

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GALLERIE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1A BATTIPAGLIA – ROMAGNANO

Analisi degli spostamenti superficiali dei dati radar satellitari elaborati con tecnica SqueeSar
Relazione tecnica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

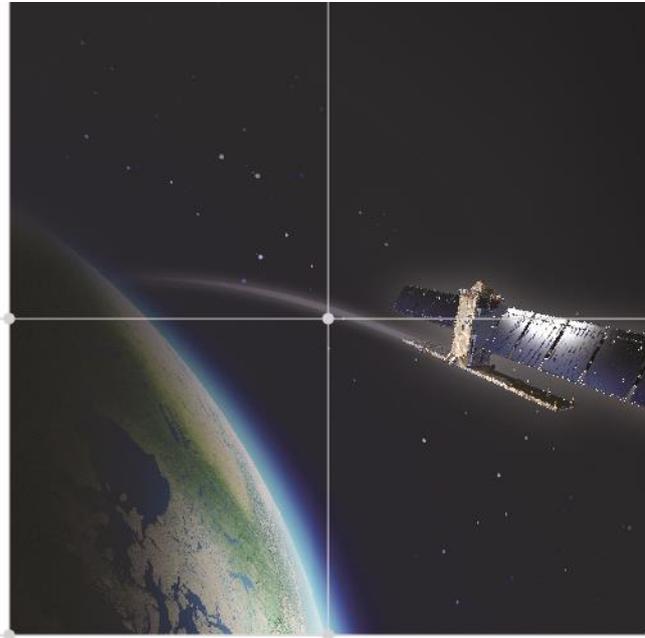
RC1E A1 R 07 RH GN0000 F01 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	TRE Altamira 	Sett. 2021	F. Iannotta 	Sett. 2021	I. D'Amore 	Sett. 2021	A. Scatena 	Sett. 2021

File: RC1EA1R07RHGN0000F01A.doc

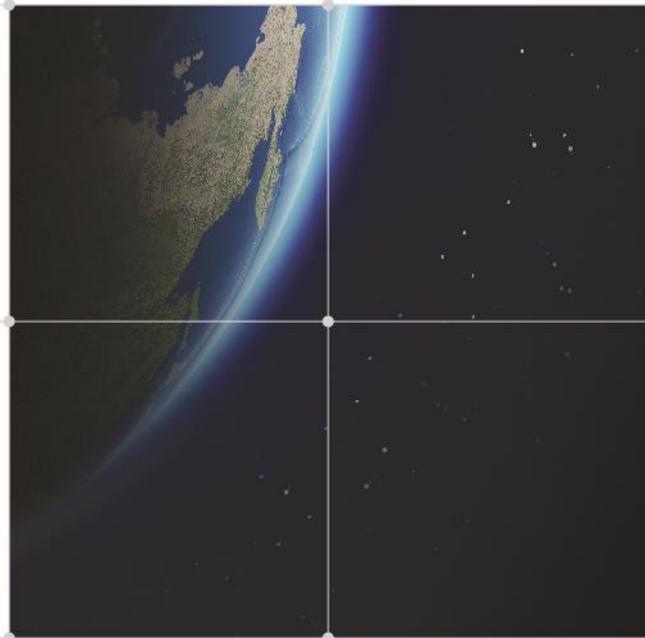
n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
U.O. GALLERIE
Dott. Ing. Alessandro Scatena
Cune degli Ingegneri di Napoli
n° 19846



Relazione Tecnica

Analisi SqueeSAR® su un tratto dell'AV Salerno-Reggio Calabria
all'altezza di Romagnano (SA)



TRE
ALTAMIRA
A CLS Group Company

Dettagli Progetto

Cliente

Nome: Italferr S.p.A.
Indirizzo: Via V.G.Galati, 71
0155 Roma

Riferimenti

Nome progetto: Esecuzione di analisi di dati radar satellitari con tecnica SqueeSAR® per il monitoraggio di spostamenti superficiali su una tratta dell'Alta Velocità Salerno-Reggio Calabria all'altezza di Romagnano (SA).

TRE ALTAMIRA Job Order: JO21-1549
Contratto Applicativo Ord. N° 100041843 del 10.08.2021
A.Q. n° 200001492 del 11.06.2021

Numero Contratto Cliente: ATTIVAZIONE N° 1

Data ordine Cliente: 10/08/2021

Preparato da TRE ALTAMIRA

Autori: Andrea Uttini
Verificato da: Chiara Giannico
Approvato da: Iolanda Iannicella
Data: 03 Settembre 2021
Versione: 2.0

Sommario esecutivo

Oggetto dello studio è l'analisi con tecnica SqueeSAR® degli spostamenti superficiali che interessano l'area di progetto della linea ferroviaria ad Alta Velocità Salerno-Reggio Calabria all'altezza di Romagnano (SA).

Le aree di analisi indicate dal Cliente lungo il tracciato sono localizzate rispettivamente nei pressi di Oppidi-Serradarce (SA) e Buccino Scalo (SA) e coprono rispettivamente un'area pari a 3,7 km² e 4,6 km²

A valle di un primo accordo nel quale venne proposto l'utilizzo di immagini acquisite dal satellite Radarsat, dopo più approfondite considerazioni riguardo la vocazione prettamente agricola delle aree di interesse, è stato ritenuto opportuno utilizzare immagini acquisite dal satellite ALOS-2, più efficaci nell'ottenere punti di misura in aree naturali coltivate e/o vegetate grazie al sensore di acquisizione in banda L.

L'analisi è stata quindi effettuata utilizzando un singolo dataset di immagini ALOS -2 acquisito in orbita discendente nel periodo Febbraio 2015 – Gennaio 2021. Il dataset di immagini conta 36 scene omogeneamente distribuite nell'arco temporale sopra citato.

In generale i risultati ottenuti coprono omogeneamente le aree di interesse ed individuano vari settori interessati da spostamenti superficiali. Su richiesta del cliente, è stato dato maggiore risalto a 18 zone di interesse progettuale per ognuna delle quali è stato fornito il risultato di dettaglio nel corpo della relazione. In alcune delle suddette zone, e non solo, sono state rilevate deformazioni estese con velocità di movimento massime comprese entro 2 cm/anno (rispettivamente i massimi rilevati sono stati circa 2cm in allontanamento e 7mm in avvicinamento lungo la linea di vista del satellite).

Si rammenta che i tassi di spostamento indicati nel corpo della relazione sono sempre riferiti alla linea di vista del satellite.

Indice

Sommario esecutivo	4
Acronimi e abbreviazioni	6
Documenti di riferimento	6
1. Introduzione	7
2. Area di Indagine	8
3. Dati satellitari utilizzati.....	9
4. Analisi effettuate	11
5. Risultati	13
5.1. Dettaglio AREA 1 Oppidi-Serradarce (SA)	14
5.2. Dettaglio AREA 2 Buccino Scalo (SA).....	19
6. Dati consegnati	23
7. Conclusioni	26
Allegati.....	27

Modifiche al documento

Versione	Data	Sezioni	Descrizione delle modifiche
01.0	03 Settembre 2021	Tutte	Creazione del documento
02.0	10 Settembre 2021	Tutte	Revisione del documento

Acronimi e abbreviazioni

LOS	Line of Sight – Linea di vista
MP	Measurement Points – Punti di misura
REF	Punto di Riferimento
SAR	Synthetic Aperture Radar – Radar ad apertura sintetica
TSA	Average Time Series – Serie storica media di spostamento
TS	Time Series – Serie storica di spostamento

Documenti di riferimento

Data	Titolo
10/08/2021	Contratto Applicativo Ord. N° 100041843 e suoi allegati

1. Introduzione

Il presente rapporto ha come oggetto l'elaborazione con tecnica SqueeSAR® di dati radar satellitari acquisiti nell'area interessata dal Progetto della linea ferroviaria ad Alta Velocità Salerno-Reggio Calabria all'altezza di Romagnano (SA).

Come previsto dal Contratto Applicativo Ord. N° 100041843, ITALFERR ha richiesto a TRE ALTAMIRA l'analisi di dati radar satellitari allo scopo di valutare se nella tratta in esame sono presenti movimenti di versante che possono interessare e impattare sulle opere in progetto.

Per questo progetto sono state elaborate immagini a media risoluzione acquisite in singola geometria nel periodo 2015-2021 dai satelliti ALOS -2 dell'Agenzia Spaziale Giapponese JAXA.

2. Area di Indagine

L'area di indagine comprende due settori di interesse rispettivamente pari a 3,7 km² e 4,6 km² lungo l'asse di progetto della linea ferroviaria ad alta velocità Salerno-Reggio Calabria, nei pressi di Oppidi-Serradarce (SA) e Buccino Scalo (SA) (Figura 1).

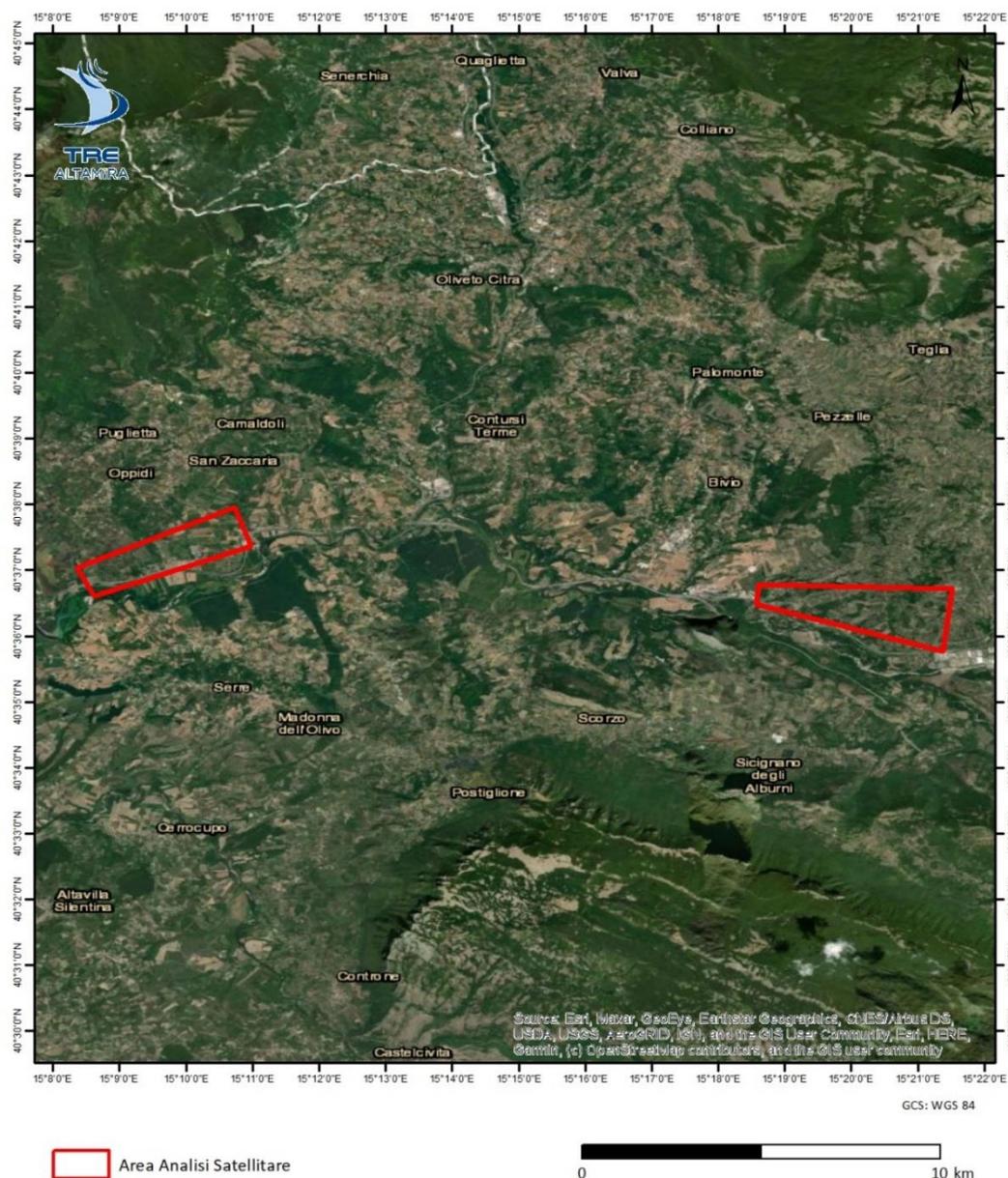


Figura 1: Aree di indagine.

3. Dati satellitari utilizzati

Per l'analisi è stato elaborato un dataset di immagini ALOS 2 acquisito in geometria discendente nel periodo compreso tra Febbraio 2015 e Gennaio 2021 (Tabella 1). Il satellite ALOS-2 opera in banda L a una lunghezza d'onda di 23.8 cm con una risoluzione al suolo di 15x50 m. Il suo tempo di rivisitazione è di 14 giorni.

Le prime immagini (pre 22 febbraio 2015) sono state scartate a seguito di problemi di mancanza sincronia dei bursts di ALOS-2, che rendono le immagini non idonee all'uso interferometrico.

Tutte le immagini disponibili nell'area sono state utilizzate per l'analisi, eccetto quelle scartate per ragioni legate al livello di qualità della fase del segnale. La lista dettagliata delle immagini processate così come i dettagli sull'angolo di vista del satellite sono riportati nel Rapporto di Elaborazione associato ai dati.

Satellite	Geometria	Angolo di vista (θ)	# Immagini	Periodo di acquisizione
ALOS 2	Track 90 Discendente	$\sim 41,1^\circ$	36	22/02/2015 – 31/01/2021

Tabella 1: Immagini elaborate

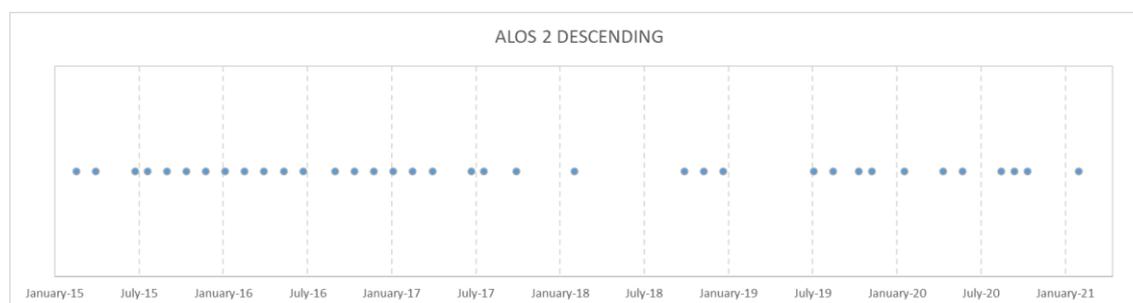


Figura 2: Distribuzione temporale delle immagini elaborate

Si ricorda infine che la geometria di acquisizione è detta discendente quando il satellite acquisisce sull'area muovendosi lungo l'orbita da nord verso sud, ascendente quando il satellite acquisisce sull'area muovendosi lungo l'orbita da sud verso nord. In entrambe le geometrie di acquisizione il satellite acquisisce secondo una linea di vista (LOS- Line of Sight) inclinata verso destra rispetto alla verticale di un angolo θ (Figura 3).

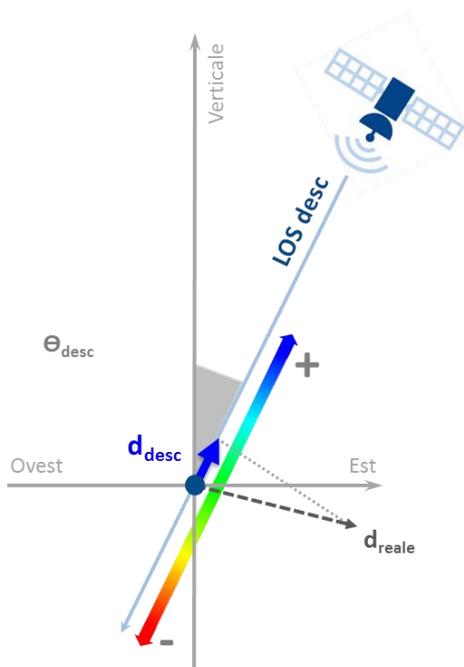


Figura 3: Geometria di acquisizione discendente. Di ogni movimento reale (d_{reale}) è misurata la sola componente lungo la linea di vista (LOS) del satellite.

4. Analisi effettuate

L'analisi SqueeSAR® è la più avanzata tra le tecniche interferometriche per il monitoraggio da remoto e ad alta precisione di fenomeni di deformazione della superficie terrestre. Non richiede la materializzazione di punti di misura al suolo poiché l'analisi delle deformazioni superficiali si ottiene mediante la stima degli spostamenti di bersagli radar già presenti al suolo e visibili da satellite, sia puntiformi (*Permanent Scatterers – PS*), sia spazialmente distribuiti (*Distributed Scatterers – DS*). I bersagli puntiformi corrispondono generalmente a parti di edifici, strutture antropiche e rocce esposte. I bersagli distribuiti corrispondono invece a porzioni di terreno poco vegetate dove la risposta radar risulta omogenea seppur ridotta rispetto ai bersagli puntiformi.

La densità dei punti di misura forniti dall'analisi dipende non solo dalla risoluzione del satellite e dal dataset analizzato (numero immagini e periodo coperto) ma anche dalle caratteristiche del terreno. In genere, la densità aumenta con l'aumento della risoluzione del satellite e con la diminuzione della copertura vegetale.

Per ogni punto di misura identificato a terra, SqueeSAR® restituisce la sua localizzazione, la velocità media e le serie storiche di spostamento. Le misure di spostamento ottenute in singola geometria di acquisizione sono monodimensionali e rilevate lungo la linea di vista del sensore (LOS), rappresentano quindi la proiezione del movimento reale lungo tale LOS. La linea di vista del satellite utilizzato nel presente progetto è riportata in Figura 3.

Come per ogni altra rete geodetica, le misure SqueeSAR® sono di tipo differenziale, riferite ad un punto a terra selezionato come riferimento (REF). Il punto di riferimento viene selezionato in fase di elaborazione su base statistica, tale da avere un'alta "qualità radiometrica" (alta coerenza di fase) ed ottimizzare la precisione delle misure sull'intera area analizzata. La selezione del REF è quindi dataset dipendente. L'esatta localizzazione del REF selezionato è riportata nel Rapporto di Elaborazione consegnato assieme ai dati vettoriali.

La qualità delle misure fornite dalle analisi SqueeSAR® dipende principalmente dal dataset analizzato (numero immagini, periodo analizzato e continuità delle acquisizioni). In generale, tante più immagini vengono elaborate e tanto più lungo è il periodo monitorato, tanto più alta è la qualità delle misure ottenute. I valori di riferimento sono riportati in Tabella 2 e Tabella 3.

Spostamento lungo LOS	Velocità media	Singola misura
Precisione (1σ)	<4 mm/anno	< 20 mm

Tabella 2: Valori nominali per un dataset di 30 acquisizioni regolari su un periodo di 2 anni e punto di riferimento distante meno di 1 Km

Precisione localizzazione (1σ)	Est	Nord	Quota
ALOS-2	± 15 m	± 25 m	± 10 m

Tabella 3: Valori nominali per un dataset di 30 acquisizioni regolari e punto di riferimento distante meno di 1 Km

Il dato ALOS-2 utilizzato in questo progetto presenta delle caratteristiche peculiari da tenere in considerazione:

- Migliore coerenza in aree vegetate grazie alla maggiore capacità di penetrazione del fogliame del segnale radar;
- Minori problemi di ambiguità di fase (*unwrapping errors*) dovuta alla maggiore lunghezza d'onda del satellite (Banda L) rispetto ai sensori di Banda C o Banda X.
- Migliore capacità di monitorare fenomeni naturali con velocità superiori a 2-4cm/anno dovuta alla lunghezza d'onda del satellite;
- Minore capacità di dettaglio nel monitoraggio di fenomeni estremamente lenti e con dinamiche complesse, inferiori a 10 mm/anno.
- Generalmente poche immagini disponibili sul territorio italiano e quindi minore accuratezza delle stime (deviazioni standard più elevate);
- Media risoluzione spaziale delle immagini (15x50) che comporta una precisione di geocodifica dei punti individuati al suolo meno accurata.

Per eventuali approfondimenti si rimanda al manuale tecnico ("TRE ALTAMIRA Handbook") fornito in allegato.

5. Risultati

L'analisi SqueeSAR® con immagini ALOS-2 ha portato all'individuazione di circa 6800 punti di misura sull'area di interesse. La Figura 4 mostra la distribuzione dei punti visualizzati per velocità media annua nel periodo analizzato. La convenzione segno e colore delle misure di spostamento è indicata in Figura 3.

Le misure sono effettuate lungo la linea di vista del satellite (LOS), che nel caso in esame è di circa 41°, e sono riferite al punto di riferimento scelto in fase di elaborazione nell'abitato di Contursi Terme, esterno alle due aree di analisi, ma in posizione centrale rispetto ad entrambe (Figura 4). Per tutti i punti vengono fornite le serie storiche di spostamento e gli indici di precisione: coerenza e deviazione standard.

La deviazione standard delle velocità ottenute va da 0 a 2.1 mm/anno con una media di 0.9 mm/anno, come atteso visto il basso numero di immagini disponibili. Partendo dai suddetti valori di deviazione standard è ragionevole considerare che valori di velocità compresi entro ± 2 mm/anno rientrino nel range di stabilità, motivo per cui la porzione centrale della legenda (colore verde in Figura 3 e Figura 4) è stata estesa tra ± 2 mm/anno.

La distribuzione regolare delle immagini nel periodo considerato ha garantito un risultato significativo e informativo in termini di velocità media.

Nei due paragrafi successivi vengono presentati a titolo di esempio i dettagli nelle due aree di analisi, in particolare per i settori di maggiore attenzione indicate dal Cliente dove il dato SqueeSAR® ALOS – 2 ha messo in luce vari fenomeni di movimento superficiali di possibile interesse anche dove non attesi.

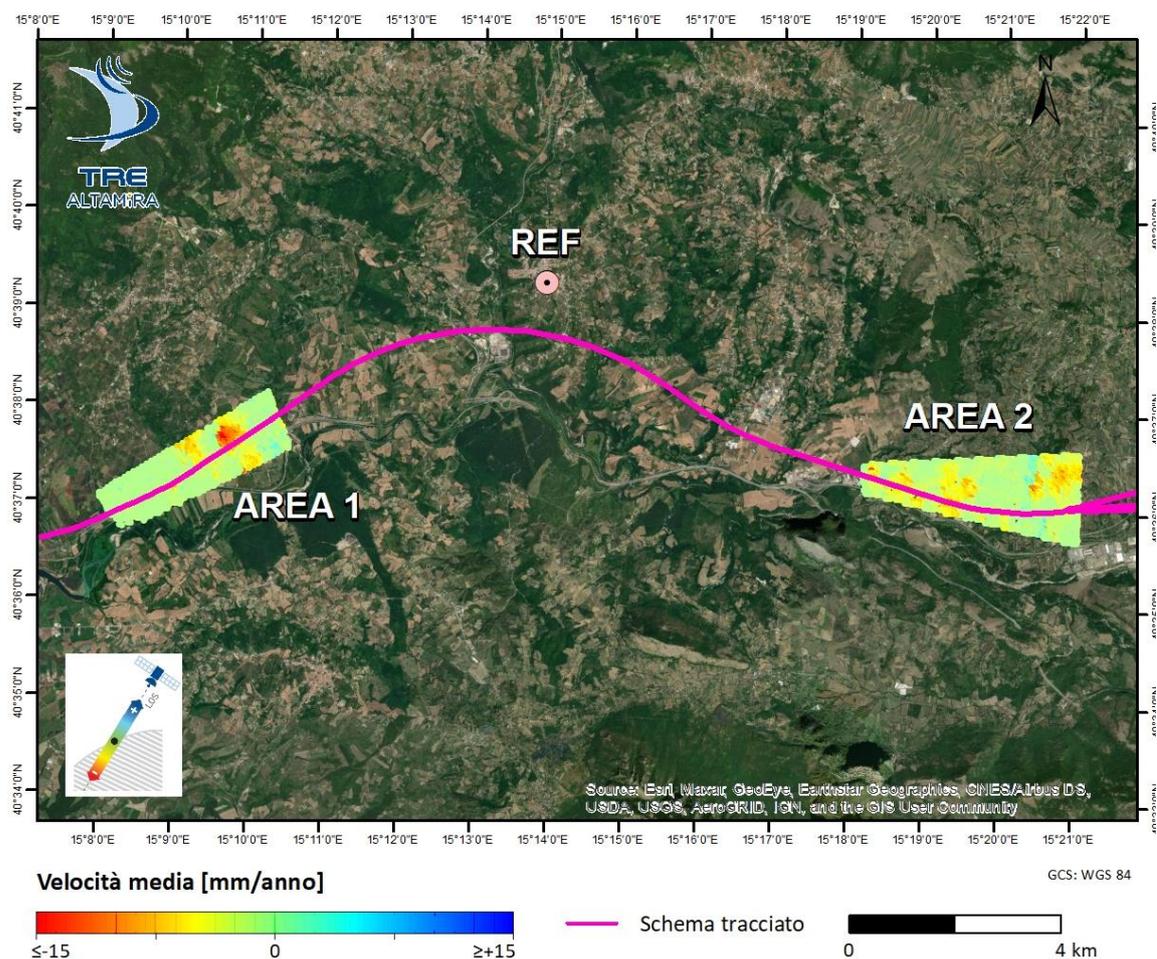


Figura 4: Mappa della velocità media annua di spostamento misurata lungo la LOS discendente

5.1. Dettaglio AREA 1 Oppidi-Serradarce (SA)

La Figura 5 mostra il dettaglio dei risultati sull'AREA 1 indicativamente in corrispondenza degli abitati di Oppidi e Serradarce. L'analisi ha evidenziato la presenza di zone di movimento superficiale (fino a 2cm/anno in allontanamento lungo la linea di vista del satellite) in particolare a Nord-Est dell'AREA 1. A Sud-Ovest invece non si misurano velocità medie rilevanti (le velocità medie si attestano entro ± 1 mm/anno), lungo la linea di vista del satellite, per l'intero arco temporale coperto dall'analisi interferometrica. Nella figura 5 sono altresì riportate le aree potenzialmente instabili (aree d'attenzione) condivise dal Cliente, numerate progressivamente da ovest verso est dalla n°1 alla n° 12. Tali aree sono state individuate dal PAI e tramite rilievi ed ispezioni in sito. Per ogni area si riporta (Figura 6 e Figura 7) una serie storica di spostamento media dei punti compresi nel rettangolo bianco anch'esso presente in Figura 5.

In dettaglio si osserva che:

- Lungo i versanti sottesi dalle aree di attenzione 1, 2 e 3 non si osservano deformazioni superficiali rilevanti lungo la linea di vista del satellite per l'intero arco temporale coperto dall'analisi interferometrica. A conferma di quanto osservato, le serie storiche medie rappresentative dei tre settori, riportate in Figura 6, mostrano velocità medie attorno alla stabilità comprese entro ± 1 mm/anno.
- In corrispondenza dell'area n°4 si osserva, lungo tutto il versante, la presenza di punti di misura spazialmente distribuiti con velocità di deformazione lungo LOS fino a 1 cm/anno in allontanamento dal satellite. La serie storica media rappresentata in Figura 6 mostra una accelerazione della deformazione a partire da Gennaio 2020, durante il 2020 sono stati cumulati quasi 4 cm di spostamento.
- Lungo i versanti sottesi dalle aree di attenzione 5, 6 e 7 non si osservano deformazioni superficiali diffuse, le serie storiche medie rappresentative dei settori, riportate in Figura 6 e Figura 7, mostrano velocità medie attorno a -2 mm/anno.
- Il versante sotteso dalle aree di attenzione 8, 9 e 10 presenta varie porzioni con spostamenti in allontanamento dal satellite in accordo con la geometria del versante, che immerge indicativamente verso Ovest. La porzione al piede del versante, quasi in corrispondenza del tracciato di progetto, mostra velocità di movimento massime fino a 2 cm/anno; la serie storica media del settore (Figura 7) mostra un movimento costante a partire dal Gennaio 2016 con velocità media di 1,5 cm/anno.
- In corrispondenza dell'area n°11 si osserva, prevalentemente al piede/sud del versante, la presenza di punti di misura con velocità di deformazione lungo LOS fino a -1 cm/anno in allontanamento dal satellite. La serie storica media del settore (Figura 7) individua l'inizio dello spostamento nei primi mesi del 2018.
- Il versante in corrispondenza dell'area n°12 non registra riflettori con deformazioni superficiali diffuse. La serie storica media, rappresentativa del settore, mostra velocità medie sotto -2 mm/anno (Figura 7).

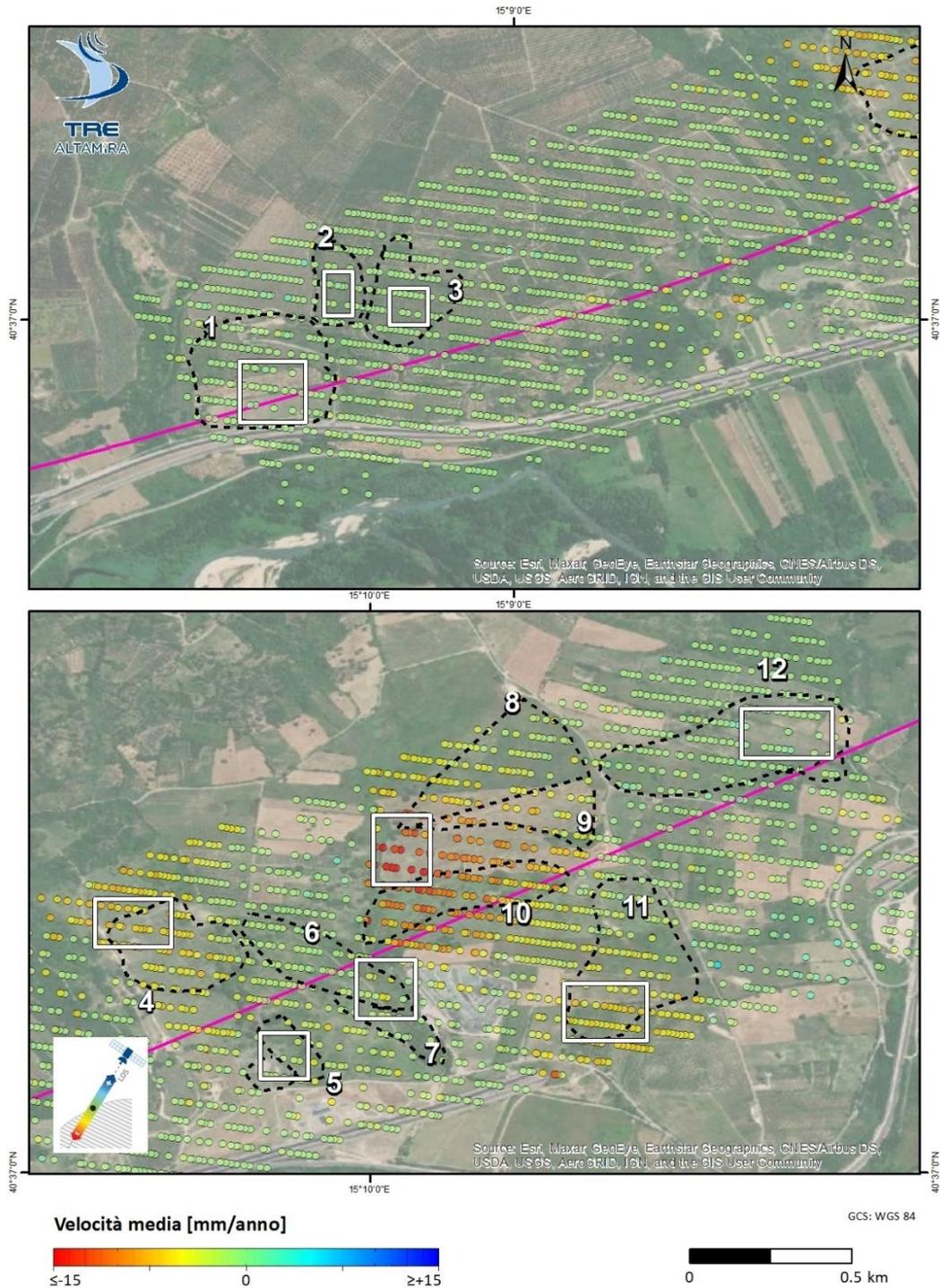


Figura 5: AREA 1 dettaglio della mappa della velocità media annua di spostamento lungo LOS discendente. Le serie storiche di spostamento dei punti racchiusi nei quadrati bianchi sono mostrate in Figura 6 e Figura 7. I poligoni tratteggiati e numerati rappresentano le potenziali aree di deformazione fornite dal cliente.

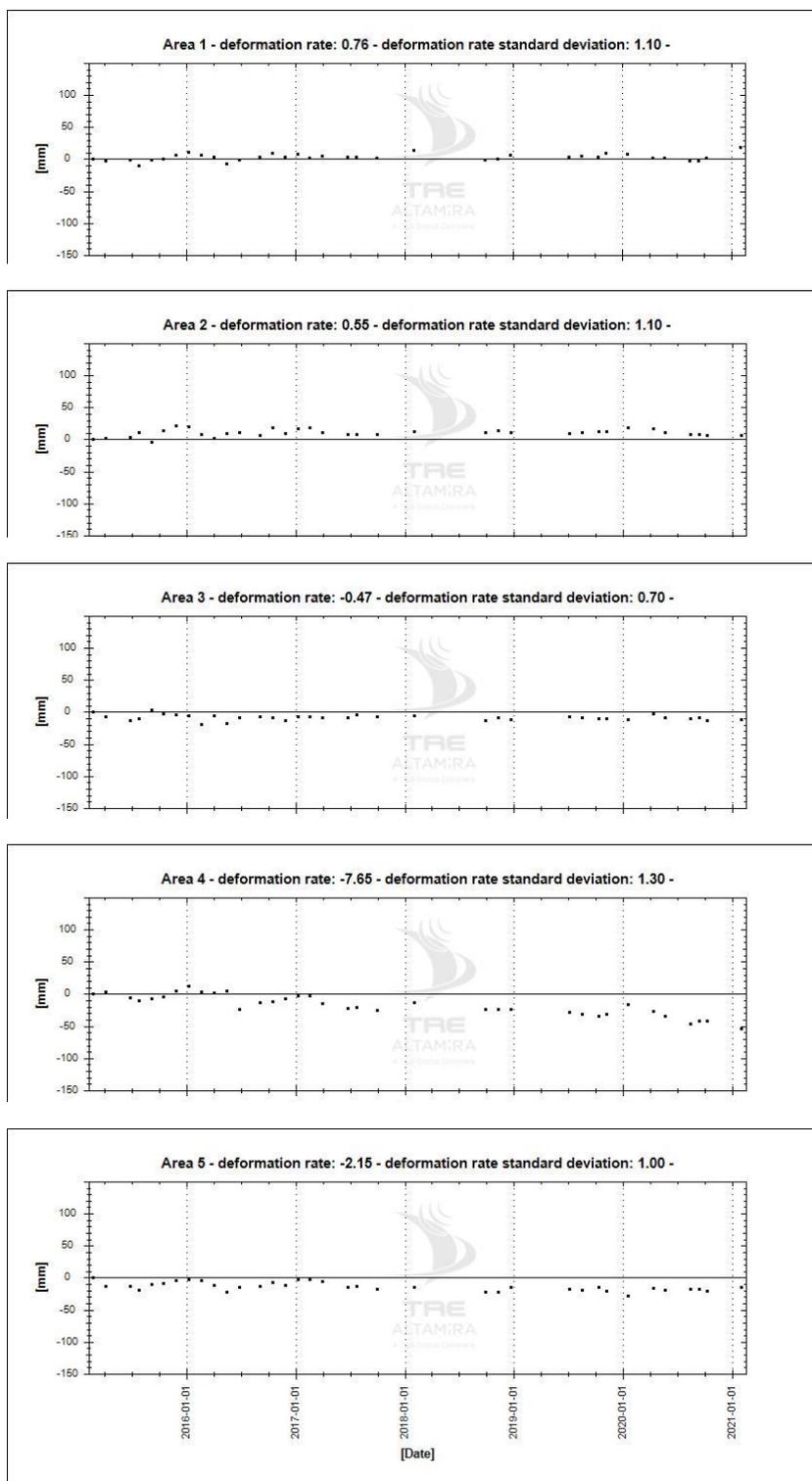


Figura 6: Serie storiche medie di spostamento lungo la componente discendente dei punti evidenziati in Figura 5.

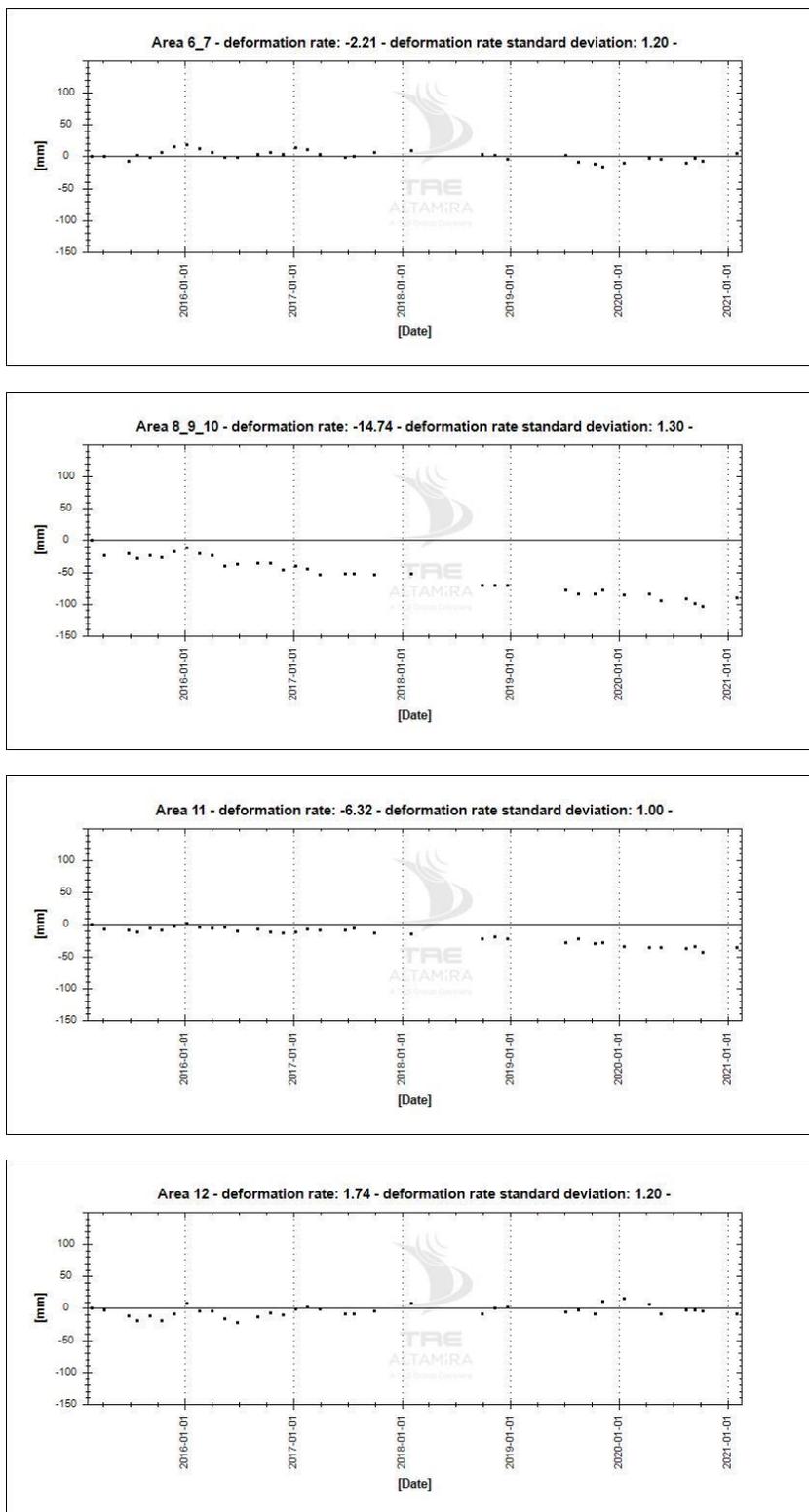


Figura 7: Serie storiche medie di spostamento lungo la componente discendente dei punti evidenziati in Figura 5.

5.2. Dettaglio AREA 2 Buccino Scalo (SA)

La Figura 8 mostra il dettaglio dei risultati sull'AREA 2 indicativamente in corrispondenza di Buccino Scalo. In quest'area, nel periodo in studio, si osservano movimenti superficiali diffusi, anche dove non attesi, con velocità massime comprese tra i -2cm/anno in allontanamento e i 7mm/anno in avvicinamento lungo la linea di vista del satellite. In questo settore le aree potenzialmente instabili condivise dal Cliente sono numerate progressivamente da ovest verso est dalla n°13 alla n° 18. Per ogni area si riporta in Figura 9 e Figura 10 una serie storica di spostamento, rappresentativa, costituita da valori medi dei punti compresi nel rettangolo bianco indicato in Figura 8.

In dettaglio si osserva che:

- Nel settore più a Nord dell'area n°13 si osserva la presenza di punti di misura spazialmente distribuiti con velocità di deformazione lungo LOS fino a -1 cm/anno. La serie storica media del settore (Figura 9) mostra un movimento costante durante tutto l'arco di tempo indagato dall'analisi interferometrica pari a -7 mm/anno.
- Lungo il versante in corrispondenza dell'area n°14 si osserva stabilità; tuttavia, il versante attiguo presenta movimenti superficiali diffusi. Due serie storiche medie (14_A e 14_B Figura 9), rappresentative di due porzioni dello stesso versante, evidenziano che il movimento è iniziato nel 2018 con velocità media attorno a - 8 mm/anno.
- L'ampio versante sotteso dall'area n°15 presenta punti con movimento in avvicinamento al satellite prevalentemente nella porzione più a Nord dello stesso. La serie storica media di tale settore mostra una deformazione costante di circa 5 mm/anno.
- Il versante sotteso dall'area n°16, come il precedente, presenta punti con movimento prevalentemente nella porzione più a Nord. Le serie storiche medie di due settori a quote distinte dello stesso versante (16_A e 16_B Figura 9) mostrano un andamento deformativo tra loro simile: il movimento appare avere inizio tra il 2016 e il 2017 con velocità attorno ad -1 cm/anno. La velocità massima rilevata lungo LOS è attorno a -2 cm/anno.
- Lungo le porzioni di versante sottese dalle aree di attenzione 17 e 18 non si osservano deformazioni superficiali diffuse. La serie storica media rappresentativa del settore 18 mostra stabilità, mentre quella del settore 17 mostra una deformazione media di circa -3,5 mm/anno.

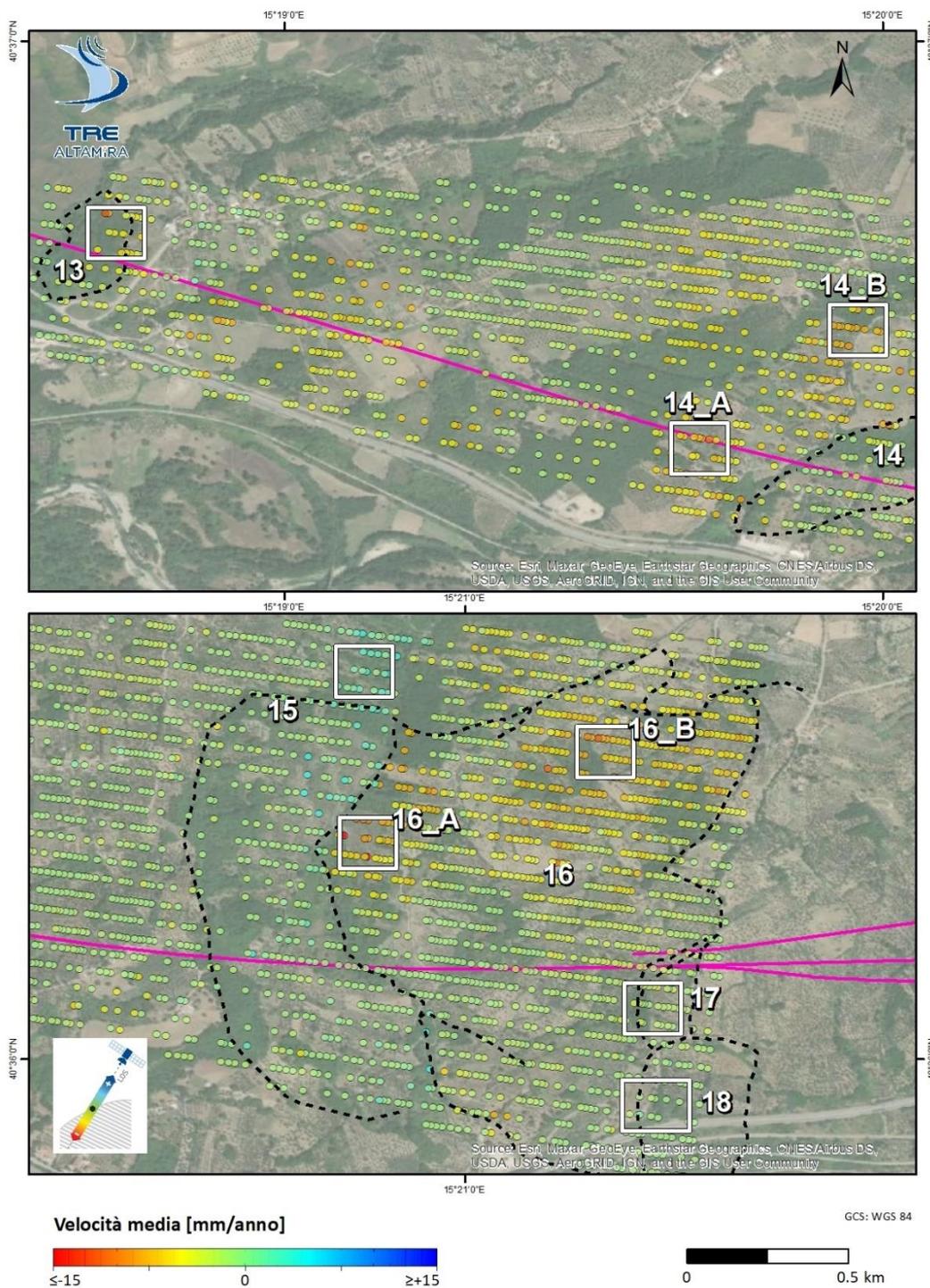


Figura 8: AREA 2 dettaglio della mappa della velocità media annua di spostamento lungo LOS discendente. Le serie storiche di spostamento dei punti racchiusi nei quadrati bianchi sono mostrate in Figura 9 e Figura 10. I poligoni tratteggiati e numerati rappresentano le potenziali aree di deformazione fornite dal cliente.

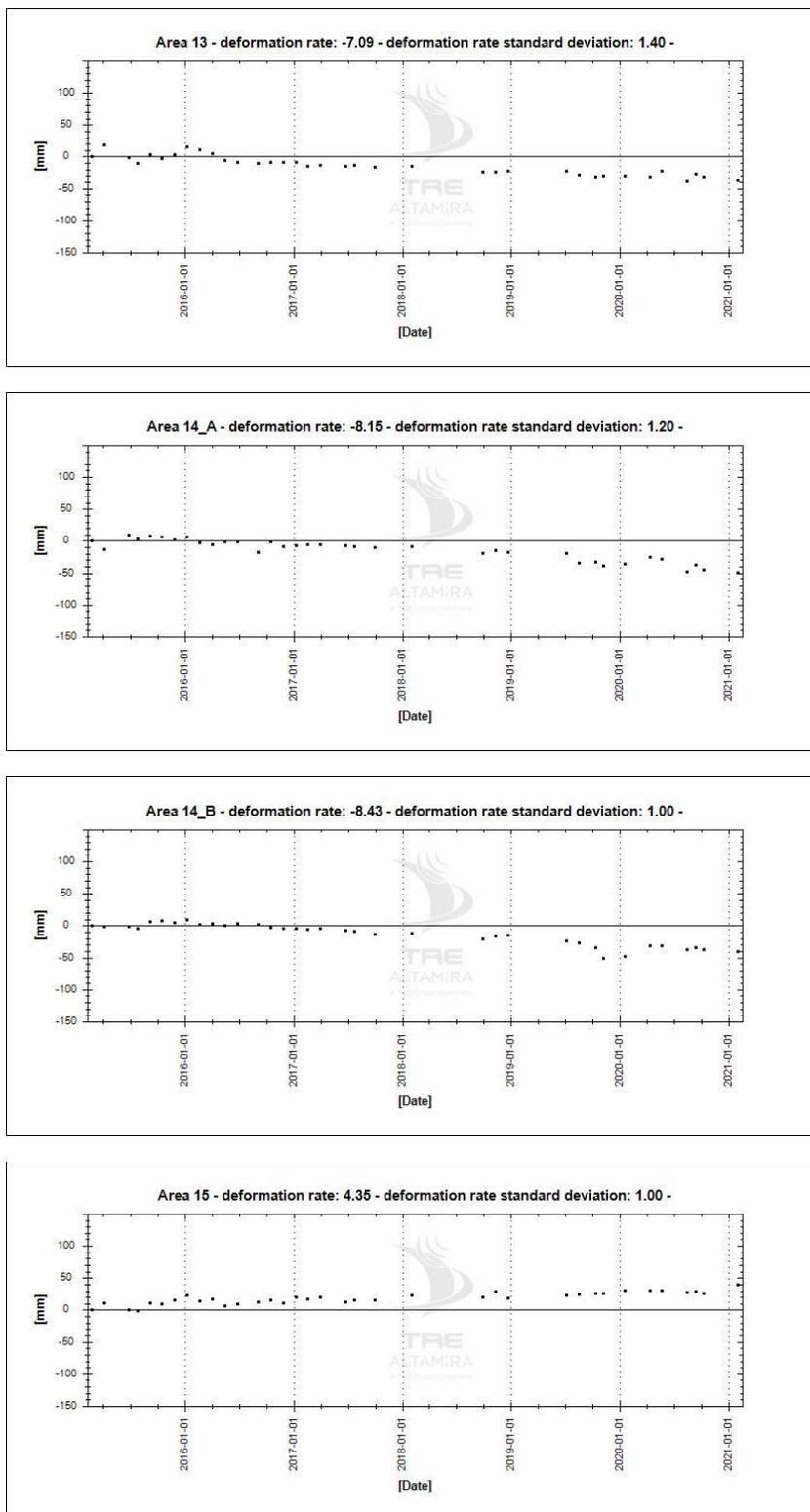


Figura 9: Serie storiche medie di spostamento lungo la componente ascendente dei punti evidenziati in Figura 8.

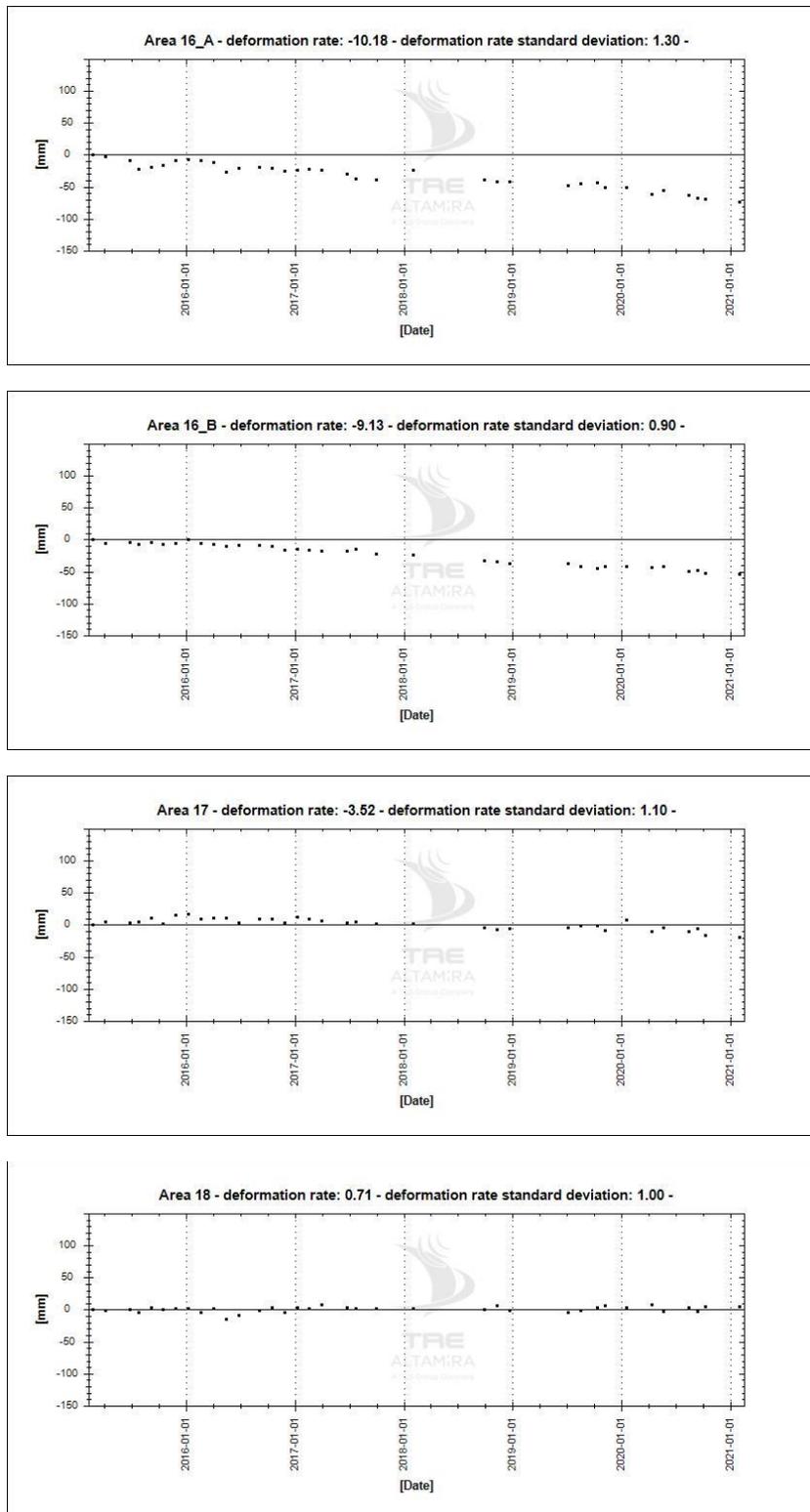


Figura 10: Serie storiche medie di spostamento lungo la componente discendente dei punti evidenziati in Figura 8.

6. Dati consegnati

Insieme alla presente Relazione Tecnica, sono consegnati i seguenti dati:

- I risultati delle analisi SqueeSAR® in formato shapefile, per ognuno dei dataset elaborati. I dati sono consegnati in coordinate nel sistema di riferimento CGS_WGS84. La Tabella 4 elenca tutte le informazioni fornite per ogni punto di misura individuato: velocità media, quota, serie storiche (grafici tempo-spostamento) ed i parametri di qualità delle misure ottenute.
- Un Rapporto di Elaborazione ed un file in formato .xml per ogni dataset elaborato, contenenti tutti i metadati tecnici relativi all'analisi SqueeSAR® condotta, alle immagini utilizzate ed ai versori di LOS (*Line Of Sight*, direzione di vista del satellite).

La lista completa dei dati consegnati è presentata in Tabella 5. I dati sono consultabili e scaricabili dal portale geografico (WebGIS) di TRE ALTAMIRA (<https://tremaps5.tre-altamira.com>), accessibile via web previa autenticazione (le credenziali sono state fornite via email).

Campo	Descrizione
CODE	Codice identificativo del punto di misura (MP)
HEIGHT	Quota del punto [m] calcolata rispetto all'ellissoide di riferimento WGS84
H_STDEV	Deviazione standard del parametro quota [m]
VEL	Velocità media annua di spostamento [mm/anno] misurata lungo la linea di vista del sistema (LOS). Valori positivi indicano avvicinamento al satellite, valori negativi indicano allontanamento dal satellite
V_STDEV	Deviazione standard del parametro velocità media annua [mm/anno]
COHERENCE	Indice di qualità, compreso tra zero (min) e 1 (max), funzione di quanto il modello di spostamento scelto si adatta alla serie storica di spostamento di un MP
EFF_AREA	Parametro che indica la tipologia del punto di misura (0 = PS, > 0 = DS); nel caso dei DS questo campo indica l'estensione dell'area associata a ciascun DS [m ²].
Daaammgg	Serie di colonne contenenti i valori di spostamento cumulato (lungo LOS) per ogni successiva acquisizione. La data dell'acquisizione è espressa in aaammgg. I valori di spostamento sono espressi in [mm].

Tabella 4: Campi contenuti nel database associato ai dati in singola geometria

Analisi	Nome file
	ITALFER_ALS2_T90_D_JAN2021.shp
ALOS 2 Discendente	ITALFER_ALS2_T90_D_JAN2021.xml
	ITALFER_ALS2_T90_D_JAN2021.pdf
	TRE_ALTAMIRA_RelazioneTecnica_AV_SA_RC_v2.pdf
Relazione Tecnica	

Tabella 5: Dati Consegnati

7. Conclusioni

L'analisi SqueeSAR® ha fornito informazioni quantitative sugli spostamenti superficiali occorsi tra Febbraio 2015 e Gennaio 2021 utili alla fase progettuale della linea ferroviaria ad Alta Velocità, Salerno – Reggio Calabria all'altezza di Romagnano (SA).

I risultati hanno fornito un'ottima copertura del territorio considerando l'alta presenza di aree coltivate e vegetate con densità di distribuzione di punti di misura (MP) di oltre 800 MP/km².

In generale sono state fornite informazioni di dettaglio su tutte le aree di interesse progettuale segnalate dal Cliente. In particolare, i risultati individuano vari fenomeni di deformazione superficiale con tassi di spostamento massimo compreso entro i -2 cm/anno.

Si sottolinea infine che i sensori in banda L, sebbene possano favorire l'individuazione di bersagli radar in aree vegetate, risultano comunque meno sensibili ai movimenti estremamente lenti.

Allegati

Tavola 1 – Elaborazione ALOS discendente AREA 1: velocità media annua

Tavola 2 – Elaborazione ALOS discendente AREA 2: velocità media annua

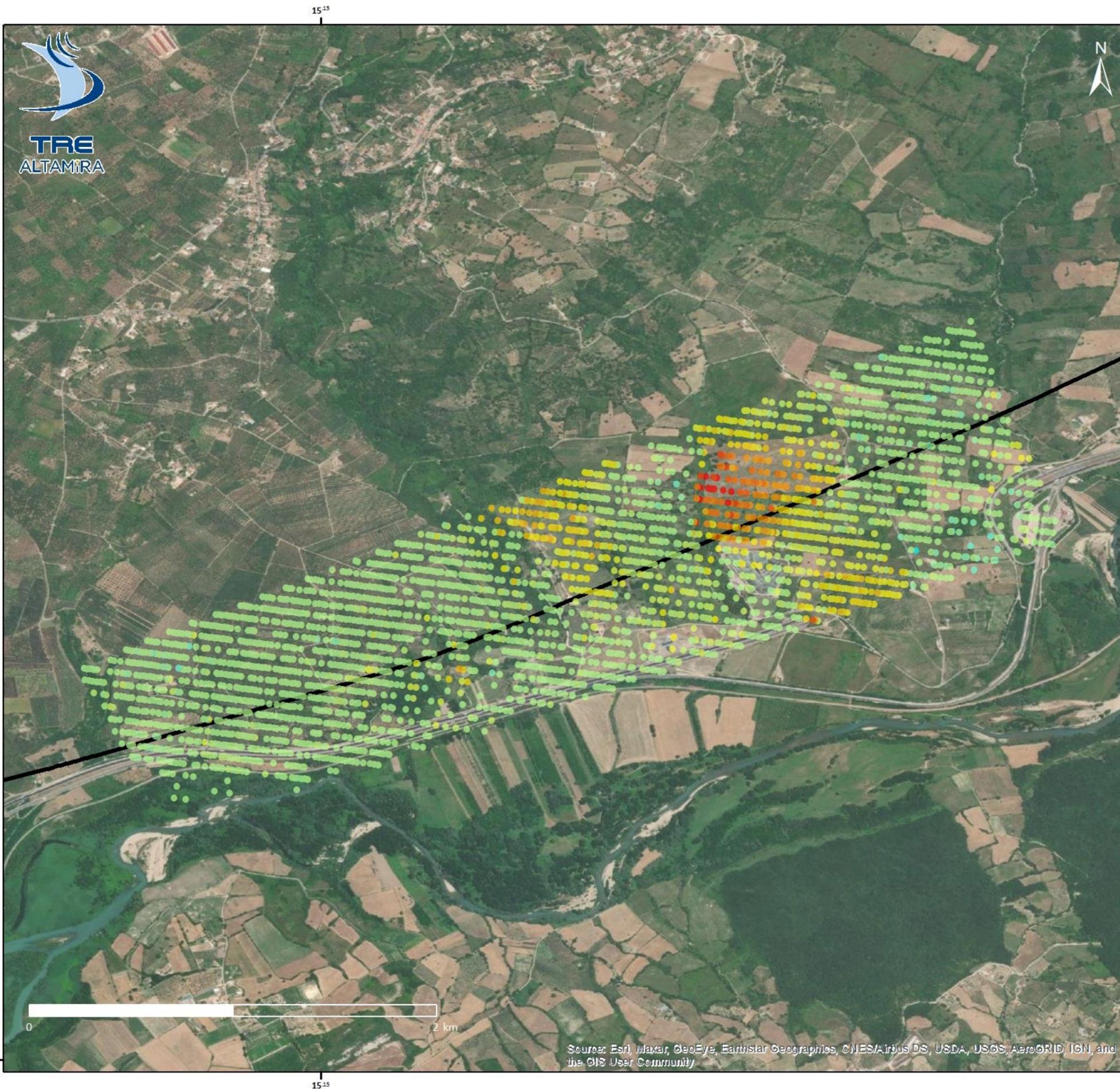


TAVOLA 1

ALOS-2

Velocità LOS DISCENDENTE

AREA 1

SITO

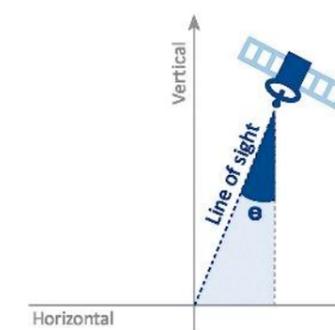
AV tratta Romagnano-Praia (SA)

DATI ELABORAZIONE

Satellite	ALOS 2
Geometry	Descending
Track	90
Number of images	36
Time period	22/02/2015 – 31/01/2021

GEOMETRIA SATELLITE

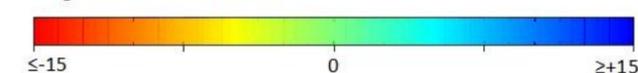
$\theta = 41^\circ$

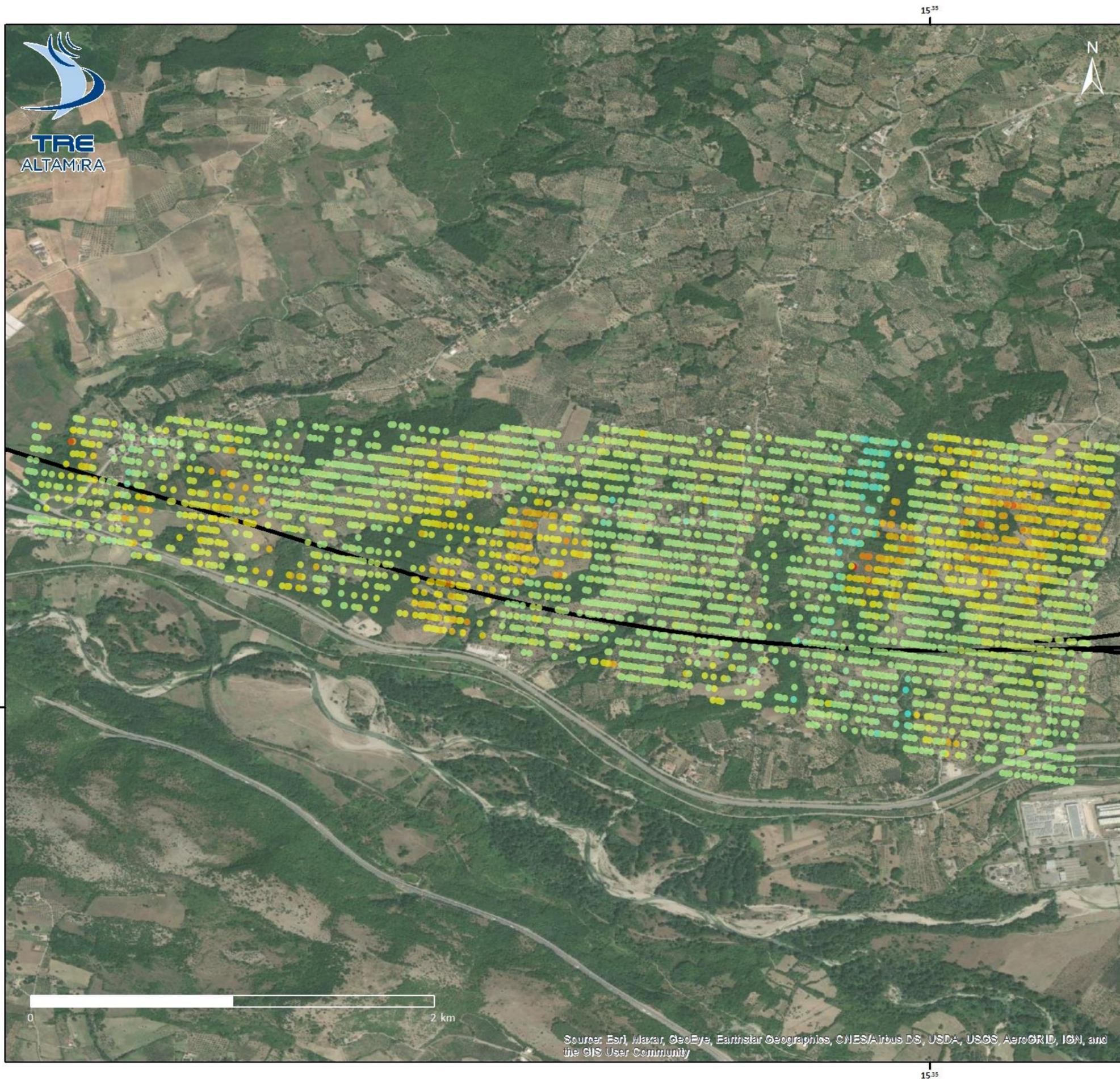


LEGENDA

— Tracciato di progetto

Velocità media [mm/anno]
lungo la linea di vista del satellite





Analisi SqueeSAR®

TAVOLA 1
ALOS-2
Velocità LOS DISCENDENTE
AREA 2

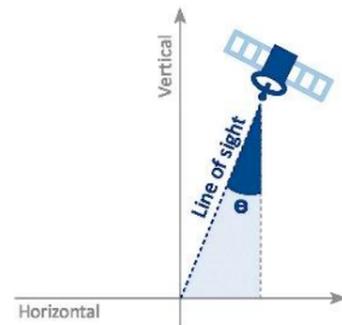
SITO
 AV tratta Romagnano-Praia (SA)

DATI ELABORAZIONE

Satellite	ALOS 2
Geometry	Descending
Track	90
Number of images	36
Time period	22/02/2015 – 31/01/2021

GEOMETRIA SATELLITE

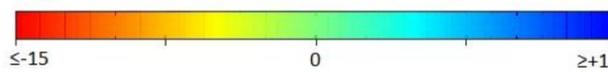
$\theta = 41^\circ$

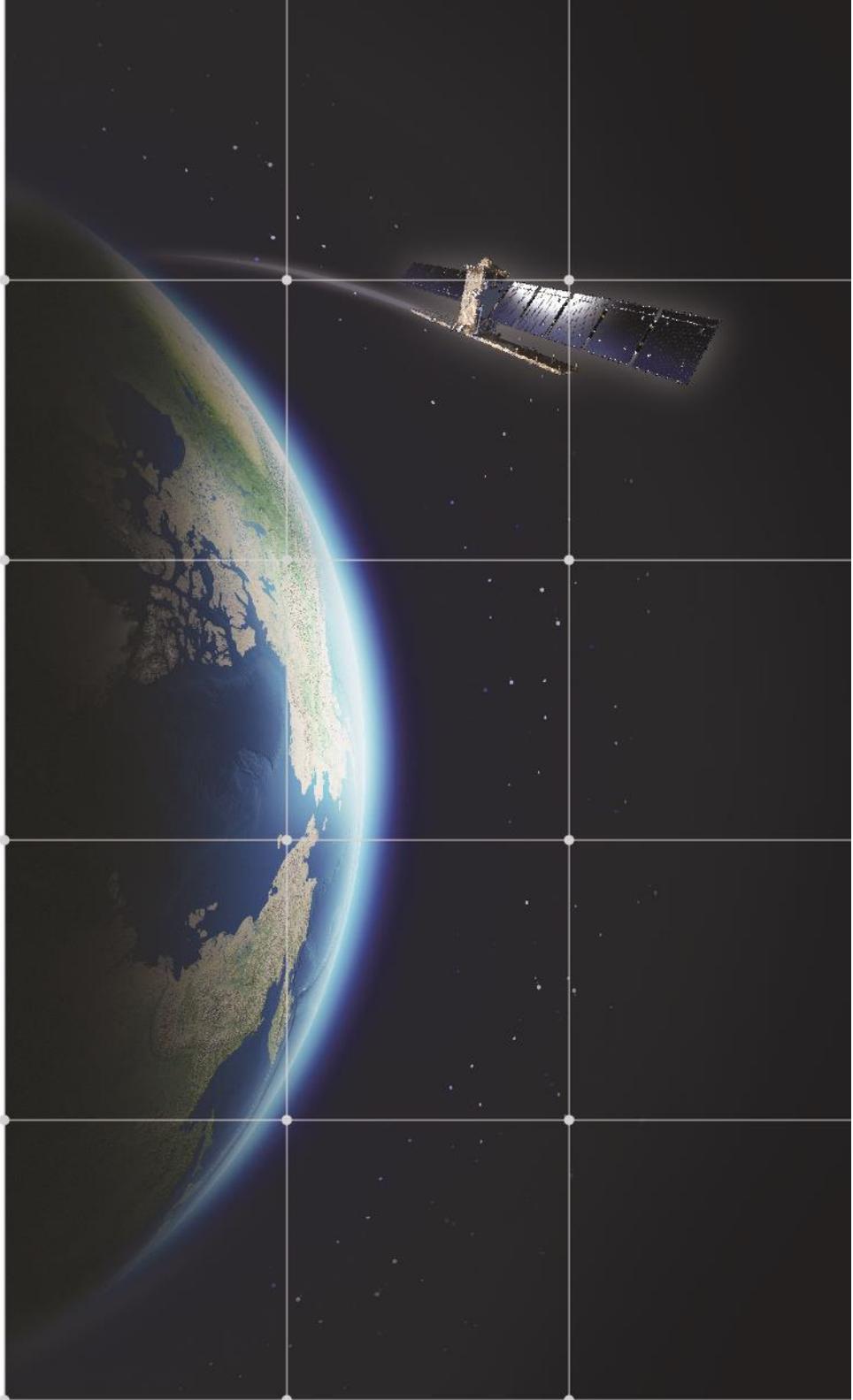


LEGENDA

— Tracciato di progetto

Velocità media [mm/anno]
 lungo la linea di vista del satellite





TRE
ALTAMIRA
A CLS Group Company



MILAN

Ripa di Porta Ticinese, 79
20143 Milano - Italy
Tel. +39.02.4343.121
Fax +39.02.4343.1230

tre-altamira.com

BARCELONA

C/ Corsega, 381-387
E-08037 Barcelona Spain
Tel.: +34 93 183 57 50
Fax: +34 93 183 57 59

VANCOUVER

410 - 475 West Georgia Street
Vancouver, BC V6B 4M9 - Canada
Tel. +1.604.331.2512
Fax +1.604.331.2513