

Applicazione di algoritmi di *machine learning* per la manutenzione predittiva delle reti di teleriscaldamento

Francesca Parizia¹[0000-0002-5847-6656], Francesca Matrone¹[0000-0002-9160-1674],
 Andrea M. Lingua¹[0000-0002-5930-2711], Paolo F. Maschio¹[0000-0001-7706-9354],
 Giulio Buffo²[0000-0003-2491-1274], Luca Piantelli²[0000-0003-0988-8520]

¹ Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) - Politecnico di Torino, C.so Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino (Italia) (francesca.parizia, francesca.matrone, andrea.lingua, paolo.maschio)@polito.it

² IREN S.p.A., Direzione Innovazione – C.so Svizzera 95, 10143, Torino (Italia) (Giulio.Buffo, Luca.Piantelli)@gruppoiren.it

1 Introduzione

Il teleriscaldamento è un sistema fortemente incentivato da Direttive europee ed è risultato essere efficace per la riduzione delle emissioni di CO₂. In alcuni casi, però, le reti di teleriscaldamento sono ormai attive da decenni e la possibilità di prevedere dove svolgere attività mirate di manutenzione risulta essere di fondamentale importanza. L'obiettivo della ricerca qui proposta è quindi l'individuazione di una metodologia per l'analisi predittiva delle perdite delle reti di teleriscaldamento, a supporto di interventi manutentivi, tramite algoritmi di *Machine Learning* (ML).

2 Metodologia

Il caso studio riguarda l'analisi di immagini termiche derivanti da mappatura aerea su una rete di teleriscaldamento esistente. Sono stati applicati strumenti di analisi geospaziale per la quantificazione dello stato di degrado nei singoli tratti, valutando serie multitemporali (2018-2021) di perdite effettivamente riscontrate e anomalie visualizzate nel dato termico. Inoltre, a differenza di alcuni studi simili [1] sono stati anche utilizzati dati di caratterizzazione della rete o delle perdite (es. profondità della rete, diametro dei tubi, anno di posa, tipo di muffola, etc.).

L'attività di ricerca svolta ha previsto tre fasi:

- ∞ pre-elaborazione dei dati forniti suddivisa in: i) revisione manuale delle anomalie a partire dalle immagini termiche (Fig. 1a); ii) creazione di *shapefile* e *raster* inerenti le perdite riscontrate e gli attributi della rete (Fig.1b);
- ∞ analisi multitemporale con individuazione delle perdite e anomalie nei singoli tratti;
- ∞ analisi predittiva basata sulla precedente analisi multitemporale.

Il modello impiegato per l'analisi predittiva, integrato in ArcGIS Pro, è il *Forest-Based Classification and Regression, Spatial Statistics Tool*. Sono state inizialmente eseguite 24 tipologie di test su un'area ridotta, al fine di massimizzare l'adattamento del modello ai dati a disposizione, e successivamente le configurazioni migliori sono state applicate

all'intera rete. Sono stati quindi valutati il Coefficiente di Determinazione R^2 e la capacità previsionale del modello, con impiego di serie temporali ridotte (2018-2019) e confronto del dato previsto con il dato reale noto (2020 o combinazione 2020-2021), vista l'attuale impossibilità di determinare l'arco temporale di validità della previsione.

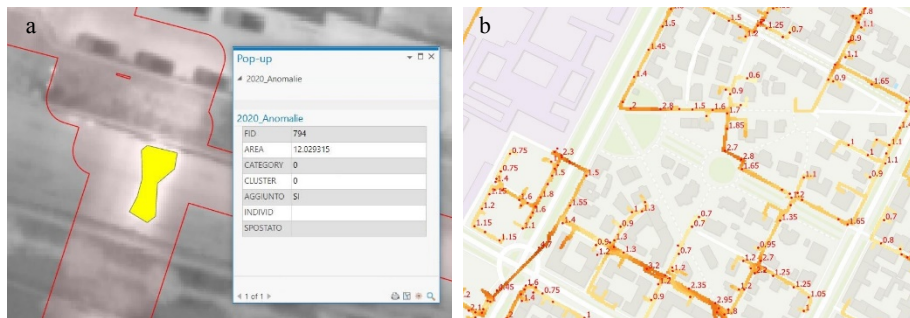


Fig. 1. Revisione manuale delle anomalie (a) e creazione del raster (profondità della rete) (b).

3 Risultati

Il metodo individuato come maggiormente performante ha presentato un ottimo adattamento dei dati, con R^2 pari a 0.93, e percentuale di elementi correttamente previsti dell'83.5% e 81.3%, rispettivamente per il solo anno 2020 e combinazione 2020-2021. Tale algoritmo è stato poi applicato sull'intera rete comunale (Fig. 2), con impiego della serie temporale completa (2018-2021) e previsione per il periodo successivo.

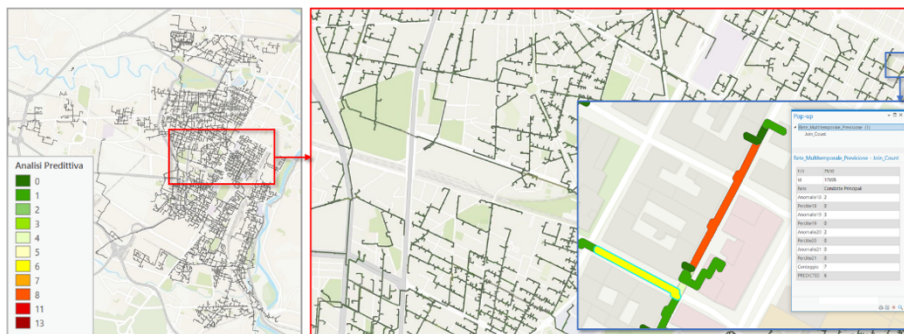


Fig. 2: Risultato dell'analisi predittiva. Ogni tratto è interrogabile ed è possibile esaminare il numero di perdite predette dal modello.

Riferimenti bibliografici

1. Hossain, K., Villebro, F. and Forchhammer, S.: Leakage Detection in District Heating Systems Using UAV IR Images: Comparing Convolutional Neural Network and ML Classifiers. In: 27th EUSIPCO 2019 satellite workshop on Signal Processing, Computer Vision and Deep Learning for Autonomous Systems (2019).