

Il Monitoraggio Satellitare dell'infrastruttura ferroviaria: i progetti in corso di RFI

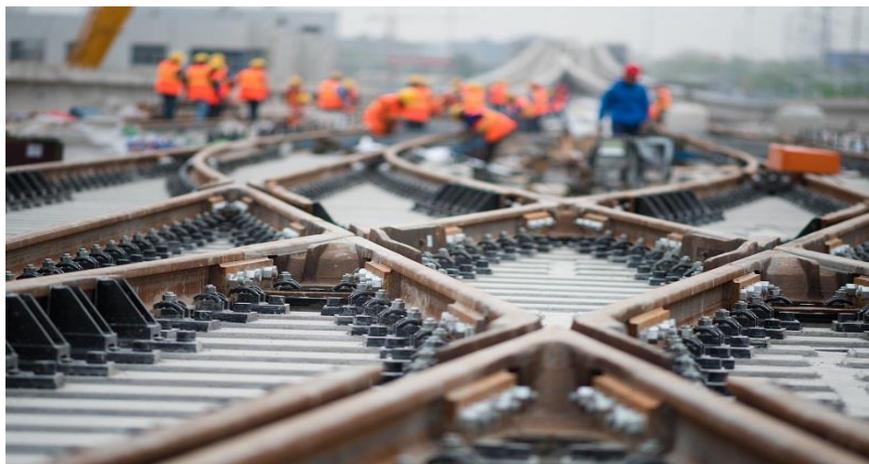
Ing. Eugenio Fedeli
Ricerca e Sviluppo

Agenzia Spaziale Italiana - Roma 4 novembre 2021



Rete Ferroviaria Italiana (RFI): il gestore dell'infrastruttura nazionale

Overview dell'azienda



KPI E SOSTENIBILITA'



I NOSTRI OBIETTIVI DI MEDIO-LUNGO PERIODO COMUNI A TUTTO IL GRUPPO FS SONO:



Rete Ferroviaria Italiana (RFI): il gestore dell'infrastruttura nazionale

Il rapporto con gli stakeholder: ascoltare, proporre, misurare, migliorare



L'ASCOLTO DELLE ESIGENZE DEI VARI STAKEHOLDER PERMETTE DI MIGLIORARE IN MANIERA VIRTUOSA LE LINEE DI AZIONE PER LO SVILUPPO DELL'INFRASTRUTTURA.

Rete Ferroviaria Italiana (RFI): le sfide

Trasformazione delle esigenze di mobilità e **squilibrio tra trasporto pubblico e privato.**

Scarsa preferenza delle persone per i servizi ferroviari con attese di maggiore **raggiungibilità e accessibilità** delle **stazioni** in ambito metropolitano e nelle aree interne, a servizio di tutti i viaggiatori a partire da quelli **con disabilità** e a ridotta mobilità (**PRM**).



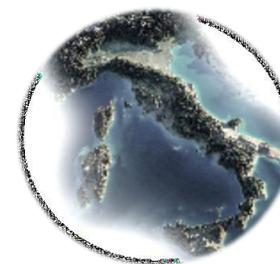
Presenza di un **gap di connettività ferroviaria** in termini di integrazione tra i diversi sistemi di mobilità e di **disomogeneità** nei livelli prestazionali delle linee e delle reti ferroviarie nelle diverse aree del Paese, con particolare attenzione alla **sicurezza**

Progressiva evoluzione dello **spazio ferroviario unico europeo** e del contesto regolatorio per favorire **l'interoperabilità**, la **concorrenza** e la **cooperazione** tra gestori per lo **shift modale** nel trasporto di persone e merci e **l'azzeramento delle emissioni di CO2.**



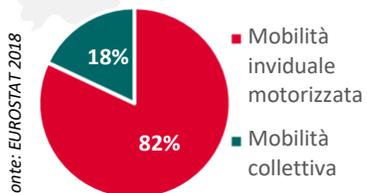
Aumento del ruolo della sostenibilità integrata e dell'innovazione tecnologica per la competitività equa e durevole del Paese e lo sviluppo di un nuovo sistema di mobilità energeticamente efficiente e a basso impatto ambientale come leva di innalzamento della qualità della vita

Dinamiche di **urbanizzazione**, crescenti impatti del **climate change** e **fragilità del territorio**, con eventi repentini e distruttivi che richiedono un continuo sforzo per il presidio e la resilienza dell'infrastruttura e per la conservazione del territorio.



Nuova consapevolezza, indotta dall'emergenza sanitaria, **dell'urgenza della transizione ecologica** per contenere il rischio dell'irreversibilità dell'alterazione dell'ecosistema mondiale e dell'aumento delle diseguaglianze

La mobilità passeggeri in Italia



Rete Ferroviaria Italiana (RFI): il gestore dell'infrastruttura nazionale

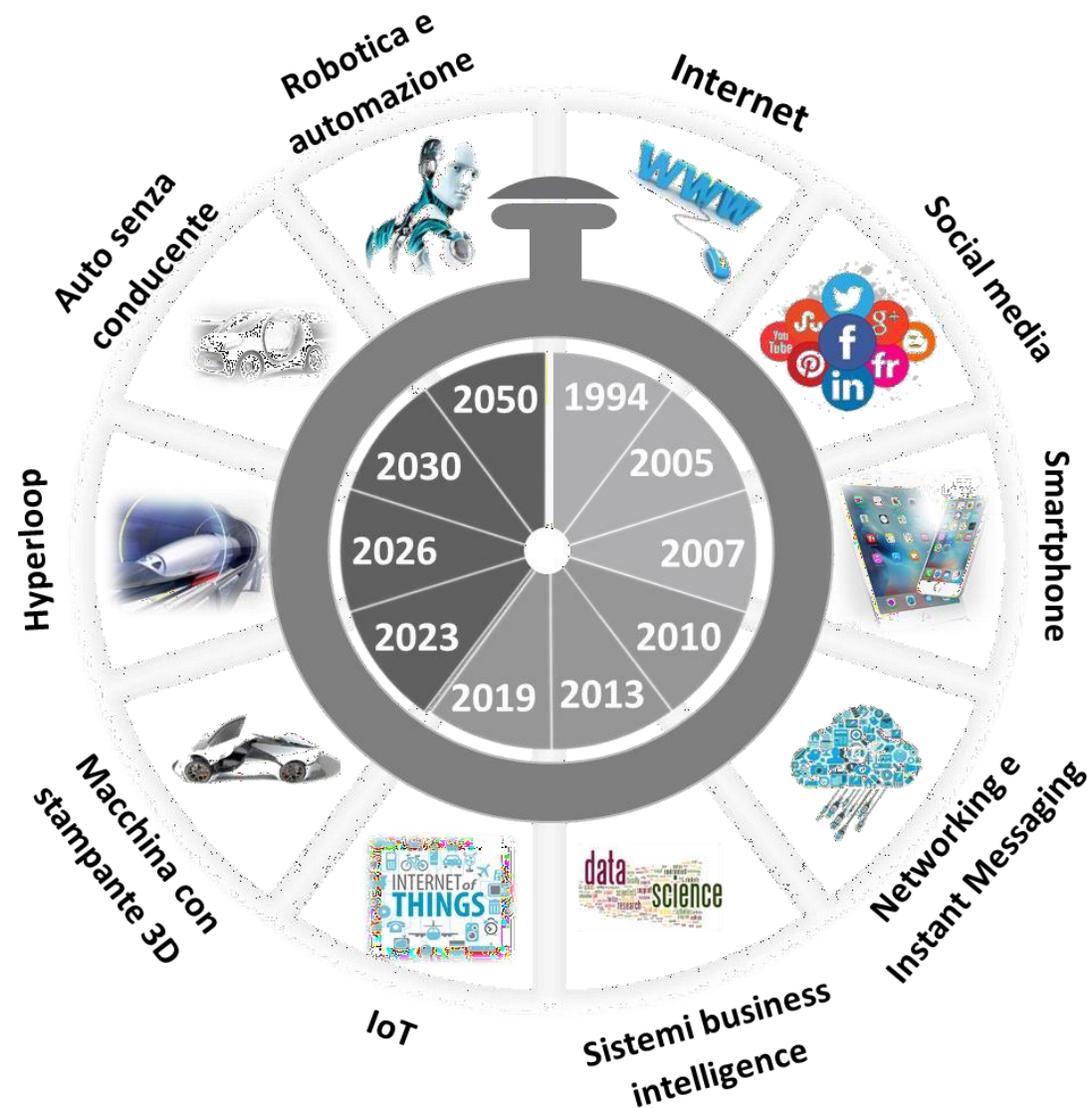
La Governance della sostenibilità e l'innovazione

«Nei nostri **processi di investimento** esaminiamo le questioni legate alla **sostenibilità** che possono **contribuire alla performance finanziaria aziendale di lungo periodo**»

(Larry Fink - CEO BlackRock)

Il nuovo paradigma di competizione finanziaria si basa non più soltanto sulla **quantità di capitale disponibile** ma sulla **quantità di tempo a disposizione per lo sviluppo ed adattamento alle nuove tecnologie per la sostenibilità ambientale**.

Sono già in corso radicali fenomeni di innovazione tecnologica che rivoluzioneranno stili di vita, produzione e lavoro. Alcuni macro-trends come energie e fonti di approvvigionamento, digitalizzazione e automazione, urbanizzazione e nuove rotte commerciali diventeranno realtà a breve.



Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Contesto applicativo

Le tecnologie satellitari presenti attualmente sul mercato consentono un **continuo e capillare monitoraggio del territorio** con prestazioni tali da renderne possibile l'applicazione anche nel contesto ferroviario.

Lo sviluppo di applicativi capaci di **integrare le immagini provenienti dal satellite con le ultime tecniche di identificazione degli oggetti** basate sulla AI (Intelligenza Artificiale) rende possibile un loro utilizzo con approccio predittivo nei confronti di eventuali situazioni di pericolo.

Sentinel-2 è una missione sviluppata dall'ESA nell'ambito del programma Copernicus per monitorare le aree verdi del pianeta e fornire supporto nella gestione di disastri naturali.

Landsat-8 è una missione sviluppata dalla NASA e US Geological Survey (USGS) nell'ambito del programma Landsat Data Continuity Mission (LDCM) per osservazione di aree sulla superficie terrestre.

Le immagini satellitari fornite da **Sentinel-2** e **Landsat-8** sono ad alta risoluzione (10-30 mt) e riescono a coprire anche aree geografiche molto estese con cadenza temporale di 5/6 giorni.

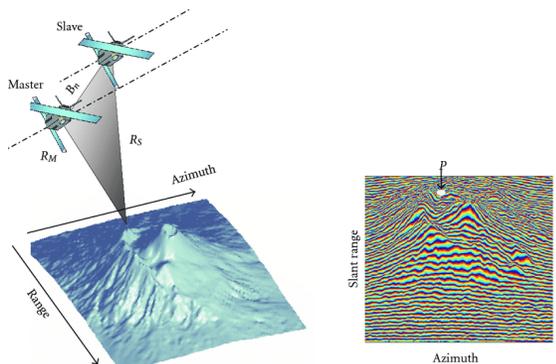
Planetscope è una costellazione di satelliti costituita da un insieme di *Doves* (satelliti) che permette l'acquisizione di immagini con una risoluzione spaziale molto più elevata (0.7-3.7mt) ma copertura spaziale molto ridotta.

Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Algoritmi

Persistent Scattering Interferometry

La tecnica di telerilevamento in grado di misurare e monitorare gli spostamenti della superficie terrestre nel tempo, rappresenta una classe specifica delle tecniche DInSAR: sono sfruttate le informazioni contenute nella fase di almeno 2 immagini SAR complesse acquisite in tempi diversi sulla stessa area

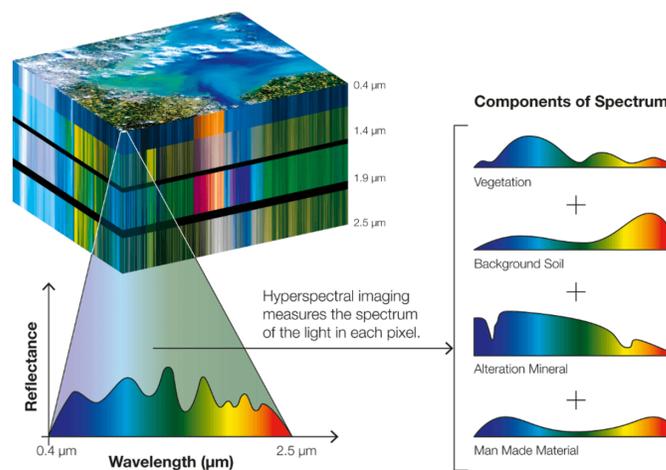


Change Detection

La tecnica che misura il modo in cui gli attributi di una determinata area sono cambiati tra più periodi di tempo. Il rilevamento delle modifiche comporta il confronto di immagini satellitari dell'area scattate in momenti diversi

Spectral Unmixing

La tecnica adoperata per individuare, all'interno di un'immagine satellitare complessa, l'insieme dei componenti presenti all'interno del singolo pixel



Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Esigenze RFI



Rischio Idrogeologico



Monitoraggio e controllo della Vegetazione



Monitoraggio Edificati



Controllo luoghi difficilmente accessibili

Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Tipologia di monitoraggio

Acquisizione periodica



- Movimenti superficiali per l'individuazione di nuovi dissesti
- Monitoraggio evoluzione di dissesti conosciuti



- Stato della vegetazione lungo linea
- Distanze rispetto alla più vicina rotaia



- Presenza di nuovi edifici costruiti ad una distanza entro i 30 metri dalla più vicina rotaia



- Controllo del binario in aree poco accessibili

Controllo "On Condition"



- Mappe di allagamento
- Scenari di rischio per alluvione



- Individuazione tipo di vegetazione
- Definizione altezza alberi e ingombro



- Controllo di edifici già identificati con altri metodi (art. 60 DPR 753/80)



- Verifiche in condizioni critiche

Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Piattaforma applicazioni satellitari

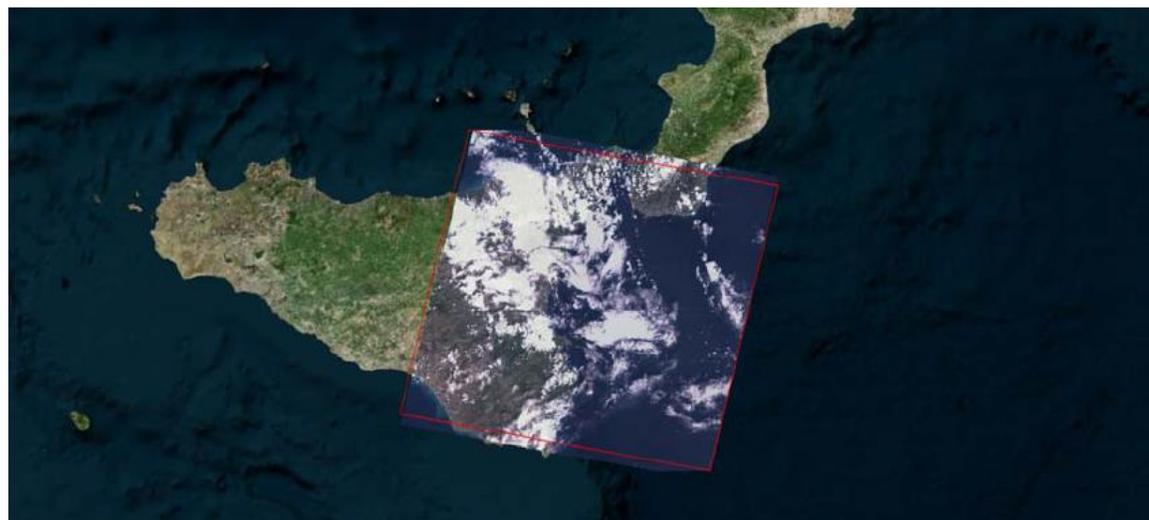
La piattaforma applicazioni satellitari ha l'obiettivo di fornire all'utente un sistema altamente automatizzato in grado elaborare ed inviare informazioni, estratte da lunghe serie temporali di immagini satellitari, capaci di supportare la catena decisionale riguardante monitoraggio e gestione dell'infrastruttura da esso gestita.

La piattaforma fornirà un set di servizi che includerà:

- Servizi di visualizzazione ed analisi dati grezzi con interfaccia user-friendly;
- Servizi di visualizzazione ed analisi dati combinati

Accesso e visualizzazione di immagini ottiche HR

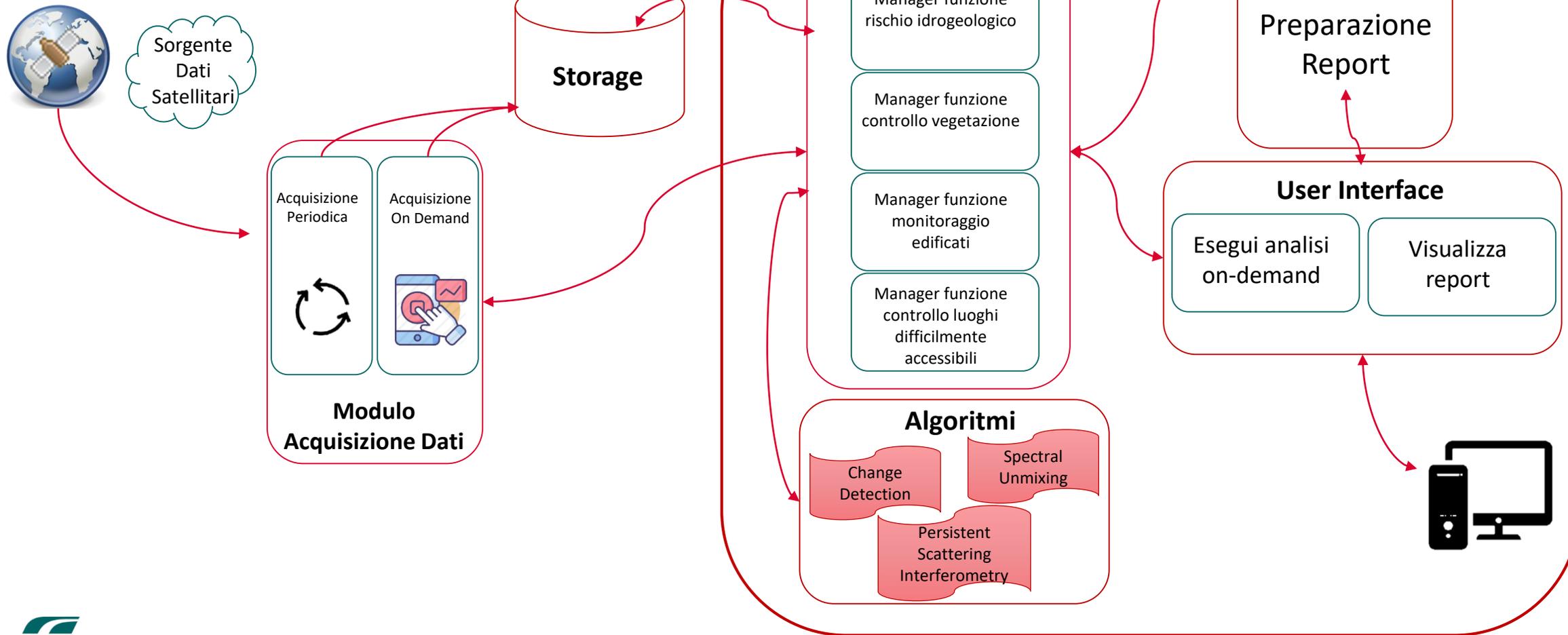
Il servizio può essere attivato su dati commerciali a maggior risoluzione spaziale (fino a 30/50 cm). Tale opzione, permetterebbe il monitoraggio di aree particolareggiate a ridosso di specifiche infrastrutture.



Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Architettura della Piattaforma

Missioni ESA-
NASA



Monitoraggio infrastruttura da Satellite

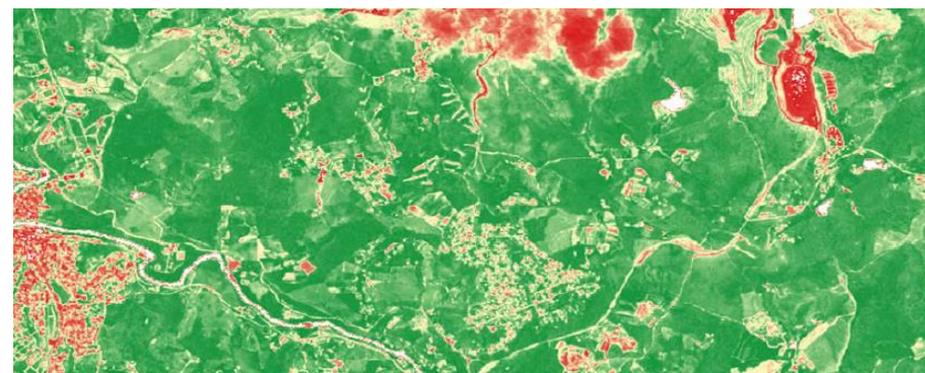
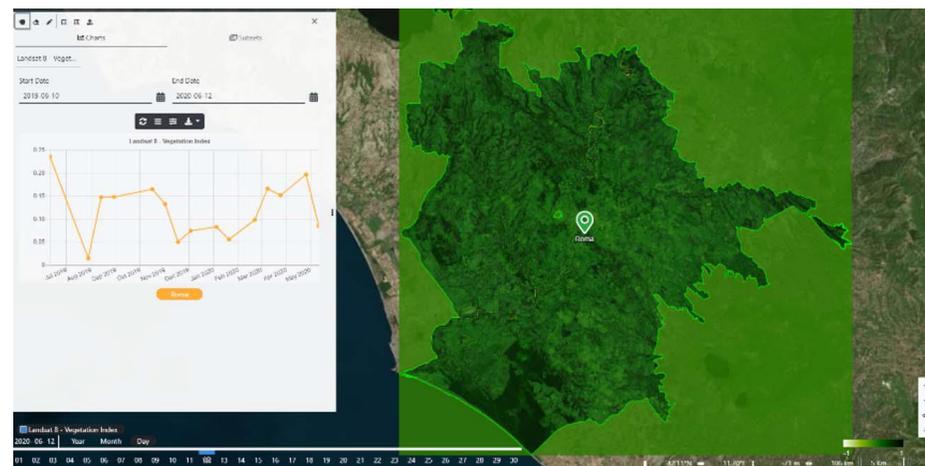
Piattaforma applicazioni satellitari

Monitoraggio copertura vegetativa su area di interesse definita (ad esempio territorio regionale/nazionale). Il servizio consente di generare mappe di copertura vegetativa da piattaforma Sentinel-2 con frequenza settimanale per valutare la variazione nelle tratte ferroviarie interessate. Inoltre è possibile definire livelli di aggregazione variabili (mese, stagione, anno).

Classificazione del suolo (Foresta, Urbano, Bacini idrici) e monitoraggio spazio/tempo delle classi (alluvioni, deforestazione). Classificazione della copertura del suolo (Land Cover) e monitoraggio dell'evoluzione della classificazione medesima (Change Detection).

Monitoraggio di deformazione e subsidenza del terreno nelle aree di interesse selezionate;

Funzioni di aggregazione dati ed estrazione statistiche di base quali per esempio medie temporali / valori cumulati su punto / area, conteggio di eventi particolari;



Monitoraggio infrastruttura da Satellite

Specifica dei Requisiti

La Specifica dei Requisiti descrive la piattaforma atta al monitoraggio e controllo dell'infrastruttura ferroviaria nazionale con l'ausilio di dati satellitari sia ottici che interferometrici.

Il documento è strutturato in 4 capitoli:

1. **Introduzione:** descrive lo scopo del documento, le convenzioni adottate e riporta i documenti applicabili e di riferimento;
2. **Descrizione generale:** contiene delle generalità sulle funzioni messe a disposizione dalla piattaforma;
3. **Requisiti:** contiene i requisiti relativi al sistema in esame, categorizzati come generali, di interfaccia, funzionali, di RAM, di prestazioni e di safety;
4. **Conclusioni:** conclude il documento

 RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Specifica dei Requisiti del Sistema di Monitoraggio dell'Infrastruttura Ferroviaria	
	SPECIFICA TECNICA	Codifica: RFI RESSS ST XX XX XXX 1
		FOGLIO 2 di 14

<u>INDICE</u>	
1. INTRODUZIONE	3
1.1. Scopo del Documento	3
1.2. Struttura Del Documento	3
1.3. Definizione e Acronimi	3
1.4. Riferimenti	3
1.4.1. Normativa Applicabile	3
1.4.2. Documenti Di Riferimento	4
2. DESCRIZIONE GENERALE	5
2.1. Descrizione del Contesto	5
2.2. Descrizione della Funzionalità del Sistema	6
2.3. L'Architettura Del Sistema	7
3. REQUISITI	9
3.1. Introduzione	9
3.1.1. Regole per l'identificazione dei requisiti	9
3.1.2. Descrizione del Requisito	9
3.2. Requisiti Generali	10
3.3. Requisiti Funzionali	10
3.3.1. Rischio Idrogeologico	10
3.3.2. Monitoraggio e controllo della Vegetazione	11
3.3.3. Monitoraggio Edificato	11
3.3.4. Requisiti di GUI	11
3.4. Requisiti Non Funzionali	12
3.4.1. Requisiti Di Interfaccia	12
3.4.2. Requisiti Prestazionali	12
3.4.3. Requisiti Normativa, Standard, Direttive	12
4. CONCLUSIONI	13

Grazie

