypes.LineGeometry]
    return line_layers

# Funzione per mostrare una finestra di dialogo per selezionare un layer
def select_layer(layers, title):
    items = [layer.name() for layer in layers]
    item, ok = QDialog.getItem(None, title, "Select a layer:", items, 0, False)
    if ok and item:
        return layers[items.index(item)]
    return None

# Funzione per chiedere la distanza del buffer
def get_buffer_distance():
    distance, ok = QDialog.getDouble(None, "Buffer Distance", "Enter buffer distance (meters):", 2.0, 0, 100, 2)
    if ok:
        return distance
    return None

# Funzione per chiedere la cartella di output
def get_output_folder():
    folder = QFileDialog.getExistingDirectory(None, "Select Output Folder")
    if folder:
        return folder
    return None

# Funzione per chiedere il suffisso per il nome del file
def get_suffix():
    suffix, ok = QDialog.getText(None, "File Suffix", "Enter suffix for filenames:")
    if ok and suffix:
        return suffix
    return ""

# Ottenere i layer di polilinee
line_layers = get_line_layers()
if len(line_layers) < 2:
    raise Exception("Devi avere almeno due layer di polilinee caricati nel progetto.")

# Selezionare il layer di riferimento (primo network)
reference_network = select_layer(line_layers, "Select Reference Network Layer")
if not reference_network:
    raise Exception("Nessun layer selezionato per il layer di riferimento.")

# Selezionare il layer di confronto (secondo network)
comparison_network = select_layer(line_layers, "Select Comparison Network Layer")
if not comparison_network:
    raise Exception("Nessun layer selezionato per il layer di confronto.")

# Chiedere la distanza del buffer
buffer_distance = get_buffer_distance()
if buffer_distance is None:
    raise Exception("Nessuna distanza di buffer fornita.")
```



8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ **Risultato:** Controllo Topologico -Verifica geometrica tra rete rilevata e rete di riferimento.

Dettaglio distretto



◆ Rete AL

◆ Rete Rilevata

◆ Rete Coincidente



acquedottolucano

Riduzione delle perdite idriche, digitalizzazione e gestione delle risorse in Acquedotto Lucano

8. CONTROLLO E VALIDAZIONE ATTIVITA' DI RILIEVO

✓ **Procedure:**

Mappa di calore

Input:

- Interventi di riparazione su CRM

Output:

- Mappa di Calore – Analisi statistica della concentrazione degli interventi su un dato tratto di condotta



9. MONITORAGGIO AVANZAMENTO ATTIVITA'

COMUNE	DIGITALIZZAZIONE			PERDITE	MODELLAZIONE	INGEGNERIZZAZIONE	PROGETTAZIONE
	Reti	Contatori	Impianti				
STIGLIANO	100%	100%	100%				100%
POMARICO	100%	100%	100%		100%	100%	100%
GRASSANO	100%	100%	100%				100%
MATERA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
POTENZA	100%	100%	100%				
BARILE	100%	100%	100%		100%	100%	100%
MELFI	99%	100%	100%				
TITO	98%	100%	100%				
RIONERO	99%	100%	100%				
CALVELLO		100%	100%		100%	100%	
FERRANDINA	100%	100%	100%				
MASCHITO		100%	100%		50%		
PATERNO		100%	100%		100%	100%	
PISTICCI	100%	100%	100%				
VIGGIANO	100%	100%	100%		100%	100%	70%
CORLETO PERTICARA		100%	100%		50%	30%	
MARSICOVETERE		100%	100%		50%	30%	
LAURIA		100%	100%	100%	30%		
PIGNOLA	100%	100%	100%	100%	90%		
BRIENZA	100%	100%	100%	100%	40%		
AVIGLIANO	100%	100%	100%	100%	10%		
PIETRAGALLA	100%	100%	100%	100%	20%		
BELLA	5%	100%	12%	100%			
GENZANO		100%	100%	100%			
LAVELLO			100%	100%			
VENOSA							
MONTESCAGLIOSO	100%	100%	100%	100%	95%		
MIGLIONICO	100%	100%	100%	100%	30%		
SCANZANO JONICO	100%	100%	100%	100%	20%		
IRSINA	100%	100%	100%	100%	10%		
POLICORO	30%	35%	100%				
IATRONICO			95%				
SANT'ARCANGELO		20%					
TRICARICO				50%			



10. BENEFICI PER LA COMUNITÀ

- **Condivisione** informazioni territoriali con i comuni
- Possibilità di applicazione della **realtà aumentata** per il miglioramento delle ispezioni e manutenzioni
- Aumento della **consapevolezza dei cittadini** nell'uso sostenibile della risorsa (controllo dei propri consumi) grazie ai contatori Smart
- Raccolta e condivisione di **best practice** per l'applicazione negli altri territori
- **Programmazione** interventi di sostituzione delle reti
- Possibilità di utilizzo della rete LoRaWan far transitare ulteriori dati di interesse territoriale, al fine di rendere il territorio una **smart land**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



acquedottolucano

