



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Villa Demidoff – Pratolino FI, 22 Maggio 2026

Il ruolo delle tecnologie per la progettazione delle operazioni di taglio in ambienti complessi e sensibili

Prof. Stefano Grigolato

07/AGRI-04 - Ingegneria agraria, forestale e dei biosistemi

Università degli Studi di Padova,
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali
e-mail: stefano.grigolato@unipd.it



TESAF

 Confagricoltura
Belluno

ECOSINERGIA s.r.l. 
società di ingegneria



Iniziativa finanziata dal Complemento regionale per lo Sviluppo Rurale del Veneto 2023-2027 Organismo responsabile dell'informazione:
Università degli Studi di Padova – Dip. TESAF Autorità di gestione regionale: Regione del Veneto – Direzione AdG FEASR
Bonifica e Irrigazione. CUP C23C25000100002

Il recente contesto emergenziale delle regioni alpine centrali e orientali



Cantieri “Vaia”

**Ampia
estensione**

**Elevata
intensità**

Cantieri “Bostrico”

**Ampia
estensione**

**Elevata
intensità**

**Rapida
evoluzione**



cantieri ad elevata meccanizzazione
(maggiore produttività, sicurezza ed economicità)

Il recente contesto emergenziale delle regioni alpine centrali e orientali



Richiesta di **rapidi tempi** di progettazione ed intervento
Inizialmente **scarsa esperienza** nella pianificazione, gestione e direzione di cantieri ad alta meccanizzazione
Difficoltà (o impossibilità) di **sopralluoghi precisi** in aree generalmente estese e impervie
Elevata **incertezza nella pianificazione e programmazione** degli interventi

Approccio basato sull'**utilizzo integrato di tecnologie digitali e dati ad alta risoluzione** per supportare **decisioni sito-specifiche** per una precisa **gestione degli ecosistemi forestali**.

Elementi chiave:

- acquisizione dati dettagliati attraverso tecnologie di telerilevamento e sensoristica avanzata
- analisi spaziale e modellazione e sistemi di supporto alle decisioni
- pianificazione e gestione mirata della selvicoltura, dell'assestamento e delle utilizzazioni



Approccio che **integra tecnologie digitali e dati** ad alta risoluzione per **supportare la pianificazione, la progettazione e la gestione delle operazioni forestali.**

Elementi chiave:

- analisi spaziale della morfologia del terreno
- scelta delle tecniche di esbosco
- miglioramento dell'efficienza operativa e sicurezza del lavoro
- monitoraggio delle operazioni e valutazione degli impatti



4 livelli di applicazione

Pianificazione
utilizzazioni

Progettazione
cantieri

Supporto
direzione lavori

Conduzione
cantiere

Maggiore valorizzazione
del legname

Maggiore efficienza del
cantiere

Maggiore sicurezza
nella conduzione del
cantiere

Maggiore trasparenza
del processo

Minori impatti

Maggiore credibilità



AIRBUS



Dati satellitari



- Analisi su ampia scala e risoluzioni da 10m (multispettrali) a 30cm (RGB)



Sistemi GNSS-RTK



- Elevata precisione e accuratezza di posizione



Sistemi a pilotaggio remoto
UAV con sensori ad alta
risoluzione
(RGB, iperspettrali, LiDAR)



- Altissima risoluzione (da 2cm...)
- Nuvole di punti per ricostruzione 3D
- Spettro continuo della luce riflessa

Metashape



Applicativi specifici per
ricostruzione dati



- Ricostruzioni 3D, analisi spaziali, creazione di modelli previsionali, stato di salute, classificazione delle aree

Abete: mercato compravendite in **Provincia autonoma di Trento**
(**2024 vs 2025**) Portale Legno Trentino 01/2026

- Forte aumento dei prezzi:
56.9 (2024) → 91.0 €/m³ (2025) (in piedi)
91.9 (2024) → 119.5 €/m³ (2025) (a strada)
- Contrazione volumi vendita (disponibilità):
220.800 (2024) → 179.100 m³ (2025)
- Prezzo aggiudicazione rispetto a base d'asta
+61% (in piedi) (2025 vs 2024)
+41% (a strada) (2025 vs 2024)



Attuale contesto (approfondimento)

Abete: mercato **Austria** Gennaio 2026 – Legname da sega media qualità A, B, C diam. 50 cm



Sägerundholz, Fi/Ta, Kl. ABC Media 2b

Euro/FMO ab LKW-fahrbarer Waldstraße

* Volume senza corteccia franco strada



Il Sole
24 ORE

4 marzo 2026

 Servizio | [Materie prime](#)

Nuove tensioni sui prezzi del legno. Per gli imballaggi, fino a +18% in un anno

L'Indice Fla-Fondazione Edison rileva aumenti soprattutto da ottobre in poi. Germania e Austria hanno ridotto i tagli di tronchi: pesa la dipendenza dall'estero

di Giovanna Mancini

4 marzo 2026



11 marzo 2026

3 MIN READ

Middle Eastern Conflict Could Accelerate Changes in Global Softwood Lumber Trade Flows

 Audrey Dixon : Mar 11, 2026 2:31:20 PM

[Pulp and Paper](#)

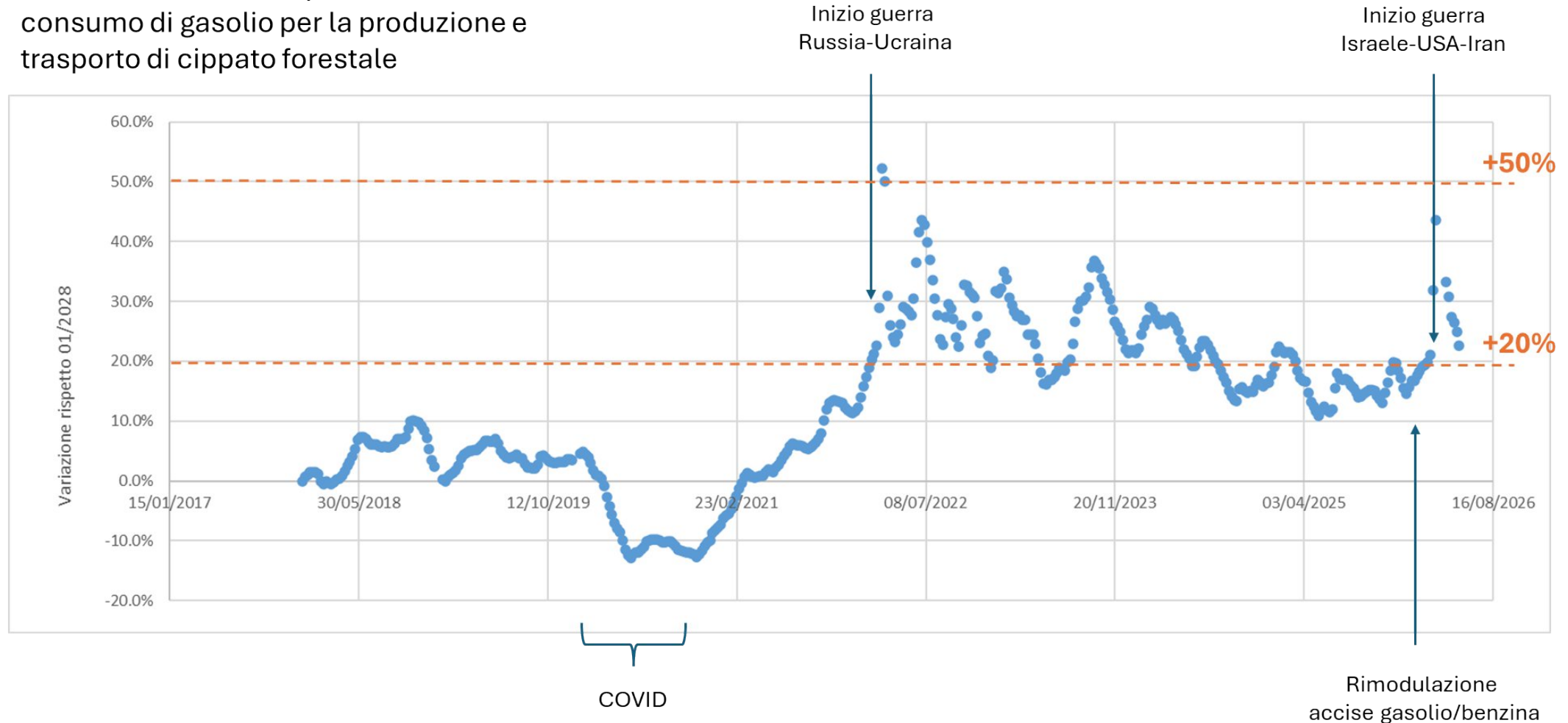
[Industry Insights](#)

[Forest Products](#)



Attuale contesto

Variazione % costo imputabile al solo consumo di gasolio per la produzione e trasporto di cippato forestale



Si considera trasporto (20 km a/r) con sola motrice (volume carico 40 m³ steri) di cippato forestale dal luogo di cippatura al impianto finale o piazzale di deposito. Dati ottenuti da telemetria di cippatrice di media-alta potenza (300 kW) e trasporto con autocarro su tragitti misti su strade forestali di versante e strade asfaltate di fondovalle) (Progetto Logisticiplus). Fonte dai prezzo gasolio (Ministero delle Imprese e del Made in Italy)

Utilizzazioni di precisione come strumento di supporto, perché?

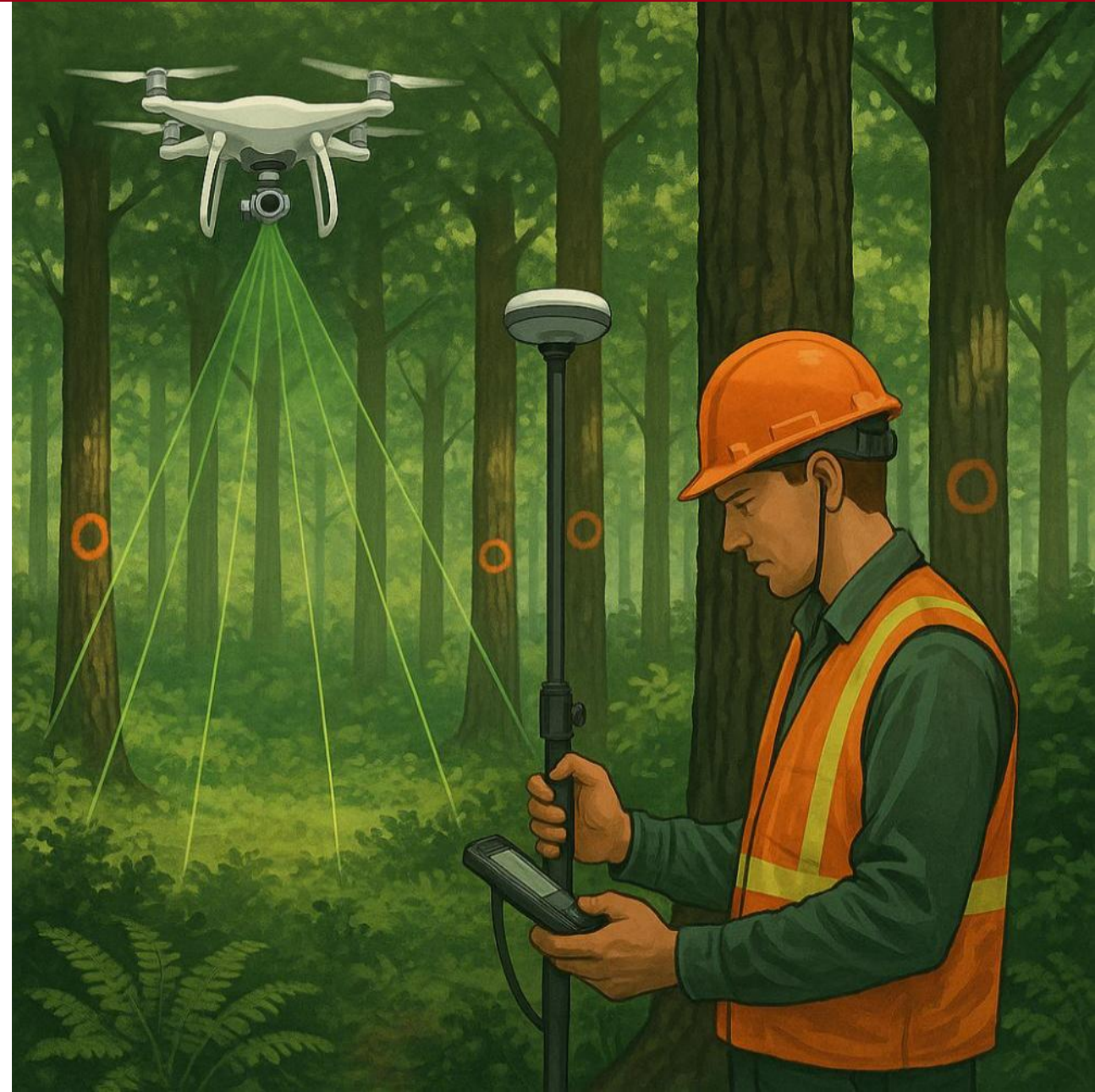


Quali applicazioni tecnologiche nelle utilizzazioni di precisione

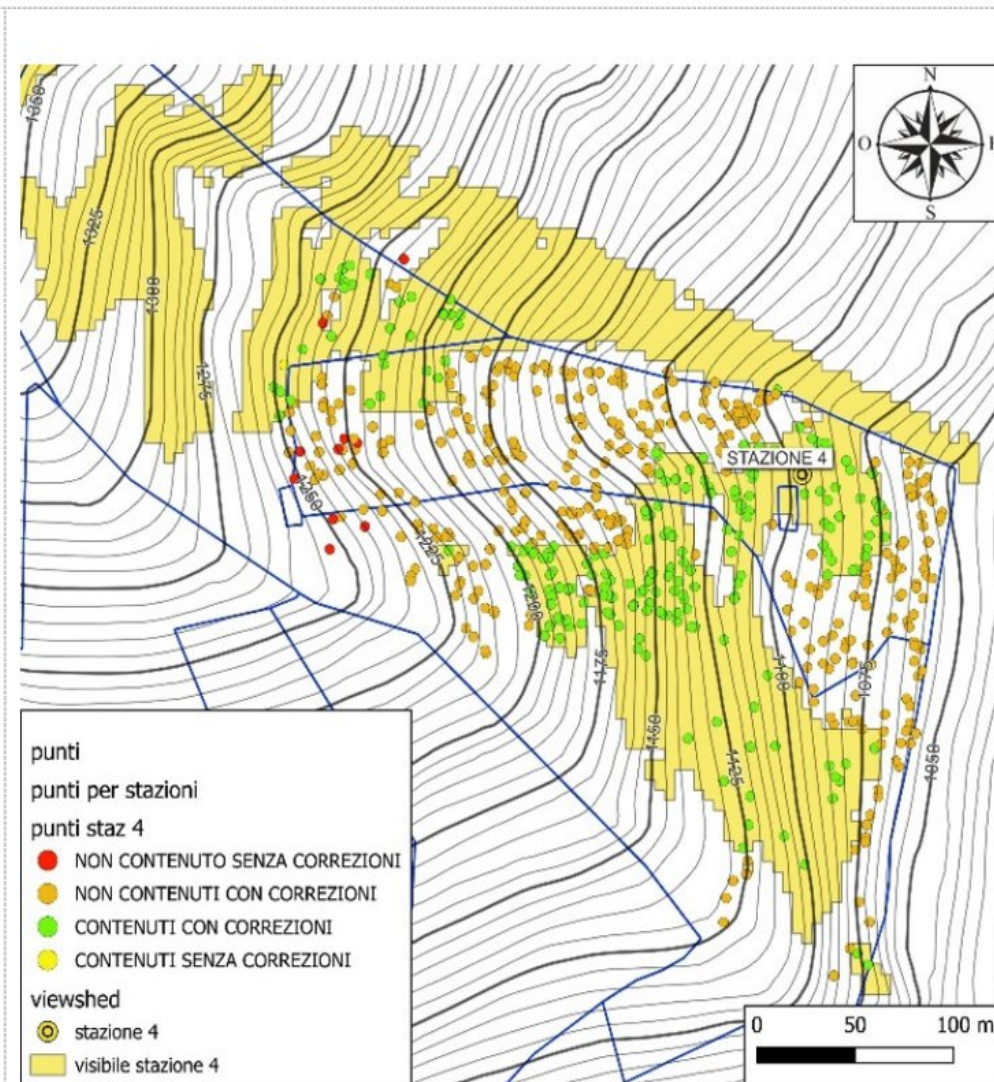
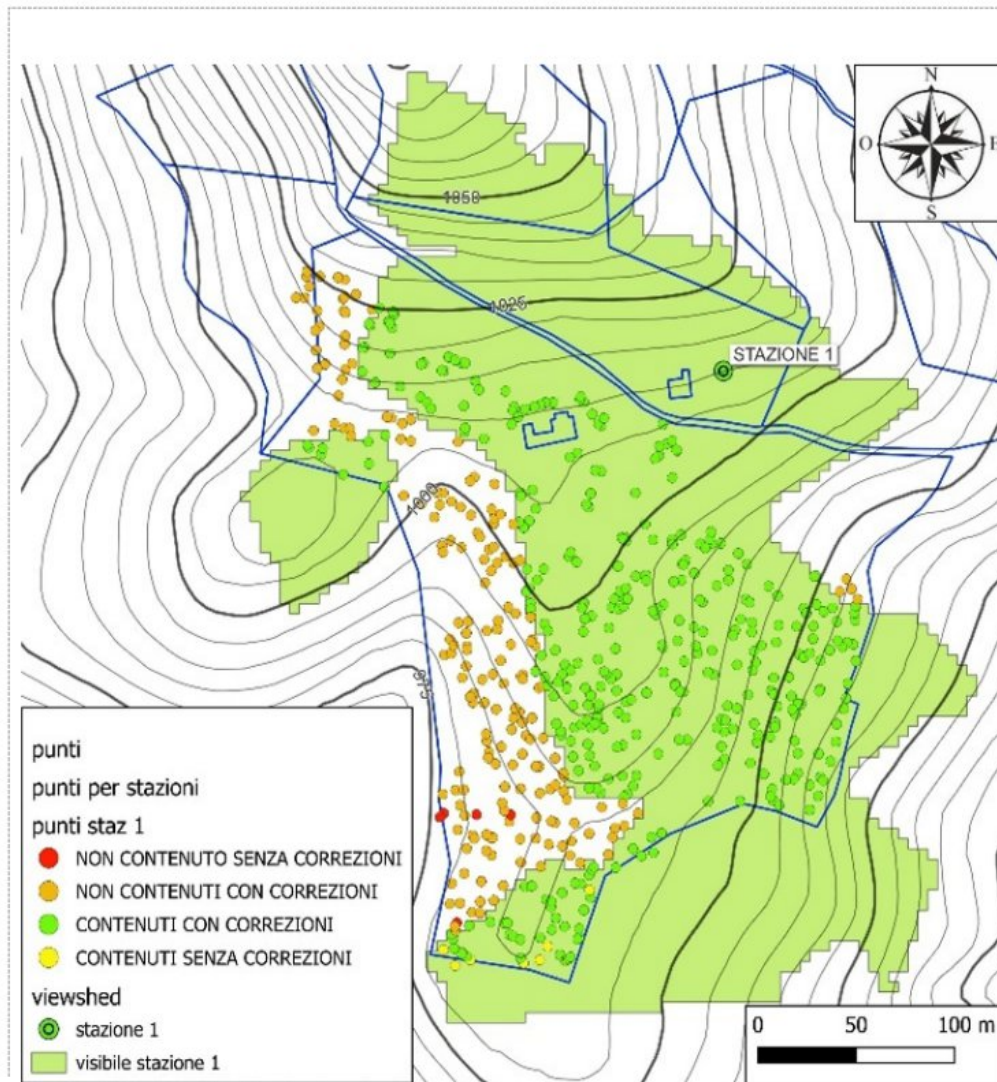
Rilievi con
sistemi
GNSS-RTK

Applicazioni
specifiche
(App
Teleferika e
Seilaplan)

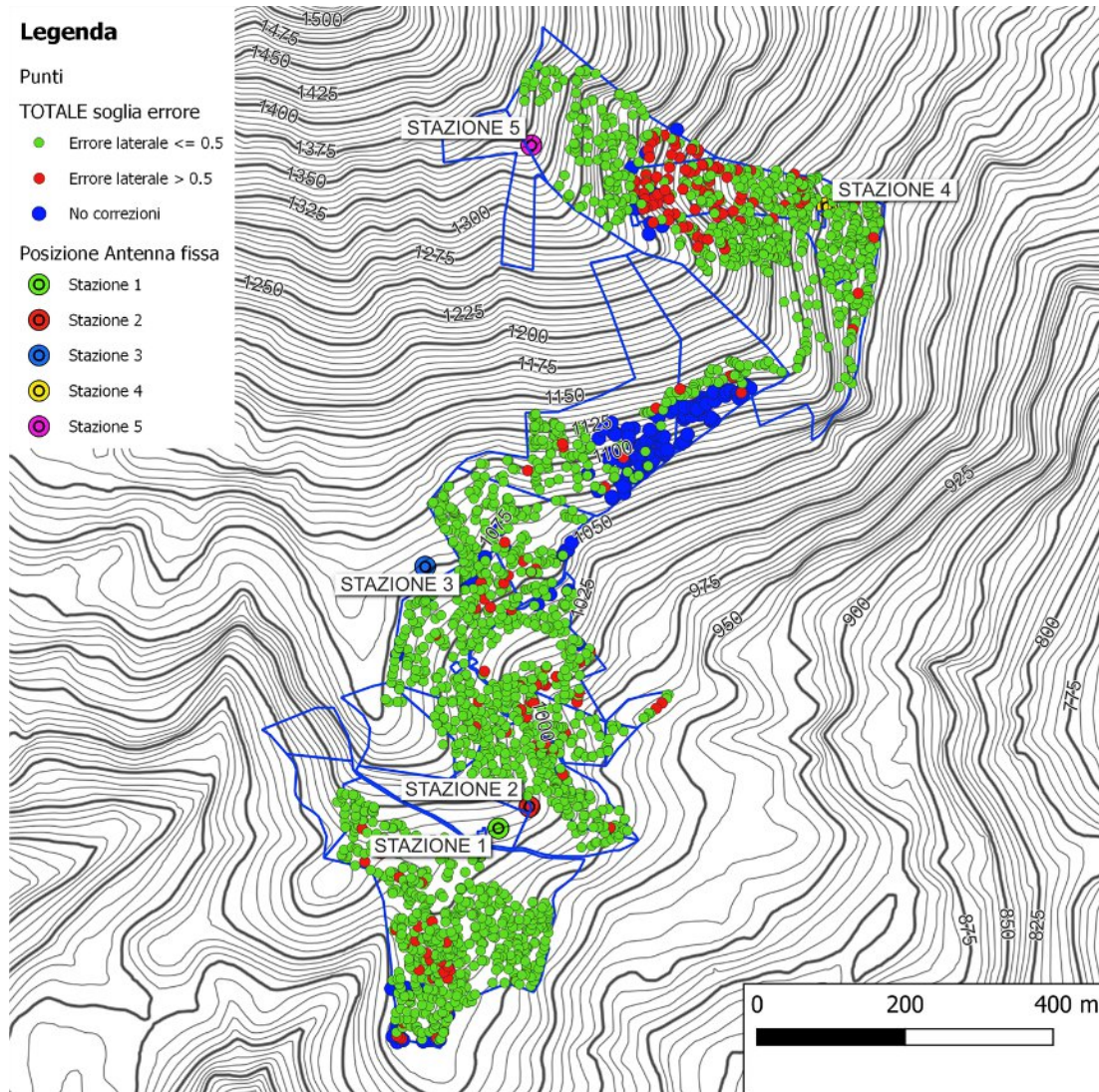
Creazione
mappe di
supporto alle
progettazione



Rilievo puntuale della martellata



Rilievo puntuale della martellata



Errore medio di posizione 32 cm



Rilievi con app specifiche

Applicazioni specifiche

Rilievi con sistemi GNSS-RTK



Descrizione

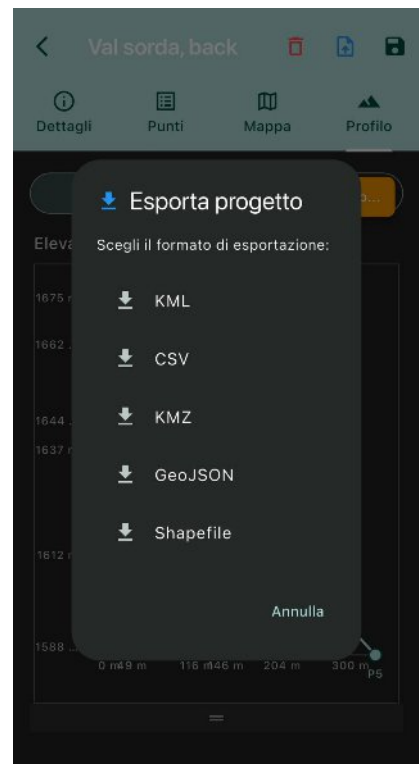
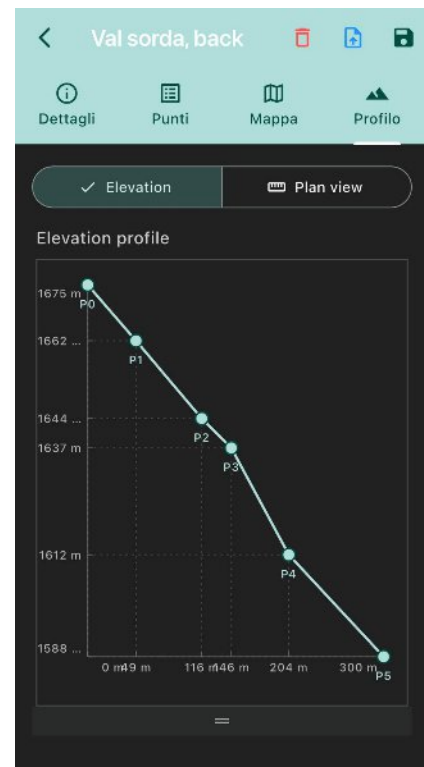
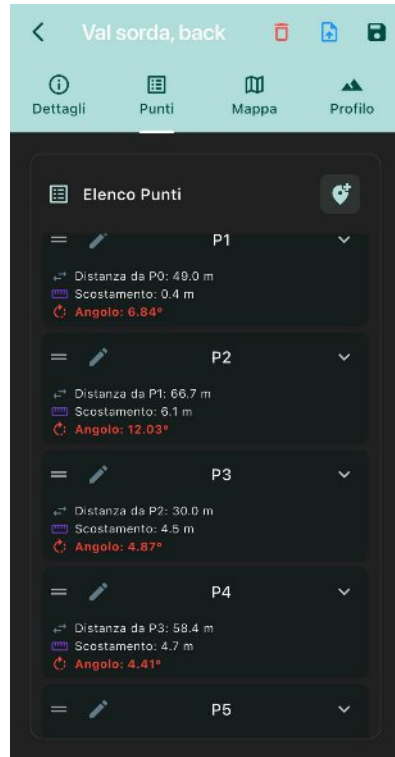
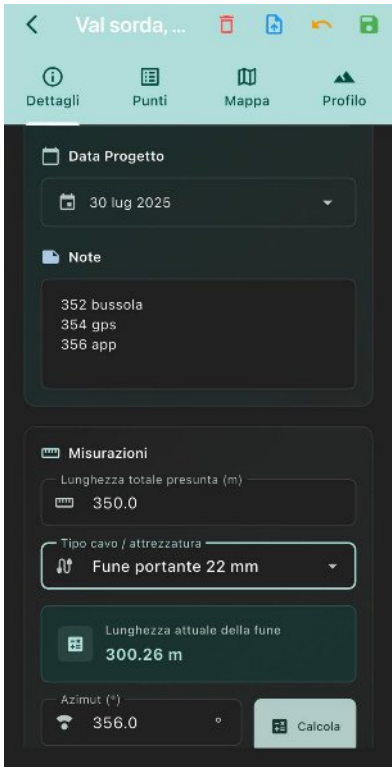
Impostazioni (GPS Telefono / GPS-RTK)

Descrizioni punti

Mappa

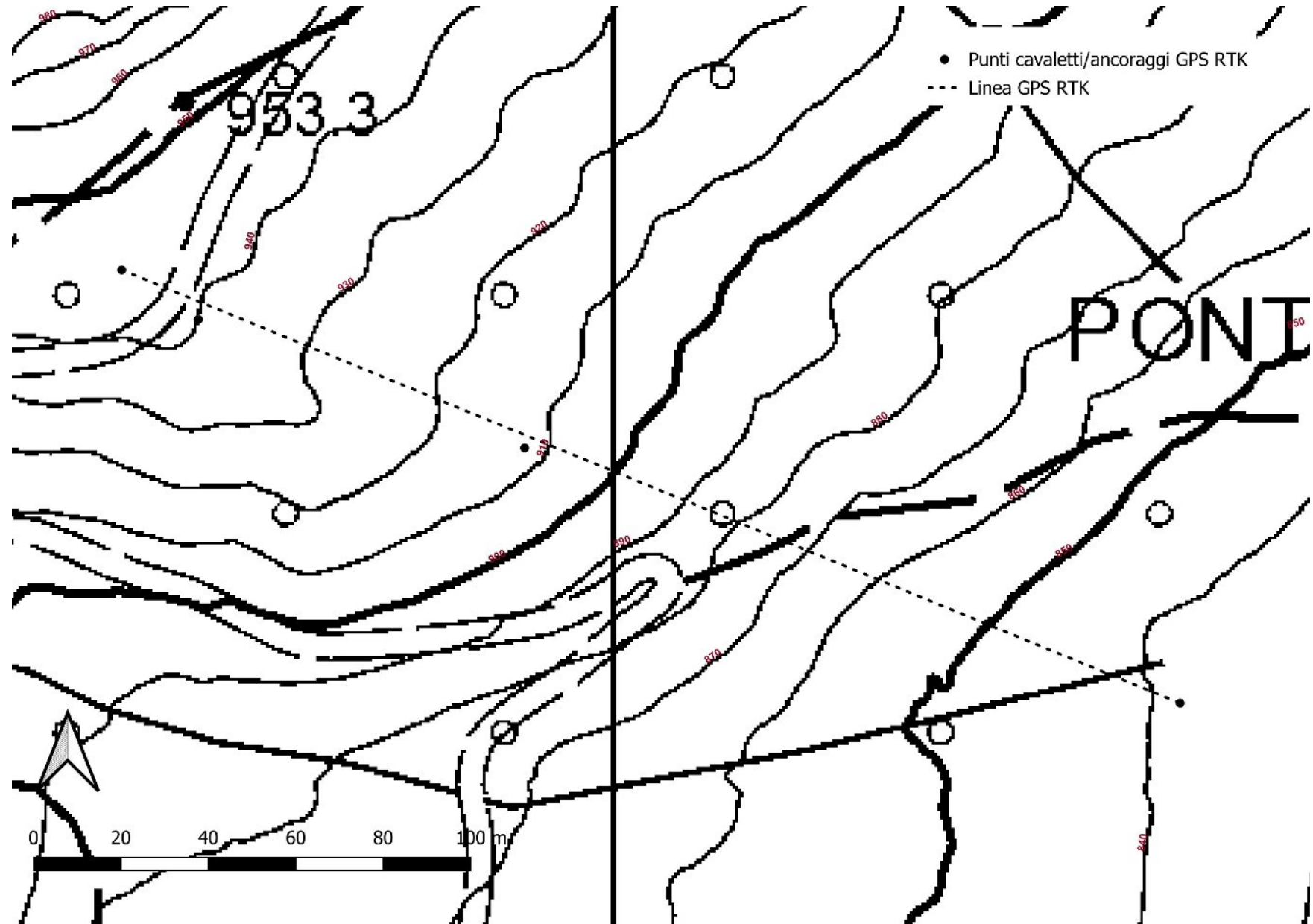
Profilo

Esportazione



App Teleferika

Rilievo GPS RTK (precisione < 30 cm)
Su base Carta Tecnica 1:5000



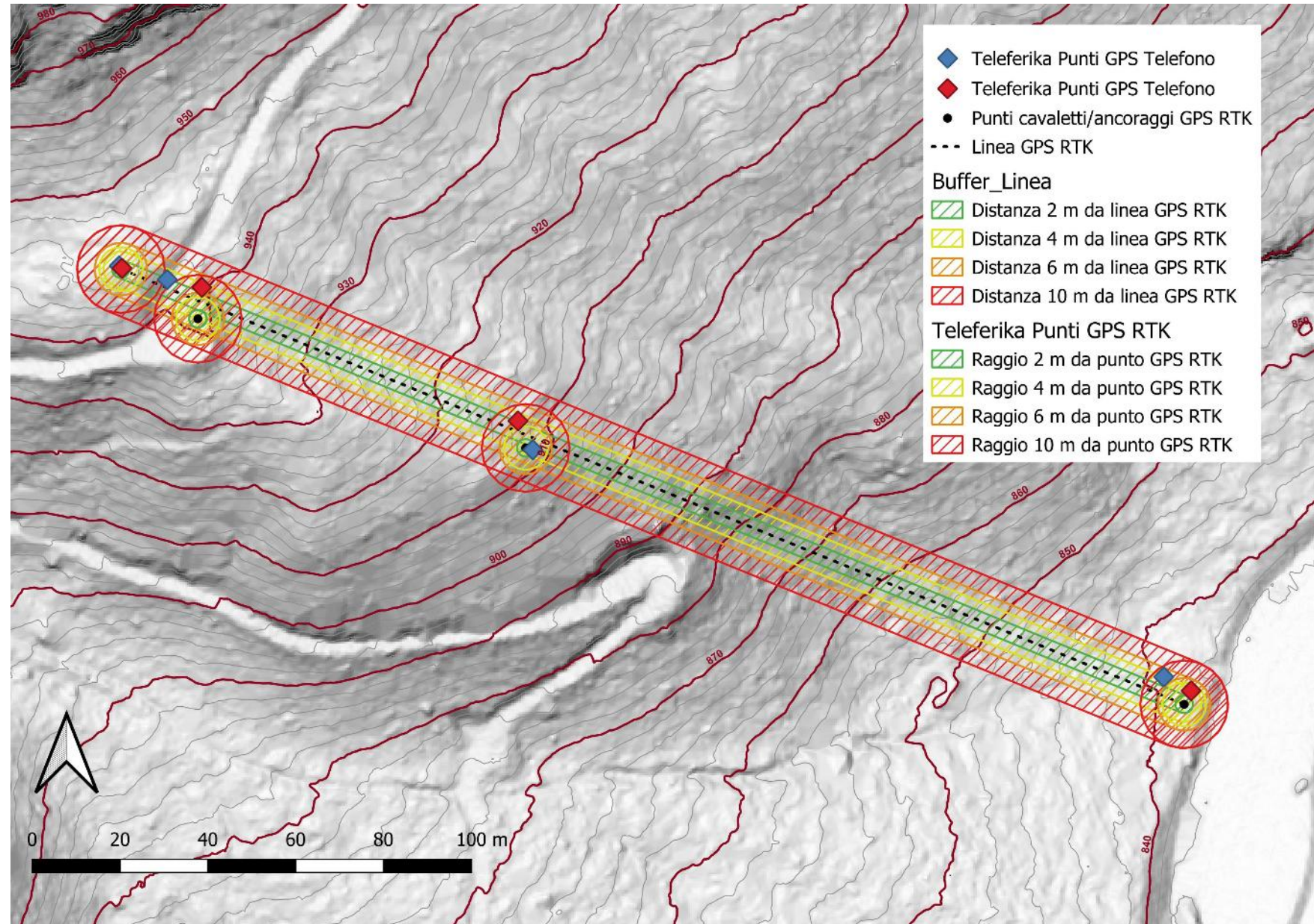
App Teleferika

Rilievo GPS RTK (precisione < 30 cm)
Su DTM LiDAR 1 m

Punti GPS telefono vs Punti GPS RTK
Distanze da 2 a 10 m

Errore di posizione Punti
Ancoraggi/Cavaletti GPS Telefono da
4 a 8 m rispetto posizione GPS RTK

Deviazione linea
Rilievo GPS Telefono vs Linea GPS
RTK fino a 8 m su una lunghezza di
265 m circa



Dimensionamento linee con SEILAPLAN

Con dati GPS RTK dimensionamento è in linea con dimensionamento con calcoli su «carta»

SEILAPLAN progetto: seilaplan_20250801_1206_1

Data	01.08.2025, 12:08 Uhr		
Autore del progetto	-	Numero del progetto	-
Comune	-	Sito forestale	-
Tipo di gru a cavo	Argeno a sitta		
Nota	-		

Valori d'input

Serie di parametri:			
Diámetro della fune portante	22 mm	Carico di rottura minima della fune portante	424 kN
Peso del carico, carrello compreso	25 kN		
Spazio minimale tra fune portante e suolo	7 m	Da rispettare a partire da ... del punto iniziale	10 m
		Da rispettare fino ... davanti al punto finale	10 m
Forza di trazione iniziale (punto d'inizio)	70 kN	Forza di trazione iniziale (punto terminale)	68 kN
Fattore di sicurezza della fune portante	3	Coeff. del potere elastico della fune portante	100 kN/mm2

Dimensione dei cavalletti e dei ancoraggi

N°	Denominazione	Altezza della sella	Pendenza	DPU minimale	Ø punto di attacco	Categoria
1	Ancoraggio	0,2 m	0°	19 cm	11 cm	-
2	Ritto	14,0 m	0°	46 cm	32 cm	-
3	nuovo cavalletto	16,0 m	0°	46 cm	28 cm	-
4	Ancoraggio	0,3 m	0°	19 cm	11 cm	-

Forze e angoli

Forza di trazione massima, misurata al punto il più alto della sistema teleferica: 135 kN

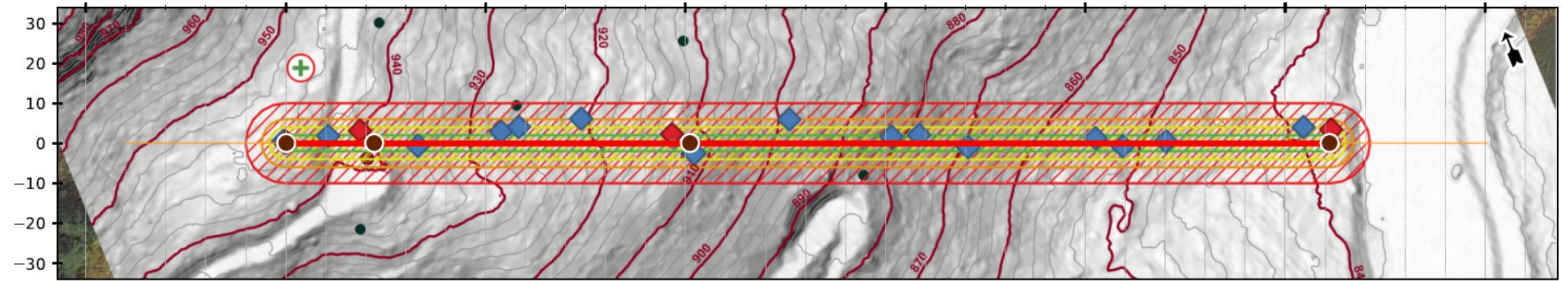
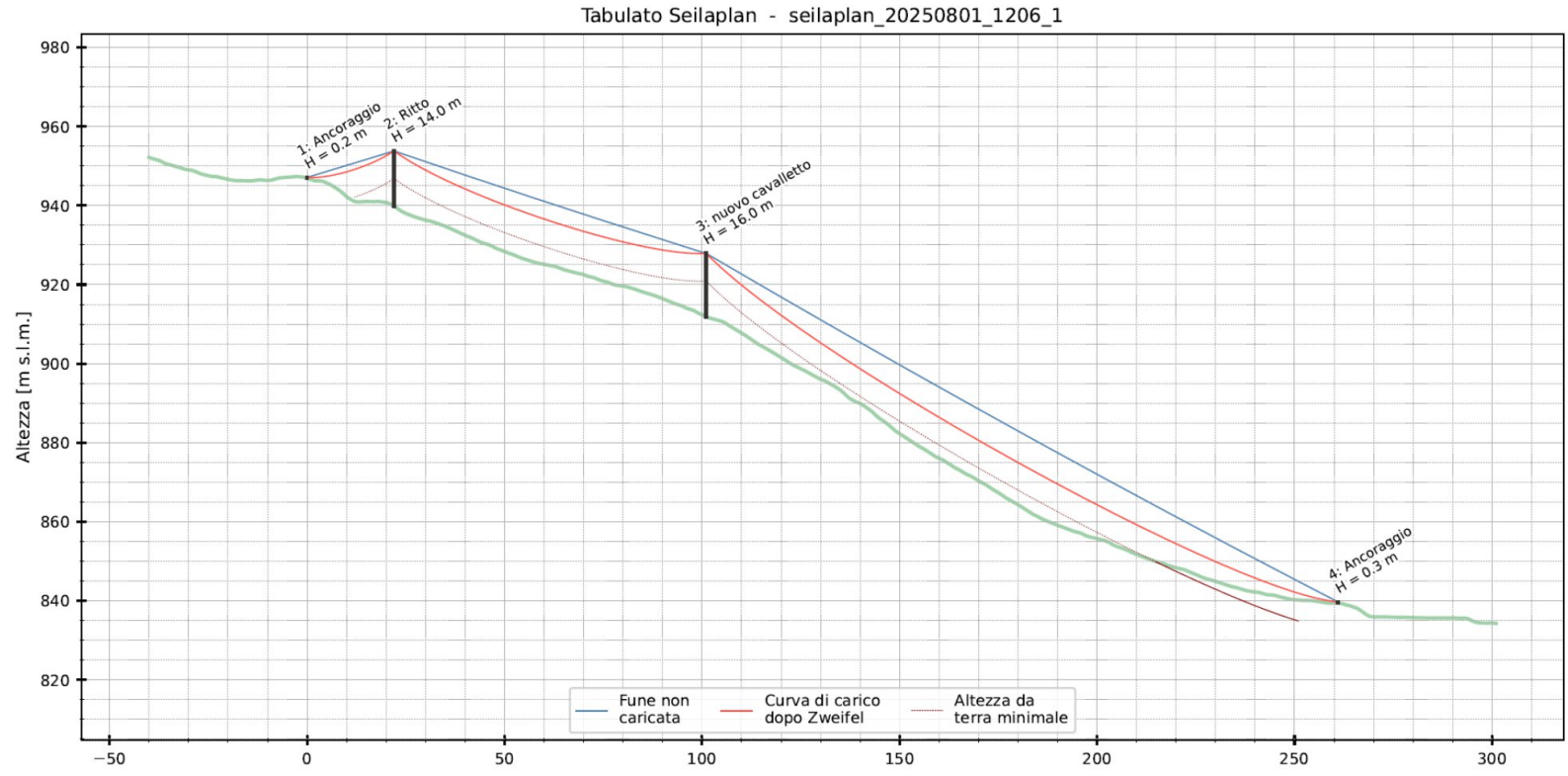
N°	Denominazione	Forze massimale	Angolo della fune non caricata	Angolo della fune caricata	Angoli di attacco
1	Ancoraggio	- (Forza sulla sella)	-	-	-
2	Ritto	70 kN (Forza sulla sella)	36,0°	50,1°	-
3	nuovo cavalletto	43 kN (Forza sulla sella)	13,0°	25,5°	-
4	Ancoraggio	- (Forza sulla sella)	-	-	-

Campate dei ancoraggi e cavalletti

Azimut	124,7 gon / 112,2°		
Lunghezza della fune non caricata e tesa (dal punto iniziale al punto finale)	289,0 m		
Spazio maximal tra fune non caricata e suolo	19,0 m		

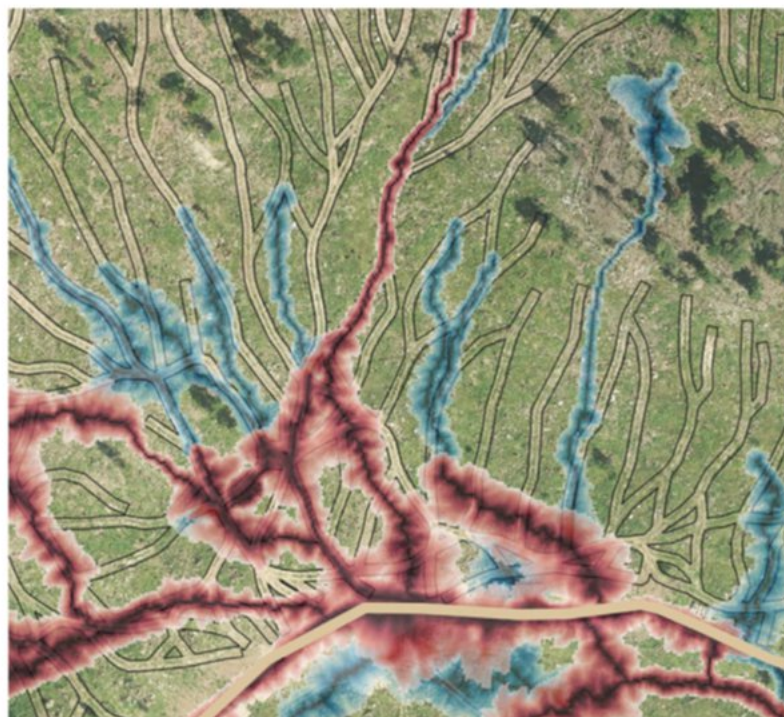
Campate	Distanza orizzontale	Distanza obliqua	Differenza di altezza	Flessione fune non caricata	Flessione fune caricata
Ancoraggio (1) -> Ritto (2)	22,0 m	23,1 m	-7,1 m	0,0 m	1,7 m
Ritto (2) -> nuovo cavalletto (3)	79,0 m	83,8 m	-27,6 m	0,3 m	4,8 m
nuovo cavalletto (3) -> Ancoraggio (4)	190,0 m	175,7 m	-72,5 m	1,4 m	6,4 m
Somma finale	261,0 m	282,6 m	-107,6 m		

F. Seifried, Ing. - Qualità e responsabilità nel nostro lavoro. © 2011 Concessi Pubblici (senza variazione) e autorizzati (www.gm.it/autorizzati). Il metodo di calcolo implementato è basato su Zweifel (1900). Per il calcolo si presuppone che le fune portanti siano fissate alle due estremità con un ancoraggio fisso.



Supporto alla pianificazione delle piste di esbosco

Classificazione superfici in relazione alla probabile presenza di acqua superficiale (Mappatura DTW)



Legenda:

- Dtw 1ha
- Dtw 0,25 ha
- Piste esbosco
- Strada camionabile

Estrazione reticolo a 1 ha



Periodo invernale con suolo gelato



Periodo estivo, con eventi temporaleschi di breve durata



Periodi siccitosi

Estrazione reticolo a 0.25 ha



Periodo di fusione del manto nevoso



Periodi con precipitazioni prolungate

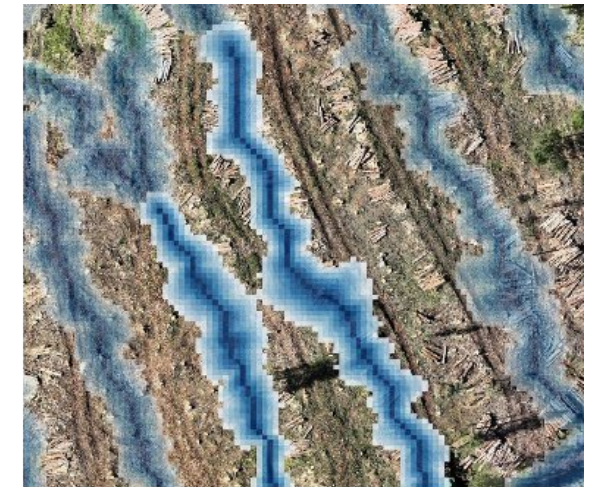


Zone umide



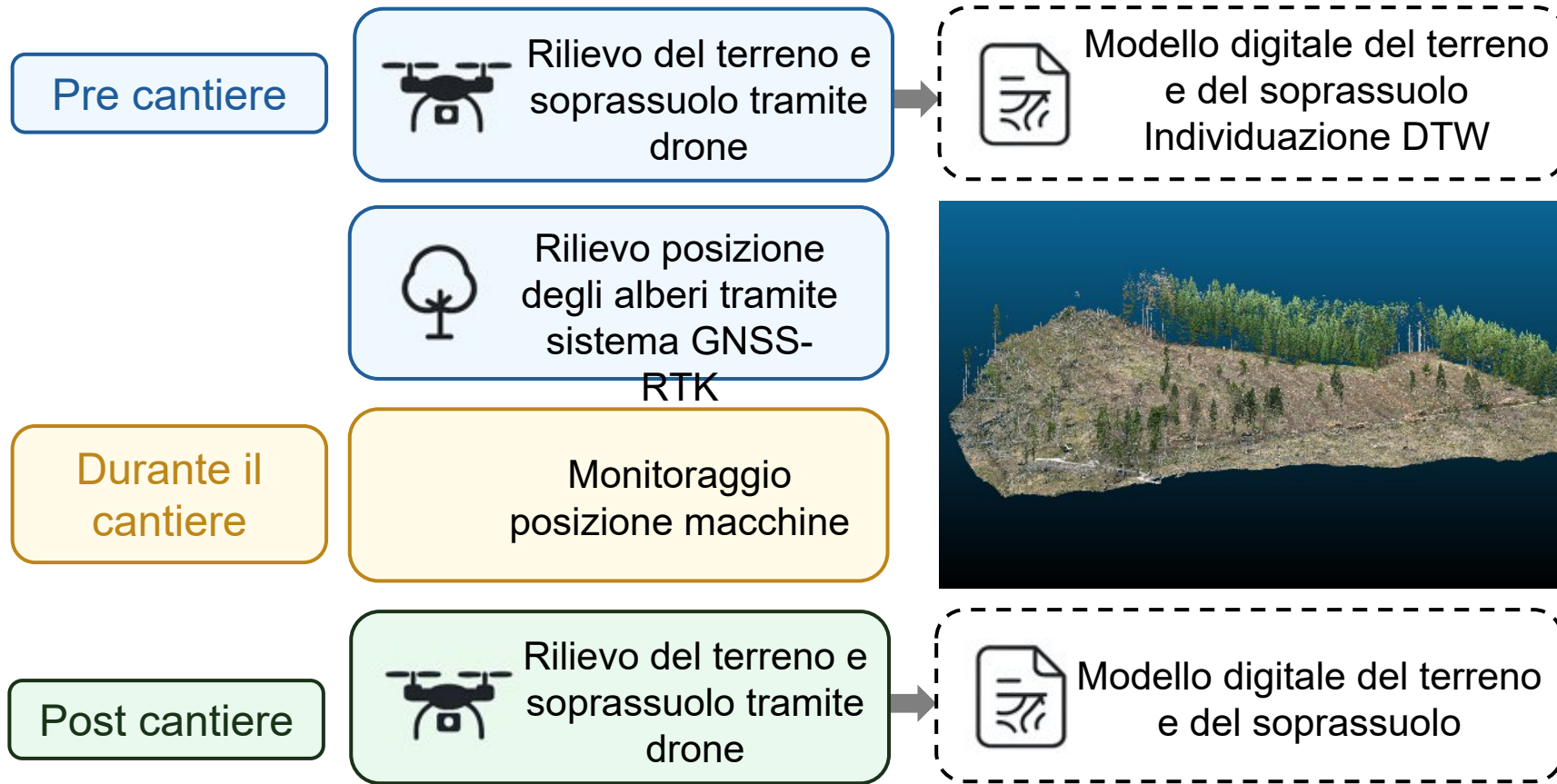
Supporto alla pianificazione delle piste di esbosco

Classificazione superfici in relazione alla probabile presenza di acqua superficiale (Mappatura DTW)



Analisi impatto di un cantiere forestale

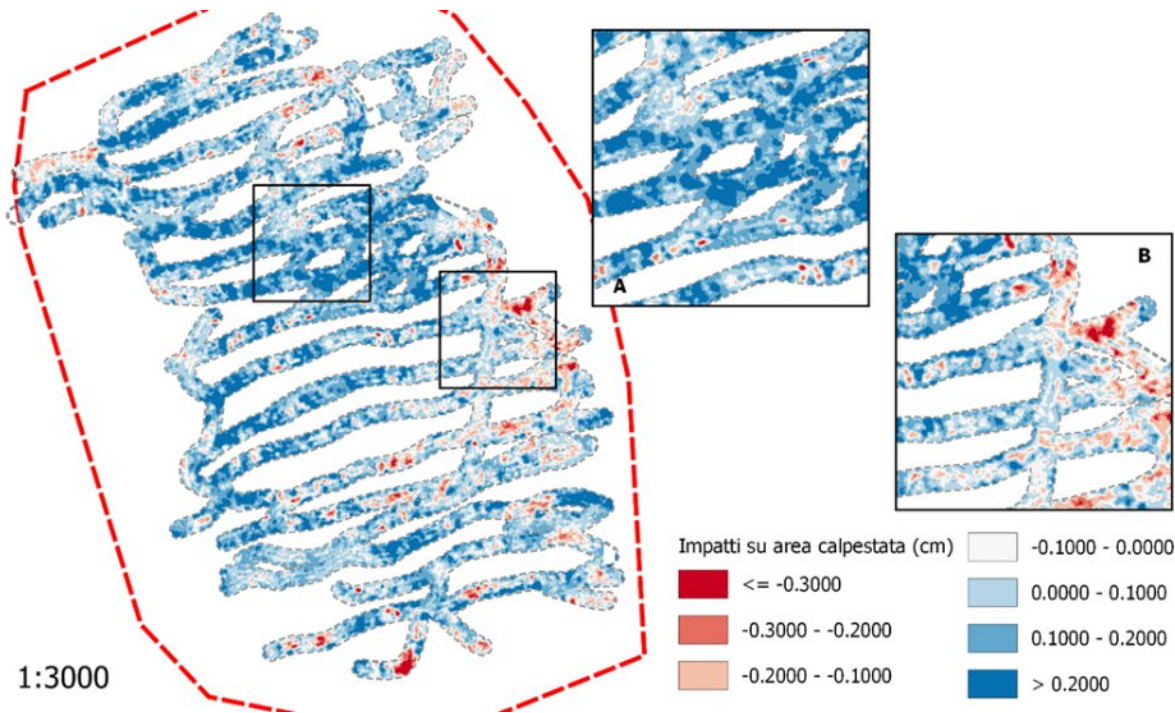
Applicazioni di analisi del terreno pre- e post- cantiere *harvester-forwarder*



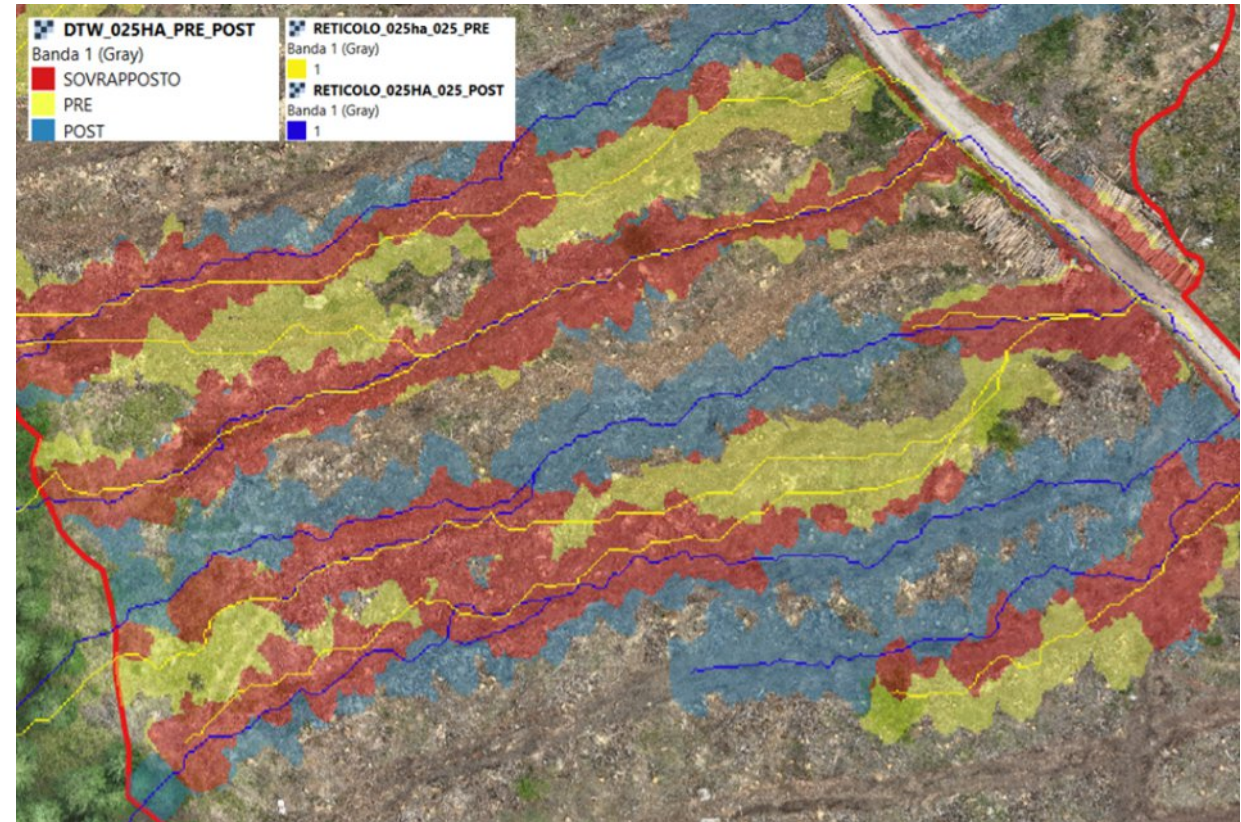
Analisi impatto di un cantiere forestale

Effetto del traffico sul micro-reticolo idrografico

Alterazione del profilo del terreno lungo le piste forestali



Conseguenza sulla alterazione del micro-reticolo idrografico



Conclusioni

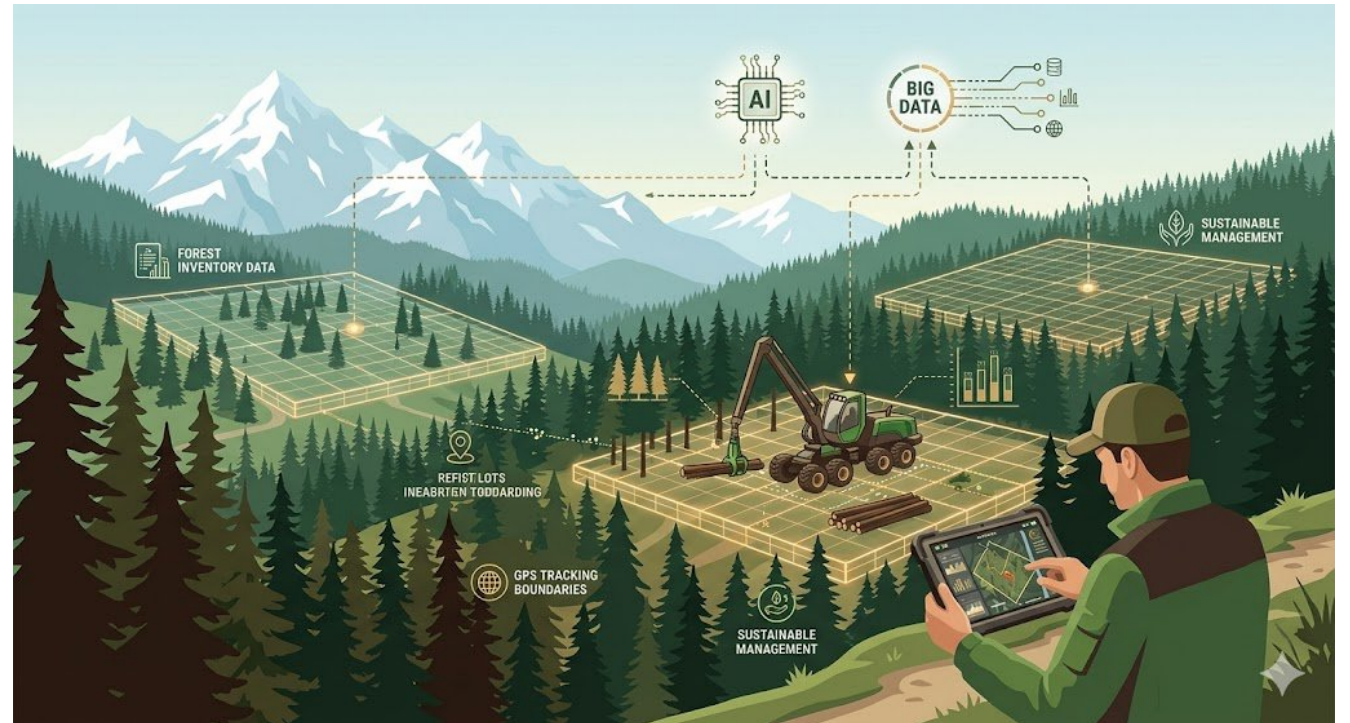
Le tecnologie attuali rappresentano elementi chiave per progettare cantieri sito-specifici.

Approccio rilevante in lotti di grandi dimensioni, sensibili per:

- volumi elevati
- ampia estensione
- elevato livello di meccanizzazione
- potenziali impatti

Utilizzazioni forestali di precisione possono:

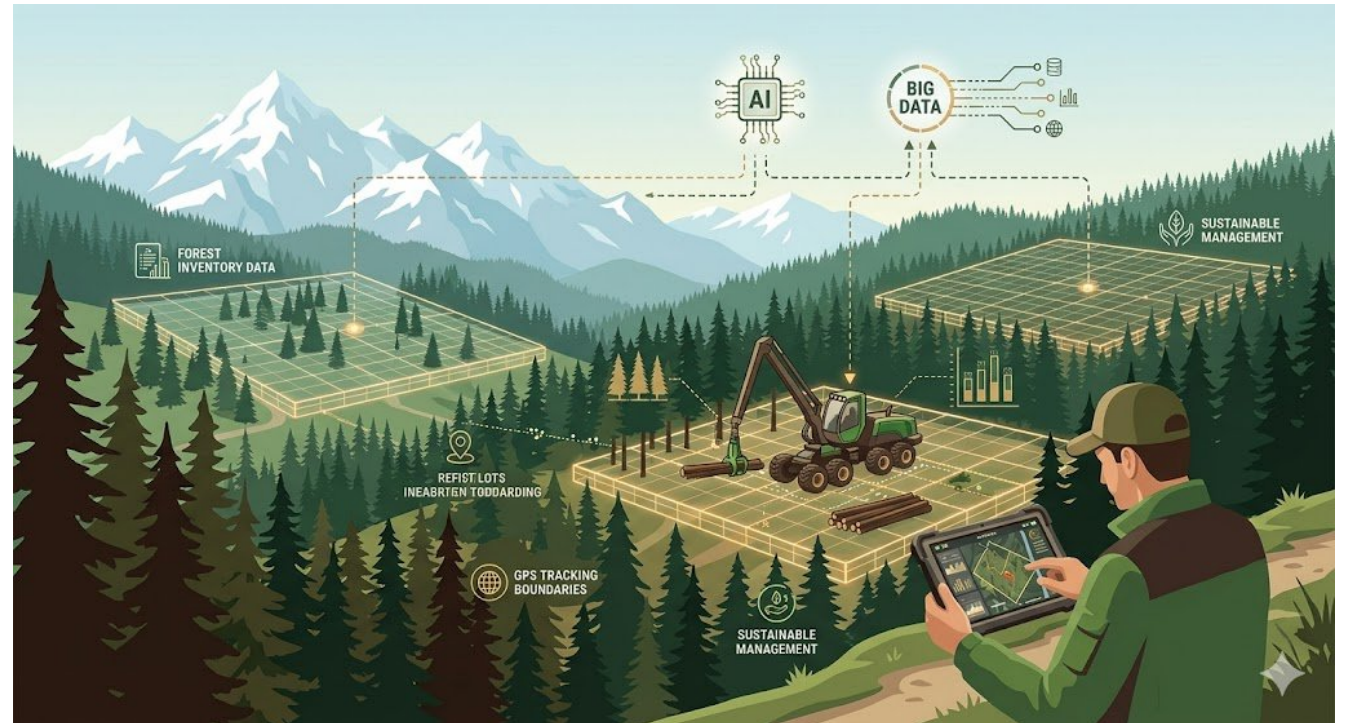
- aumentare la professionalità del settore con competenze tecniche specifiche e nuove abilità operative
- offrire opportunità per profili altamente specializzati
- aprire la strada all'integrazione con IA anche a livello tecnico e non solo scientifico/accademico



Conclusioni

Passaggi chiave

- **Affidabilità delle tecnologie** e informazioni ricavabili
- **Protocolli** di analisi chiari, condivisi e replicabili
- Incremento delle **competenze tecnologiche e digitali** da parte dei tecnici forestali (generale)
- Percorsi di **specializzazione** per tecnici forestali su meccanizzazione avanzata e digitalizzazione applicata alle utilizzazioni forestali
- Percorsi per incrementare **l'accettazione tecnologica** da parte degli operatori e contenere la resistenza al cambiamento



Grazie per l'attenzione



TESAF

 Confagricoltura
Belluno

ECOSINERGIA s.r.l. 
società di ingegneria



Cofinanziato
dall'Unione europea



REGIONE DEL VENETO



Iniziativa finanziata dal Complemento regionale per lo Sviluppo Rurale del Veneto 2023-2027 Organismo responsabile dell'informazione:
Università degli Studi di Padova – Dip. TESAF Autorità di gestione regionale: Regione del Veneto – Direzione AdG FEASR
Bonifica e Irrigazione. CUP C23C25000100002