

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

GEOLOGIA

ANALISI E MONITORAGGIO CON INTERFEROMETRIA SAR SATELLITARE

AMBITO GENERALE DI LINEA

Relazione tecnico-illustrativa

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Dott. Geol. F. Pennino

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

I
F
2
8
0
1
E
Z
Z
R
H
G
E
0
6
0
5
0
0
1
B
-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	V. Minardi	21/02/2020	B. Spigarelli	21/02/2020	M. Gatti	21/02/2020	Ing. G. Cassani
B	Revisione per istruttoria	V. Minardi	10/06/2020	B. Spigarelli	10/06/2020	M. Gatti	10/06/2020	
								10/06/2020

File: IF2801EZZRHGE0605001B.docx

n. Elab.: -

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GE0605 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">2 di 3</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	GE0605 001	B	2 di 3
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	GE0605 001	B	2 di 3													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico-illustrativa</b>																		

## Indice

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DEI CONTENUTI .....</b>	<b>3</b>
----------	--	----------

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GE0605 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">3 di 3</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	GE0605 001	B	3 di 3
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	GE0605 001	B	3 di 3													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione tecnico-illustrativa</b>																		

## 1 DESCRIZIONE DEI CONTENUTI

Nell'ambito della stesura del Progetto Esecutivo del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara (itinerario Napoli – Bari), il presente elaborato contiene l'esito del monitoraggio con Interferometria satellitare SAR nell'ambito degli approfondimenti eseguiti lungo il tracciato di linea.

La documentazione è così distinta:

- Allegato 1 – Relazione tecnico descrittiva monitoraggio – Report periodico n°1
- Allegato 2 – Relazione tecnico descrittiva monitoraggio – Report periodico n°2

**Consorzio HIRPINIA AV**  
**Via dei Lucchesi 26**  
**Roma**

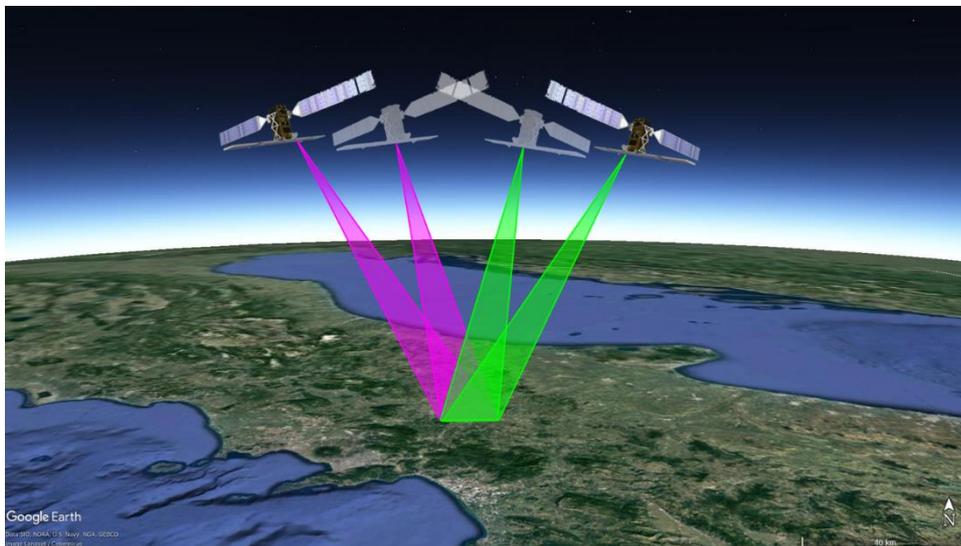
**c.a. Ing. Fabrizio Carriero**  
**Ing. Paolo De Luca**

## **OGGETTO**

**Servizio relativo a indagini e monitoraggio da effettuarsi nell'ambito della progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori della Linea AV Napoli-Bari (Tratta Apice - Orsara, I lotto funzionale Apice – Hirpinia)**

**Analisi storica e monitoraggio con Interferometria SAR Satellitare del tracciato ferroviario I lotto funzionale Apice-Hirpinia**

### ***REPORT DI MONITORAGGIO PERIODICO N°1***



**Data emissione:** 31-01-2020

**N° Prot.:** NZ0801-U\_310120

**Redatto da:** Dott. Stefano Scancella

**Revisionato da:** Dott. Alessandro Brunetti

**NHAZCA S.r.l.**

Capitale sociale: € 40.000  
P.IVA e C.F.: 10711191006  
N. REA. 1250972

Prot. NZ0801-U\_310120

---

## Sommario

1. INTRODUZIONE ALLE ATTIVITÀ .....	3
2. ATTIVITÀ SVOLTE .....	4
2.1. Selezione ed acquisizione dei dati di base .....	4
2.2. Elaborazione dei dati con Interferometria SAR Satellitare.....	8
3. RISULTATI OTTENUTI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	9

*Allegato 1 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – gennaio 2020*

*Allegato 2 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – gennaio 2020. Settori 1-3-4.*

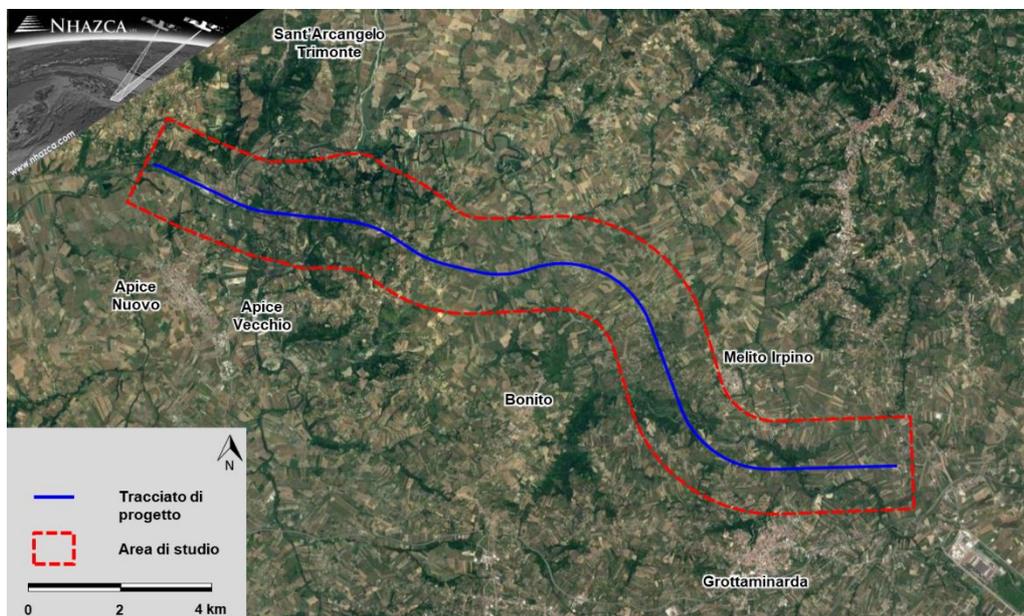
*Allegato 3 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR e degli interferogrammi nel periodo ottobre 2014 – gennaio 2020. Settori 2-5.*

## 1. INTRODUZIONE ALLE ATTIVITÀ

Nell'ambito del Contratto per Servizi in oggetto (Contratto n° 6400026973), NHAZCA S.r.l. ha eseguito il primo monitoraggio periodico con tecnica A-DInSAR e DInSAR (analisi storica rif. Prot. NZ0720-U\_161219), su dati Sentinel-1 d'archivio per la stima degli spostamenti subiti dal terreno e dalle strutture ricadenti all'interno di un'area di circa 40 km<sup>2</sup> nell'intorno del tracciato ferroviario di progetto – Lotto I (Figura 1). Le analisi sono state condotte su un *dataset* in doppia geometria orbitale (ascendente e discendente) acquisito dalla costellazione Sentinel-1 (Agenzia Spaziale Europea), nel periodo compreso tra Ottobre 2014 e Gennaio 2020.

L'obiettivo dell'attività è di fornire informazioni a supporto della redazione degli elaborati progettuali, con particolare riguardo ai processi di instabilità gravitativa.

Per i principi di base delle tecniche adottate e la descrizione dei dati analizzati, si rimanda alla relazione tecnica Prot. NZ0720-U\_161219, già trasmessa alla Committenza.



**Figura 1: Identificazione dell'area di indagine e del tracciato di progetto, su immagine ottica satellitare.**

## 2. ATTIVITÀ SVOLTE

### 2.1. Selezione ed acquisizione dei dati di base

Gli stack di immagini in geometria orbitale ascendente e discendente utilizzati nell'analisi storica, sono stati integrati con un totale di 25 immagini SAR, acquisite dal 05/11/2019 al 16/01/2020 (da Figura 2 a Figura 5), analizzate per l'aggiornamento dei dati.

Per le analisi A-DInSAR e per la georeferenziazione dei risultati è stato utilizzato il DEM SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) con 30 m di risoluzione spaziale.

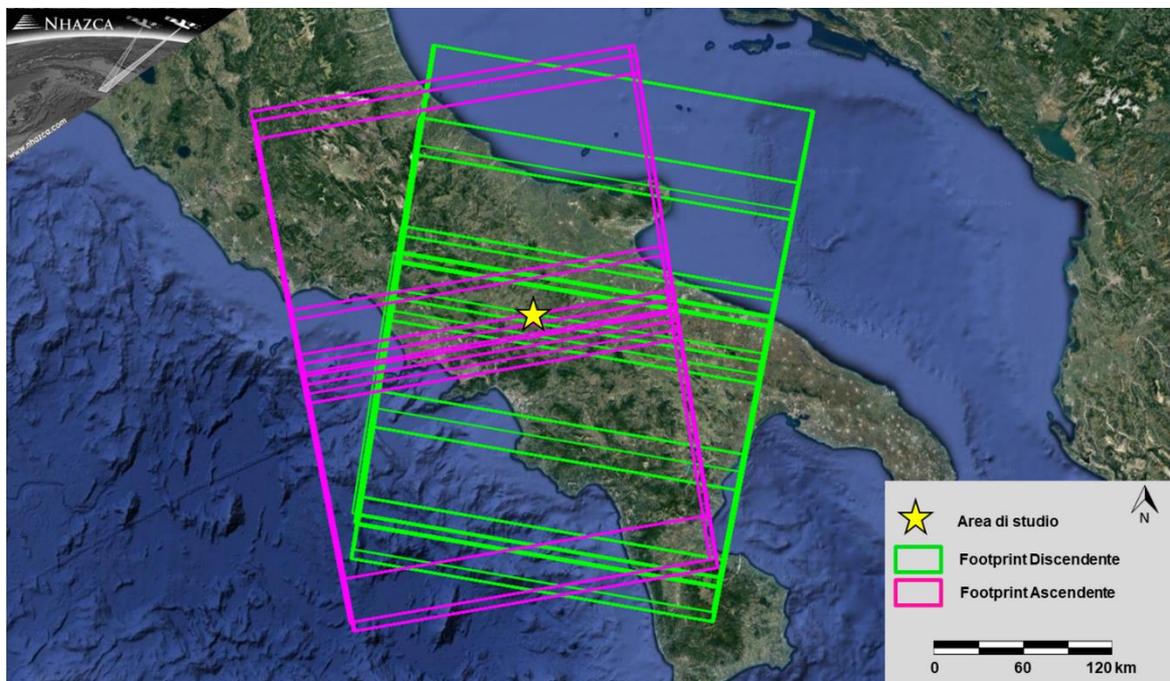
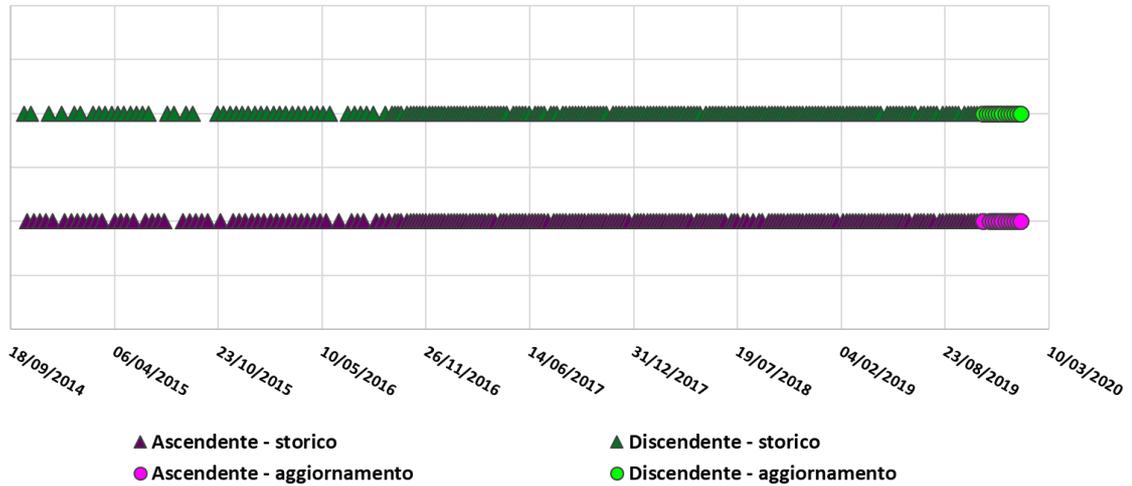


Figura 2: *footprint* delle immagini SAR satellitari integrate agli stack precedentemente elaborati (in geometria orbitale ascendente e discendente) e ubicazione del sito oggetto di studio.

### Sentinel-1



**Figura 3: distribuzione temporale delle immagini SAR satellitari utilizzate per l'analisi A-DInSAR. Si noti l'incremento della frequenza di acquisizione a partire dall'autunno 2016 grazie alla simultanea operatività di Sentinel-1A e Sentinel-1B**

Sentinel-1 Ascendente											
1	20/10/2014	46	29/07/2016	91	12/06/2017	136	21/03/2018	181	21/01/2019	226	05/11/2019
2	01/11/2014	47	22/08/2016	92	18/06/2017	137	27/03/2018	182	27/01/2019	227	17/11/2019
3	13/11/2014	48	03/09/2016	93	24/06/2017	138	02/04/2018	183	08/02/2019	228	23/11/2019
4	25/11/2014	49	15/09/2016	94	30/06/2017	139	08/04/2018	184	14/02/2019	229	29/11/2019
5	07/12/2014	50	27/09/2016	95	06/07/2017	140	14/04/2018	185	20/02/2019	230	05/12/2019
6	31/12/2014	51	03/10/2016	96	12/07/2017	141	20/04/2018	186	26/02/2019	231	11/12/2019
7	12/01/2015	52	09/10/2016	97	18/07/2017	142	02/05/2018	187	04/03/2019	232	17/12/2019
8	24/01/2015	53	21/10/2016	98	30/07/2017	143	08/05/2018	188	10/03/2019	233	23/12/2019
9	05/02/2015	54	27/10/2016	99	05/08/2017	144	14/05/2018	189	16/03/2019	234	29/12/2019
10	17/02/2015	55	02/11/2016	100	11/08/2017	145	20/05/2018	190	22/03/2019	235	04/01/2020
11	01/03/2015	56	08/11/2016	101	17/08/2017	146	26/05/2018	191	28/03/2019	236	10/01/2020
12	13/03/2015	57	14/11/2016	102	23/08/2017	147	01/06/2018	192	03/04/2019	237	16/01/2020
13	06/04/2015	58	20/11/2016	103	29/08/2017	148	07/06/2018	193	09/04/2019		
14	18/04/2015	59	26/11/2016	104	04/09/2017	149	13/06/2018	194	15/04/2019		
15	30/04/2015	60	02/12/2016	105	10/09/2017	150	19/06/2018	195	21/04/2019		
16	12/05/2015	61	08/12/2016	106	16/09/2017	151	25/06/2018	196	27/04/2019		
17	05/06/2015	62	14/12/2016	107	22/09/2017	152	07/07/2018	197	03/05/2019		
18	17/06/2015	63	20/12/2016	108	28/09/2017	153	13/07/2018	198	09/05/2019		
19	29/06/2015	64	26/12/2016	109	04/10/2017	154	19/07/2018	199	15/05/2019		
20	11/07/2015	65	01/01/2017	110	10/10/2017	155	31/07/2018	200	21/05/2019		
21	16/08/2015	66	07/01/2017	111	16/10/2017	156	06/08/2018	201	27/05/2019		
22	28/08/2015	67	13/01/2017	112	22/10/2017	157	18/08/2018	202	02/06/2019		
23	09/09/2015	68	19/01/2017	113	28/10/2017	158	30/08/2018	203	08/06/2019		
24	21/09/2015	69	25/01/2017	114	03/11/2017	159	05/09/2018	204	14/06/2019		
25	03/10/2015	70	31/01/2017	115	09/11/2017	160	17/09/2018	205	26/06/2019		
26	27/10/2015	71	06/02/2017	116	15/11/2017	161	23/09/2018	206	02/07/2019		
27	20/11/2015	72	12/02/2017	117	21/11/2017	162	29/09/2018	207	08/07/2019		
28	02/12/2015	73	18/02/2017	118	27/11/2017	163	05/10/2018	208	14/07/2019		
29	14/12/2015	74	24/02/2017	119	03/12/2017	164	11/10/2018	209	20/07/2019		
30	26/12/2015	75	02/03/2017	120	09/12/2017	165	17/10/2018	210	26/07/2019		
31	07/01/2016	76	08/03/2017	121	15/12/2017	166	23/10/2018	211	01/08/2019		
32	19/01/2016	77	14/03/2017	122	21/12/2017	167	29/10/2018	212	13/08/2019		
33	31/01/2016	78	20/03/2017	123	02/01/2018	168	04/11/2018	213	19/08/2019		
34	12/02/2016	79	26/03/2017	124	08/01/2018	169	10/11/2018	214	25/08/2019		
35	24/02/2016	80	01/04/2017	125	14/01/2018	170	16/11/2018	215	31/08/2019		
36	07/03/2016	81	07/04/2017	126	20/01/2018	171	22/11/2018	216	06/09/2019		
37	19/03/2016	82	19/04/2017	127	26/01/2018	172	28/11/2018	217	12/09/2019		
38	31/03/2016	83	25/04/2017	128	01/02/2018	173	04/12/2018	218	18/09/2019		
39	12/04/2016	84	01/05/2017	129	07/02/2018	174	10/12/2018	219	24/09/2019		
40	24/04/2016	85	07/05/2017	130	13/02/2018	175	16/12/2018	220	30/09/2019		
41	06/05/2016	86	13/05/2017	131	19/02/2018	176	22/12/2018	221	06/10/2019		
42	18/05/2016	87	19/05/2017	132	25/02/2018	177	28/12/2018	222	12/10/2019		
43	11/06/2016	88	25/05/2017	133	03/03/2018	178	03/01/2019	223	18/10/2019		
44	05/07/2016	89	31/05/2017	134	09/03/2018	179	09/01/2019	224	24/10/2019		
45	17/07/2016	90	06/06/2017	135	15/03/2018	180	15/01/2019	225	30/10/2019		

Figura 4: calendario delle acquisizioni delle immagini SAR Sentinel-1 utilizzate per l'analisi A-DInSAR (geometria orbitale ascendente). In viola chiaro sono indicate le immagini utilizzate nel presente aggiornamento periodico.

Sentinel-1 Discendente											
1	14/10/2014	46	21/09/2016	91	06/07/2017	136	20/04/2018	181	21/01/2019	226	11/11/2019
2	26/10/2014	47	27/09/2016	92	12/07/2017	137	26/04/2018	182	27/01/2019	227	17/11/2019
3	01/12/2014	48	03/10/2016	93	24/07/2017	138	02/05/2018	183	02/02/2019	228	23/11/2019
4	25/12/2014	49	09/10/2016	94	30/07/2017	139	08/05/2018	184	08/02/2019	229	29/11/2019
5	18/01/2015	50	21/10/2016	95	05/08/2017	140	20/05/2018	185	14/02/2019	230	05/12/2019
6	30/01/2015	51	27/10/2016	96	17/08/2017	141	26/05/2018	186	20/02/2019	231	11/12/2019
7	23/02/2015	52	02/11/2016	97	23/08/2017	142	01/06/2018	187	26/02/2019	232	17/12/2019
8	07/03/2015	53	08/11/2016	98	29/08/2017	143	07/06/2018	188	04/03/2019	233	23/12/2019
9	19/03/2015	54	14/11/2016	99	04/09/2017	144	13/06/2018	189	10/03/2019	234	29/12/2019
10	31/03/2015	55	20/11/2016	100	10/09/2017	145	19/06/2018	190	16/03/2019	235	04/01/2020
11	12/04/2015	56	26/11/2016	101	16/09/2017	146	25/06/2018	191	22/03/2019	236	10/01/2020
12	24/04/2015	57	02/12/2016	102	22/09/2017	147	01/07/2018	192	28/03/2019	237	16/01/2020
13	06/05/2015	58	08/12/2016	103	28/09/2017	148	07/07/2018	193	03/04/2019		
14	18/05/2015	59	14/12/2016	104	04/10/2017	149	13/07/2018	194	09/04/2019		
15	30/05/2015	60	20/12/2016	105	10/10/2017	150	19/07/2018	195	15/04/2019		
16	11/06/2015	61	26/12/2016	106	16/10/2017	151	25/07/2018	196	21/04/2019		
17	17/07/2015	62	01/01/2017	107	22/10/2017	152	31/07/2018	197	03/05/2019		
18	29/07/2015	63	07/01/2017	108	28/10/2017	153	06/08/2018	198	09/05/2019		
19	22/08/2015	64	13/01/2017	109	03/11/2017	154	12/08/2018	199	15/05/2019		
20	03/09/2015	65	19/01/2017	110	09/11/2017	155	18/08/2018	200	21/05/2019		
21	21/10/2015	66	25/01/2017	111	21/11/2017	156	24/08/2018	201	27/05/2019		
22	02/11/2015	67	31/01/2017	112	27/11/2017	157	30/08/2018	202	02/06/2019		
23	14/11/2015	68	06/02/2017	113	03/12/2017	158	05/09/2018	203	08/06/2019		
24	26/11/2015	69	12/02/2017	114	09/12/2017	159	11/09/2018	204	14/06/2019		
25	08/12/2015	70	18/02/2017	115	15/12/2017	160	17/09/2018	205	20/06/2019		
26	20/12/2015	71	24/02/2017	116	21/12/2017	161	23/09/2018	206	26/06/2019		
27	01/01/2016	72	02/03/2017	117	27/12/2017	162	29/09/2018	207	08/07/2019		
28	13/01/2016	73	08/03/2017	118	02/01/2018	163	05/10/2018	208	14/07/2019		
29	25/01/2016	74	14/03/2017	119	08/01/2018	164	11/10/2018	209	20/07/2019		
30	06/02/2016	75	20/03/2017	120	14/01/2018	165	17/10/2018	210	26/07/2019		
31	18/02/2016	76	26/03/2017	121	20/01/2018	166	23/10/2018	211	01/08/2019		
32	01/03/2016	77	01/04/2017	122	26/01/2018	167	29/10/2018	212	07/08/2019		
33	13/03/2016	78	07/04/2017	123	01/02/2018	168	04/11/2018	213	19/08/2019		
34	25/03/2016	79	13/04/2017	124	07/02/2018	169	10/11/2018	214	25/08/2019		
35	06/04/2016	80	19/04/2017	125	13/02/2018	170	16/11/2018	215	31/08/2019		
36	18/04/2016	81	25/04/2017	126	19/02/2018	171	22/11/2018	216	06/09/2019		
37	30/04/2016	82	01/05/2017	127	25/02/2018	172	28/11/2018	217	12/09/2019		
38	12/05/2016	83	13/05/2017	128	03/03/2018	173	04/12/2018	218	18/09/2019		
39	24/05/2016	84	19/05/2017	129	09/03/2018	174	10/12/2018	219	30/09/2019		
40	29/06/2016	85	25/05/2017	130	15/03/2018	175	16/12/2018	220	06/10/2019		
41	11/07/2016	86	31/05/2017	131	21/03/2018	176	22/12/2018	221	12/10/2019		
42	23/07/2016	87	06/06/2017	132	27/03/2018	177	28/12/2018	222	18/10/2019		
43	04/08/2016	88	12/06/2017	133	02/04/2018	178	03/01/2019	223	24/10/2019		
44	16/08/2016	89	24/06/2017	134	08/04/2018	179	09/01/2019	224	30/10/2019		
45	09/09/2016	90	30/06/2017	135	14/04/2018	180	15/01/2019	225	05/11/2019		

Figura 5: calendario delle acquisizioni delle immagini SAR Sentinel-1 utilizzate per l'analisi A-DInSAR (geometria orbitale discendente). In verde chiaro sono riportate le immagini utilizzate nel presente aggiornamento periodico.

---

## 2.2. Elaborazione dei dati con Interferometria SAR Satellitare

I due *stack* di immagini Sentinel-1, ascendente e discendente, sono stati analizzati separatamente attraverso un *workflow* che prevede l'elaborazione mediante metodologie DInSAR, A-DInSAR e procedure proprietarie a cui si aggiungono attività di validazione e post-elaborazione dei risultati, utili a fornire una lettura interpretativa dei dati.

Tale analisi consente sia l'individuazione di eventuali fenomeni di deformazione estesi, sia (in funzione della risoluzione delle immagini SAR utilizzate) l'individuazione di oggetti a terra coinvolti in processi deformativi localizzati. Inoltre, poiché grazie alle metodologie A-DInSAR è possibile ottenere serie temporali di spostamento con elevata accuratezza, è possibile estrarre informazioni sull'evoluzione temporale dei processi deformativi anche per porzioni di territorio estese.

Le analisi per ciascun *dataset* sono state eseguite alla scala dell'intera area di indagine (circa 40 km<sup>2</sup>, Figura 1), attraverso l'identificazione di un punto di riferimento esterno a quest'ultima. Al fine di ottimizzare l'affidabilità dei risultati, tale punto di riferimento, è stato comunque localizzato a una distanza ridotta (circa 6 km) rispetto all'area di indagine (localizzazione approssimativa [GCS WGS 84]: lat. 41,057°; lon. 14,990° per la geometria orbitale ascendente; lat. 41,032°; lon. 15,133° per la geometria orbitale discendente).

---

### 3. RISULTATI OTTENUTI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti dall'analisi A-DInSAR sono riportati in Figura 6 e Figura 7 attraverso mappe che mostrano le velocità medie annue dei punti di misura (PM) nell'intero periodo di indagine. Si rimanda inoltre alle schede tecniche in allegato per una visualizzazione dei maggior dettaglio dei dati.

L'analisi A-DInSAR eseguita ha consentito di ottenere una buona distribuzione spaziale dei PM lungo l'intero tracciato di progetto, sia in geometria ascendente che discendente, così da consentire un'osservazione ridondante degli eventuali processi deformativi che lo caratterizzano.

Nello specifico, sono stati identificati oltre 27.000 PM (complessivamente per le due geometrie orbitali) nell'intera area di indagine. I PM corrispondono ad elementi naturali e antropici presenti nell'area, caratterizzati da un'elevata stabilità alla riflessione delle onde radar nel tempo. Una maggiore densità di PM si rileva, di conseguenza, nei centri abitati, mentre la densità risulta inferiore nelle aree vegetate e coltivate, laddove si registrano intense variazioni nel tempo dei segnali SAR inviati e registrati dai sensori satellitari. La densità media dei PM è di circa 750 PM/km<sup>2</sup> complessivamente per le due geometrie orbitali.

Dall'analisi delle mappe dei PM (sia in geometria orbitale ascendente che discendente) si evince chiaramente come, in alcuni settori, si rilevino spostamenti apprezzabili in accordo con i risultati ottenuti nella precedente analisi storica. In particolare, tra le aree più interessate da tali evidenze (per entità di spostamento, quantità di punti di misura e ridondanza di informazione), si osserva quella in prossimità della progressiva 7+250 a 7+650, con spostamenti di entità massima lungo la linea di vista strumentale di circa 20 mm/anno.

Inoltre, i punti di misura ubicati in prossimità o in corrispondenza tracciato ferroviario di progetto hanno fatto rilevare spostamenti apprezzabili alla progressiva 11+950 a 12+350; alla progressiva 9+200 a 9+700 e alla progressiva 3+900 a 4+900.

Si rilevano, inoltre, punti di misura più o meno isolati con velocità eccedenti l'errore strumentale (pari a circa  $\pm 1.5$  mm/anno) in altri settori dell'area di studio.

Sulla porzione di versante monitorata mediante Interferometria SAR Terrestre (cfr. prot. NZ0719-U\_161219 trasmesso alla Committenza), sono stati installati n.10 corner reflector

---

satellitari (cfr. prot. NZ0718-U\_131219) in data 11-13 Dicembre 2019; in Figura 8 si riportano le mappe di ampiezza media delle immagini SAR acquisite nella geometria orbitale ascendente e discendente a partire dalla data di installazione dei corner in corrispondenza di tale settore.

La progettazione e l'installazione di una rete di tali target artificiali permetterà di aumentare la copertura spaziale dei PM, al fine di ottenere informazioni sugli spostamenti, a partire dalla data di installazione, con elevata precisione e di caratterizzare una porzione più ampia del versante. A causa dell'intervallo di tempo troppo breve decorso dalla data di installazione rispetto all'ultima immagine utilizzata nel presente report, per i suddetti corner non si dispone ancora ad oggi di sufficienti dati per fornire informazioni affidabili. Si rimanda, pertanto, al prossimo report di monitoraggio periodico per maggiori dettagli su tale area.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dall'analisi interferometrica differenziale DInSAR, per il periodo compreso tra Novembre 2019 e Gennaio 2020, sono stati esaminati circa 30 interferogrammi (complessivamente tra la geometria orbitale ascendente che discendente). Di questi, sono stati selezionati solo quelli che hanno mostrato una sufficiente coerenza interferometrica e che mostrano indizi di deformazione superficiale, nell'arco temporale compreso tra le varie coppie di acquisizioni, per i quali si rimanda alle schede tecniche in allegato.

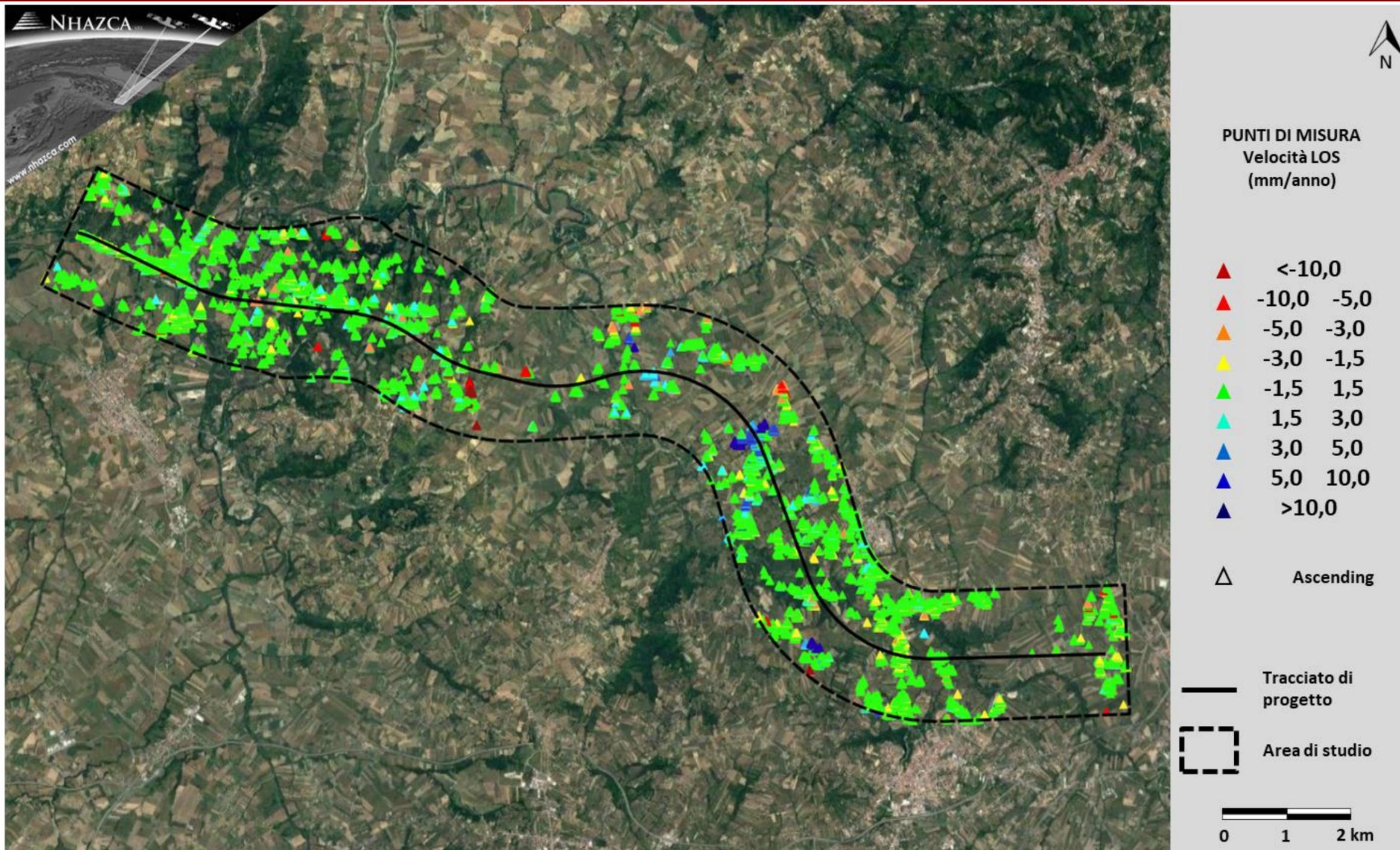


Figura 6: velocità dei punti di misura ottenute da analisi A-DInSAR nell'area di indagine – Stack ascendente.

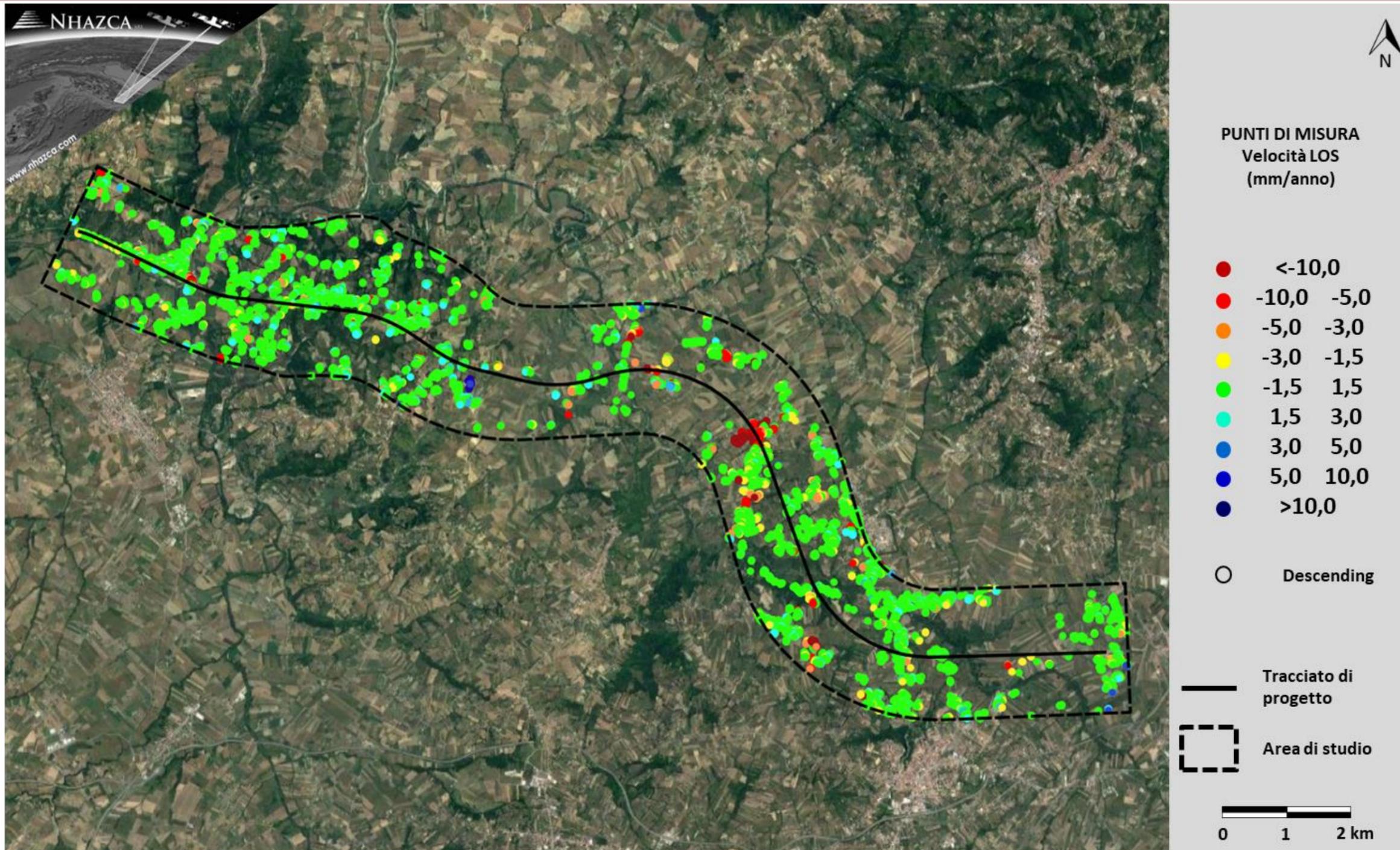
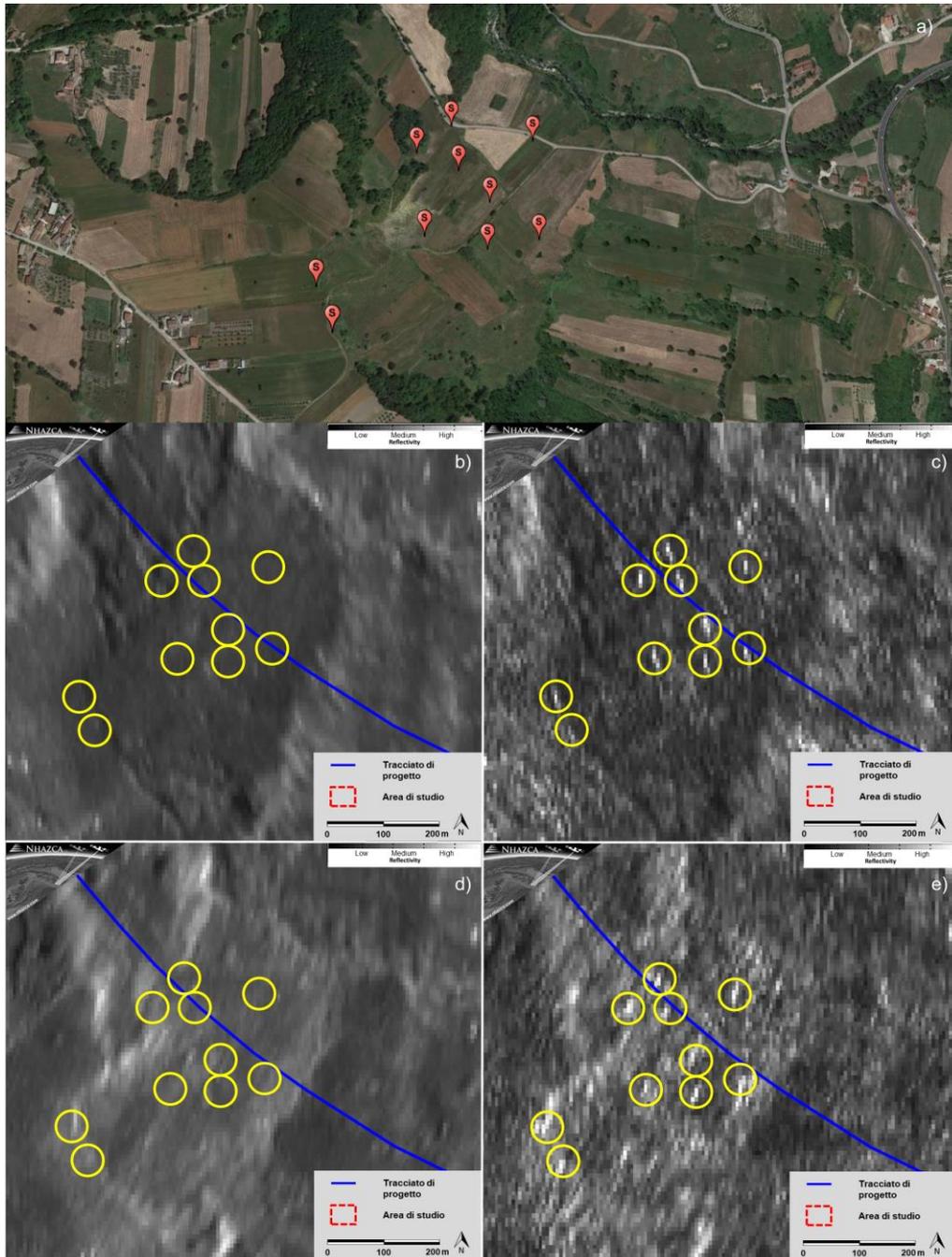


Figura 7: velocità dei punti di misura ottenute da analisi A-DInSAR nell'area di indagine – Stack discendente.



**Figura 8:** In a) ubicazione dei corner reflector installati in corrispondenza della frana di Grottaminarda; In b) e d) mappe di riflettività rispettivamente in geometria ascendente e discendente nel periodo antecedente l'installazione dei corner; In c) ed e) mappe di riflettività rispettivamente in geometria ascendente e discendente successivamente all'installazione dei corner.

**Consorzio HIRPINIA AV**  
**Via dei Lucchesi 26**  
**Roma**

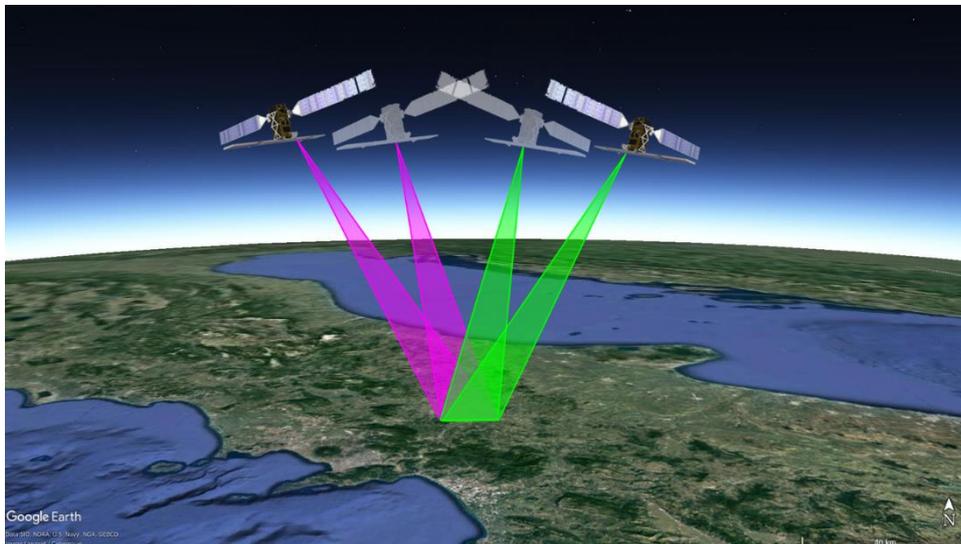
**c.a. Ing. Fabrizio Carriero**  
**Ing. Paolo De Luca**

## OGGETTO

**Servizio relativo a indagini e monitoraggio da effettuarsi nell'ambito della progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori della Linea AV Napoli-Bari (Tratta Apice - Orsara, I lotto funzionale Apice – Hirpinia)**

**Analisi storica e monitoraggio con Interferometria SAR Satellitare del tracciato ferroviario I lotto funzionale Apice-Hirpinia**

### **REPORT DI MONITORAGGIO PERIODICO N°2**



**Data emissione:** 22-04-2020

**N° Prot.:** NZ0997-U\_220420

**Redatto da:** Dott. Stefano Scancella

**Revisionato da:** Dott. Alessandro Brunetti

**NHAZCA S.r.l.**

Capitale sociale: € 40.000  
P.IVA e C.F.: 10711191006  
N. REA. 1250972

Prot. NZ0997-U\_220420

---

## Sommario

1. INTRODUZIONE ALLE ATTIVITÀ.....	3
2. ATTIVITÀ SVOLTE .....	4
2.1. Selezione ed acquisizione dei dati di base .....	4
2.2. Elaborazione dei dati con Interferometria SAR Satellitare .....	8
3. RISULTATI OTTENUTI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	9

*Allegato 1 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – marzo 2020.*

*Allegato 2 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – marzo 2020 e degli interferogrammi con anomalie interferometriche. Settore 1.*

*Allegato 3 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – marzo 2020 e degli interferogrammi con anomalie interferometriche. Settore 2*

*Allegato 4 – Carta della velocità dei punti di misura ricavati da analisi A-DInSAR nel periodo ottobre 2014 – marzo 2020. Settori 3-4*

*Allegato 5 – Carta della distribuzione dei corner reflectors e relative serie temporali di spostamento ricavate da analisi A-DInSAR (Periodo dicembre 2019 – aprile 2020).*

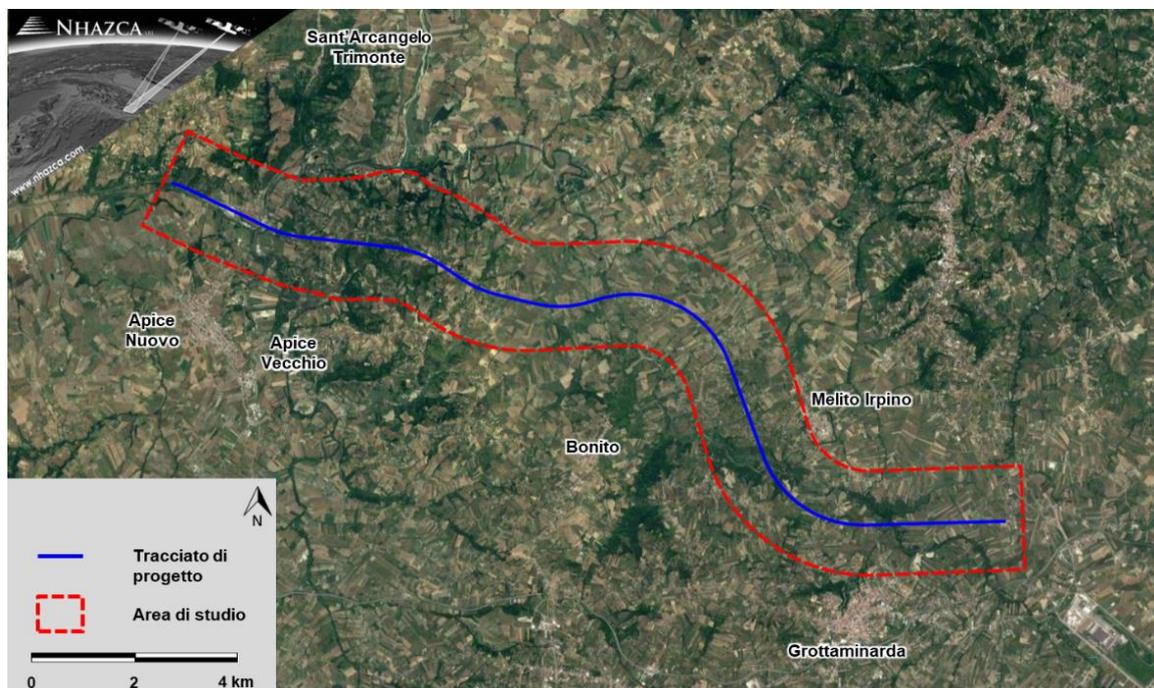
## 1. INTRODUZIONE ALLE ATTIVITÀ

Nell'ambito del Contratto per Servizi in oggetto (Contratto n° 6400026973), NHAZCA S.r.l. ha eseguito il secondo aggiornamento periodico dei dati di monitoraggio con tecnica A-DInSAR e DInSAR, attraverso l'elaborazione di nuovi dati acquisiti nel periodo di riferimento del presente report, per la stima degli spostamenti subiti dal terreno e dalle strutture ricadenti all'interno di un'area di circa 40 km<sup>2</sup>, nell'intorno del tracciato ferroviario di progetto – Lotto I Apice-Hirpinia (Figura 1).

Le analisi sono state condotte su un *dataset* in doppia geometria orbitale (ascendente e discendente) acquisito dalla costellazione Sentinel-1 (Agenzia Spaziale Europea), nel periodo compreso tra Ottobre 2014 e Aprile 2020.

L'obiettivo dell'attività è di fornire informazioni a supporto della redazione degli elaborati progettuali, con particolare riguardo ai processi di instabilità gravitativa.

Per i principi di base delle tecniche adottate e la descrizione dei dati analizzati, si rimanda alla relazione tecnica Prot. NZ0720-U\_161219, già trasmessa alla Committenza.



**Figura 1: Identificazione dell'area di indagine e del tracciato di progetto, su immagine ottica satellitare.**

## 2. ATTIVITÀ SVOLTE

### 2.1. Selezione ed acquisizione dei dati di base

Gli stack di immagini in geometria orbitale ascendente e discendente utilizzati nell'analisi storica, sono stati integrati con un totale di 26 immagini SAR, acquisite dal 22/01/2020 al 09/04/2020 (da Figura 2 a Figura 5), analizzate per l'aggiornamento dei dati.

Per le analisi A-DInSAR e per la georeferenziazione dei risultati è stato utilizzato il DEM SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) con 30 m di risoluzione spaziale.

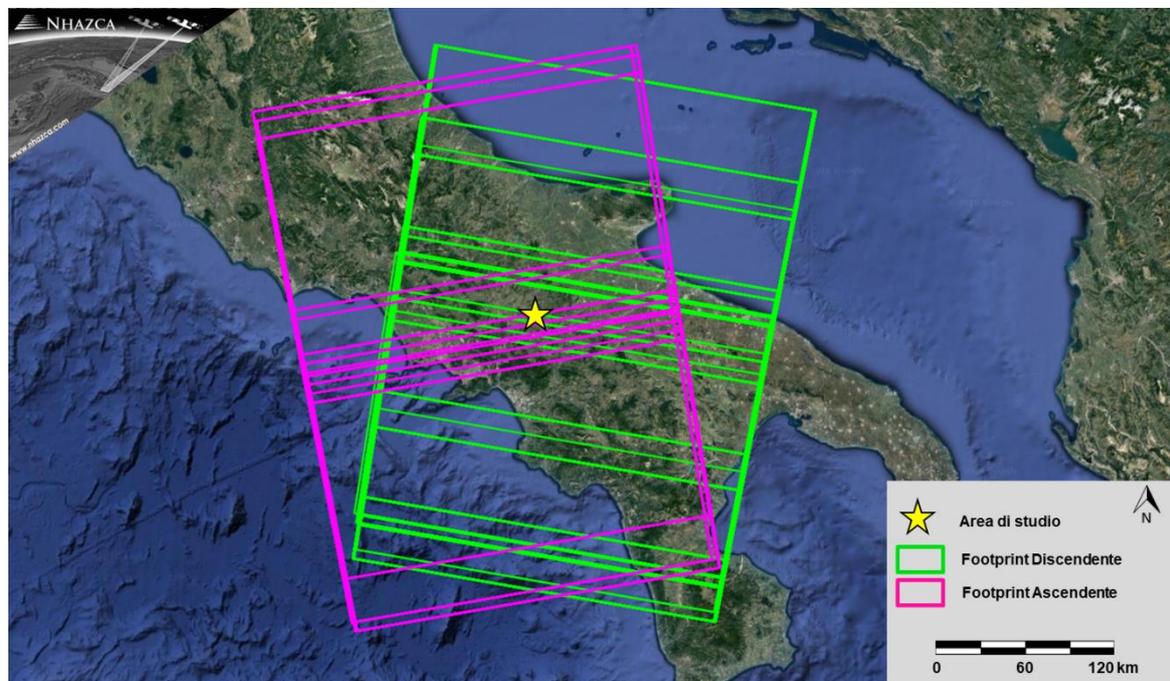
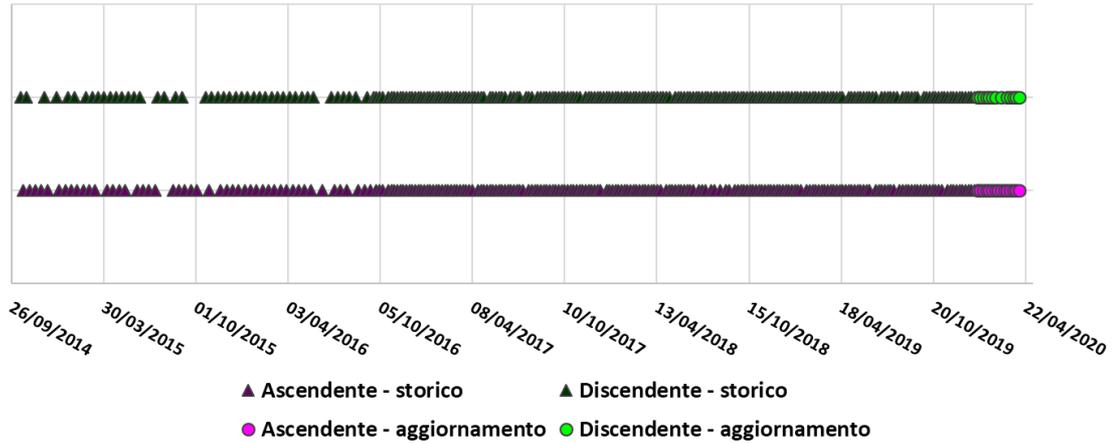


Figura 2: *footprint* delle immagini SAR satellitari integrate agli stack precedentemente elaborati (in geometria orbitale ascendente e discendente) e ubicazione del sito oggetto di studio.

### Sentinel-1



**Figura 3: distribuzione temporale delle immagini SAR satellitari utilizzate per l'analisi A-DInSAR. Si noti l'incremento della frequenza di acquisizione a partire dall'autunno 2016 grazie alla simultanea operatività di Sentinel-1A e Sentinel-1B**

Sentinel-1 Ascendente											
1	20/10/2014	46	29/07/2016	91	12/06/2017	136	21/03/2018	181	21/01/2019	226	05/11/2019
2	01/11/2014	47	22/08/2016	92	18/06/2017	137	27/03/2018	182	27/01/2019	227	17/11/2019
3	13/11/2014	48	03/09/2016	93	24/06/2017	138	02/04/2018	183	08/02/2019	228	23/11/2019
4	25/11/2014	49	15/09/2016	94	30/06/2017	139	08/04/2018	184	14/02/2019	229	29/11/2019
5	07/12/2014	50	27/09/2016	95	06/07/2017	140	14/04/2018	185	20/02/2019	230	05/12/2019
6	31/12/2014	51	03/10/2016	96	12/07/2017	141	20/04/2018	186	26/02/2019	231	11/12/2019
7	12/01/2015	52	09/10/2016	97	18/07/2017	142	02/05/2018	187	04/03/2019	232	17/12/2019
8	24/01/2015	53	21/10/2016	98	30/07/2017	143	08/05/2018	188	10/03/2019	233	23/12/2019
9	05/02/2015	54	27/10/2016	99	05/08/2017	144	14/05/2018	189	16/03/2019	234	29/12/2019
10	17/02/2015	55	02/11/2016	100	11/08/2017	145	20/05/2018	190	22/03/2019	235	04/01/2020
11	01/03/2015	56	08/11/2016	101	17/08/2017	146	26/05/2018	191	28/03/2019	236	10/01/2020
12	13/03/2015	57	14/11/2016	102	23/08/2017	147	01/06/2018	192	03/04/2019	237	16/01/2020
13	06/04/2015	58	20/11/2016	103	29/08/2017	148	07/06/2018	193	09/04/2019	238	22/01/2020
14	18/04/2015	59	26/11/2016	104	04/09/2017	149	13/06/2018	194	15/04/2019	239	28/01/2020
15	30/04/2015	60	02/12/2016	105	10/09/2017	150	19/06/2018	195	21/04/2019	240	03/02/2020
16	12/05/2015	61	08/12/2016	106	16/09/2017	151	25/06/2018	196	27/04/2019	241	09/02/2020
17	05/06/2015	62	14/12/2016	107	22/09/2017	152	07/07/2018	197	03/05/2019	242	15/02/2020
18	17/06/2015	63	20/12/2016	108	28/09/2017	153	13/07/2018	198	09/05/2019	243	21/02/2020
19	29/06/2015	64	26/12/2016	109	04/10/2017	154	19/07/2018	199	15/05/2019	244	27/02/2020
20	11/07/2015	65	01/01/2017	110	10/10/2017	155	31/07/2018	200	21/05/2019	245	04/03/2020
21	16/08/2015	66	07/01/2017	111	16/10/2017	156	06/08/2018	201	27/05/2019	246	10/03/2020
22	28/08/2015	67	13/01/2017	112	22/10/2017	157	18/08/2018	202	02/06/2019	247	16/03/2020
23	09/09/2015	68	19/01/2017	113	28/10/2017	158	30/08/2018	203	08/06/2019	248	22/03/2020
24	21/09/2015	69	25/01/2017	114	03/11/2017	159	05/09/2018	204	14/06/2019	249	28/03/2020
25	03/10/2015	70	31/01/2017	115	09/11/2017	160	17/09/2018	205	26/06/2019	250	03/04/2020
26	27/10/2015	71	06/02/2017	116	15/11/2017	161	23/09/2018	206	02/07/2019	251	09/04/2020
27	20/11/2015	72	12/02/2017	117	21/11/2017	162	29/09/2018	207	08/07/2019		
28	02/12/2015	73	18/02/2017	118	27/11/2017	163	05/10/2018	208	14/07/2019		
29	14/12/2015	74	24/02/2017	119	03/12/2017	164	11/10/2018	209	20/07/2019		
30	26/12/2015	75	02/03/2017	120	09/12/2017	165	17/10/2018	210	26/07/2019		
31	07/01/2016	76	08/03/2017	121	15/12/2017	166	23/10/2018	211	01/08/2019		
32	19/01/2016	77	14/03/2017	122	21/12/2017	167	29/10/2018	212	13/08/2019		
33	31/01/2016	78	20/03/2017	123	02/01/2018	168	04/11/2018	213	19/08/2019		
34	12/02/2016	79	26/03/2017	124	08/01/2018	169	10/11/2018	214	25/08/2019		
35	24/02/2016	80	01/04/2017	125	14/01/2018	170	16/11/2018	215	31/08/2019		
36	07/03/2016	81	07/04/2017	126	20/01/2018	171	22/11/2018	216	06/09/2019		
37	19/03/2016	82	19/04/2017	127	26/01/2018	172	28/11/2018	217	12/09/2019		
38	31/03/2016	83	25/04/2017	128	01/02/2018	173	04/12/2018	218	18/09/2019		
39	12/04/2016	84	01/05/2017	129	07/02/2018	174	10/12/2018	219	24/09/2019		
40	24/04/2016	85	07/05/2017	130	13/02/2018	175	16/12/2018	220	30/09/2019		
41	06/05/2016	86	13/05/2017	131	19/02/2018	176	22/12/2018	221	06/10/2019		
42	18/05/2016	87	19/05/2017	132	25/02/2018	177	28/12/2018	222	12/10/2019		
43	11/06/2016	88	25/05/2017	133	03/03/2018	178	03/01/2019	223	18/10/2019		
44	05/07/2016	89	31/05/2017	134	09/03/2018	179	09/01/2019	224	24/10/2019		
45	17/07/2016	90	06/06/2017	135	15/03/2018	180	15/01/2019	225	30/10/2019		

Figura 4: calendario delle acquisizioni delle immagini SAR Sentinel-1 utilizzate per l'analisi A-DInSAR (geometria orbitale ascendente). In viola chiaro sono evidenziate le immagini utilizzate nel presente aggiornamento periodico.

Sentinel-1 Discendente											
1	14/10/2014	46	21/09/2016	91	06/07/2017	136	20/04/2018	181	21/01/2019	226	11/11/2019
2	26/10/2014	47	27/09/2016	92	12/07/2017	137	26/04/2018	182	27/01/2019	227	17/11/2019
3	01/12/2014	48	03/10/2016	93	24/07/2017	138	02/05/2018	183	02/02/2019	228	23/11/2019
4	25/12/2014	49	09/10/2016	94	30/07/2017	139	08/05/2018	184	08/02/2019	229	29/11/2019
5	18/01/2015	50	21/10/2016	95	05/08/2017	140	20/05/2018	185	14/02/2019	230	05/12/2019
6	30/01/2015	51	27/10/2016	96	17/08/2017	141	26/05/2018	186	20/02/2019	231	11/12/2019
7	23/02/2015	52	02/11/2016	97	23/08/2017	142	01/06/2018	187	26/02/2019	232	17/12/2019
8	07/03/2015	53	08/11/2016	98	29/08/2017	143	07/06/2018	188	04/03/2019	233	23/12/2019
9	19/03/2015	54	14/11/2016	99	04/09/2017	144	13/06/2018	189	10/03/2019	234	29/12/2019
10	31/03/2015	55	20/11/2016	100	10/09/2017	145	19/06/2018	190	16/03/2019	235	04/01/2020
11	12/04/2015	56	26/11/2016	101	16/09/2017	146	25/06/2018	191	22/03/2019	236	10/01/2020
12	24/04/2015	57	02/12/2016	102	22/09/2017	147	01/07/2018	192	28/03/2019	237	16/01/2020
13	06/05/2015	58	08/12/2016	103	28/09/2017	148	07/07/2018	193	03/04/2019	238	22/01/2020
14	18/05/2015	59	14/12/2016	104	04/10/2017	149	13/07/2018	194	09/04/2019	239	28/01/2020
15	30/05/2015	60	20/12/2016	105	10/10/2017	150	19/07/2018	195	15/04/2019	240	03/02/2020
16	11/06/2015	61	26/12/2016	106	16/10/2017	151	25/07/2018	196	21/04/2019	241	09/02/2020
17	17/07/2015	62	01/01/2017	107	22/10/2017	152	31/07/2018	197	03/05/2019	242	15/02/2020
18	29/07/2015	63	07/01/2017	108	28/10/2017	153	06/08/2018	198	09/05/2019	243	21/02/2020
19	22/08/2015	64	13/01/2017	109	03/11/2017	154	12/08/2018	199	15/05/2019	244	04/03/2020
20	03/09/2015	65	19/01/2017	110	09/11/2017	155	18/08/2018	200	21/05/2019	245	16/03/2020
21	21/10/2015	66	25/01/2017	111	21/11/2017	156	24/08/2018	201	27/05/2019	246	22/03/2020
22	02/11/2015	67	31/01/2017	112	27/11/2017	157	30/08/2018	202	02/06/2019	247	28/03/2020
23	14/11/2015	68	06/02/2017	113	03/12/2017	158	05/09/2018	203	08/06/2019	248	03/04/2020
24	26/11/2015	69	12/02/2017	114	09/12/2017	159	11/09/2018	204	14/06/2019	249	09/04/2020
25	08/12/2015	70	18/02/2017	115	15/12/2017	160	17/09/2018	205	20/06/2019		
26	20/12/2015	71	24/02/2017	116	21/12/2017	161	23/09/2018	206	26/06/2019		
27	01/01/2016	72	02/03/2017	117	27/12/2017	162	29/09/2018	207	08/07/2019		
28	13/01/2016	73	08/03/2017	118	02/01/2018	163	05/10/2018	208	14/07/2019		
29	25/01/2016	74	14/03/2017	119	08/01/2018	164	11/10/2018	209	20/07/2019		
30	06/02/2016	75	20/03/2017	120	14/01/2018	165	17/10/2018	210	26/07/2019		
31	18/02/2016	76	26/03/2017	121	20/01/2018	166	23/10/2018	211	01/08/2019		
32	01/03/2016	77	01/04/2017	122	26/01/2018	167	29/10/2018	212	07/08/2019		
33	13/03/2016	78	07/04/2017	123	01/02/2018	168	04/11/2018	213	19/08/2019		
34	25/03/2016	79	13/04/2017	124	07/02/2018	169	10/11/2018	214	25/08/2019		
35	06/04/2016	80	19/04/2017	125	13/02/2018	170	16/11/2018	215	31/08/2019		
36	18/04/2016	81	25/04/2017	126	19/02/2018	171	22/11/2018	216	06/09/2019		
37	30/04/2016	82	01/05/2017	127	25/02/2018	172	28/11/2018	217	12/09/2019		
38	12/05/2016	83	13/05/2017	128	03/03/2018	173	04/12/2018	218	18/09/2019		
39	24/05/2016	84	19/05/2017	129	09/03/2018	174	10/12/2018	219	30/09/2019		
40	29/06/2016	85	25/05/2017	130	15/03/2018	175	16/12/2018	220	06/10/2019		
41	11/07/2016	86	31/05/2017	131	21/03/2018	176	22/12/2018	221	12/10/2019		
42	23/07/2016	87	06/06/2017	132	27/03/2018	177	28/12/2018	222	18/10/2019		
43	04/08/2016	88	12/06/2017	133	02/04/2018	178	03/01/2019	223	24/10/2019		
44	16/08/2016	89	24/06/2017	134	08/04/2018	179	09/01/2019	224	30/10/2019		
45	09/09/2016	90	30/06/2017	135	14/04/2018	180	15/01/2019	225	05/11/2019		

Figura 5: calendario delle acquisizioni delle immagini SAR Sentinel-1 utilizzate per l'analisi A-DInSAR (geometria orbitale discendente). In verde chiaro sono evidenziate le immagini utilizzate nel presente aggiornamento periodico.

---

## 2.2. Elaborazione dei dati con Interferometria SAR Satellitare

I due *stack* di immagini Sentinel-1, ascendente e discendente, sono stati analizzati separatamente attraverso un *workflow* che prevede l'elaborazione mediante metodologie DInSAR, A-DInSAR e procedure proprietarie a cui si aggiungono attività di validazione e post-elaborazione dei risultati, utili a fornire una lettura interpretativa dei dati.

Tale analisi consente sia l'individuazione di eventuali fenomeni di deformazione estesi, sia (in funzione della risoluzione delle immagini SAR utilizzate) l'individuazione di oggetti a terra coinvolti in processi deformativi localizzati. Inoltre, poiché grazie alle metodologie A-DInSAR è possibile ottenere serie temporali di spostamento con elevata accuratezza, è possibile estrarre informazioni sull'evoluzione temporale dei processi deformativi anche per porzioni di territorio estese.

Le analisi per ciascun *dataset* sono state eseguite alla scala dell'intera area di indagine (circa 40 km<sup>2</sup>, Figura 1), attraverso l'identificazione di un punto di riferimento esterno a quest'ultima. Al fine di ottimizzare l'affidabilità dei risultati, tale punto di riferimento, è stato comunque localizzato a una distanza ridotta (circa 6 km) rispetto all'area di indagine (localizzazione approssimativa [GCS WGS 84]: lat. 41,057°; lon. 14,990° per la geometria orbitale ascendente; lat. 41,032°; lon. 15,133° per la geometria orbitale discendente).

---

### 3. RISULTATI OTTENUTI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti dall'analisi A-DInSAR sono riportati in Figura 6 e Figura 7 attraverso mappe che mostrano le velocità medie annue dei punti di misura (PM) nell'intero periodo di indagine. Si rimanda alle schede tecniche in allegato per una visualizzazione dei maggior dettaglio dei dati. In particolare, rispetto al precedente report di monitoraggio, è stata adeguata la perimetrazione del Settore I alla luce delle nuove informazioni ottenute nel presente report ed è stato eliminato il Settore V, poiché, dall'analisi degli interferogrammi, non si sono riscontrate recenti evidenze di deformazione superficiale.

L'analisi A-DInSAR eseguita ha consentito di ottenere una buona distribuzione spaziale dei PM lungo l'intero tracciato di progetto, sia in geometria ascendente che discendente, così da consentire un'osservazione ridondante degli eventuali processi deformativi che lo caratterizzano.

Nello specifico, sono stati identificati oltre 27.000 PM (complessivamente per le due geometrie orbitali) nell'intera area di indagine. I PM corrispondono ad elementi naturali e antropici presenti nell'area, caratterizzati da un'elevata stabilità alla riflessione delle onde radar nel tempo. Una maggiore densità di PM si rileva, di conseguenza, nei centri abitati, mentre la densità risulta inferiore nelle aree vegetate e coltivate, laddove si registrano intense variazioni nel tempo dei segnali SAR inviati e registrati dai sensori satellitari. La densità media dei PM è di circa 750 PM/km<sup>2</sup> complessivamente per le due geometrie orbitali.

Dall'analisi delle mappe dei PM (sia in geometria orbitale ascendente che discendente) si evince chiaramente come, in alcuni settori, si rilevino spostamenti apprezzabili in accordo con i risultati ottenuti nella precedente analisi storica. In particolare, tra le aree più interessate da tali evidenze (per entità di spostamento, quantità di punti di misura e ridondanza di informazione), si osserva quella in prossimità della progressiva 7+250 a 7+650, con spostamenti di entità massima lungo la linea di vista strumentale di circa 20 mm/anno.

Inoltre, i punti di misura ubicati in prossimità o in corrispondenza tracciato ferroviario di progetto hanno fatto rilevare spostamenti apprezzabili in prossimità della progressiva 11+950 a 12+350; alla progressiva 9+200 a 9+700 e alla progressiva 3+900 a 4+900.

Si rilevano, inoltre, punti di misura più o meno isolati con velocità eccedenti l'errore strumentale (pari a circa  $\pm 1.5$  mm/anno) in altri settori dell'area di studio.

Per quanto riguarda i corner reflector satellitari (cfr. prot. NZ0718-U\_131219), installati in data 11-13 Dicembre 2019 sulla porzione di versante monitorata mediante Interferometria SAR Terrestre (cfr. prot. NZ0719-U\_161219 trasmesso alla Committenza), si può evincere come, grazie a tali dispositivi, sia stato possibile ottenere PM in grado di restituire informazioni sugli spostamenti con elevata precisione, a partire dalla data di installazione (Figura 8). Dall'analisi delle serie temporali di spostamento dei PM in corrispondenza dei corner reflector (Figura 9 e Figura 10), si evidenzia l'assenza di spostamenti di rilevante entità. Al fine di ottenere informazioni di spostamento più rappresentative (in particolare per l'analisi di trend deformativi di lungo periodo e per la verifica di eventuali effetti stagionali) si suggerisce, tuttavia, di eseguire un ulteriore aggiornamento dei dati interferometrici al termine della prossima stagione autunnale o, comunque, prima dell'inizio della fase di esecuzione lavori.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dall'analisi interferometrica differenziale DInSAR, per il periodo compreso tra Gennaio 2020 e Aprile 2020, sono stati esaminati circa 25 interferogrammi (complessivamente tra la geometria orbitale ascendente che discendente). Di questi, sono stati selezionati solo quelli che hanno mostrato una sufficiente coerenza interferometrica e che mostrano indizi di deformazione superficiale, nell'arco temporale compreso tra le varie coppie di acquisizioni, per i quali si rimanda alle schede tecniche in allegato.

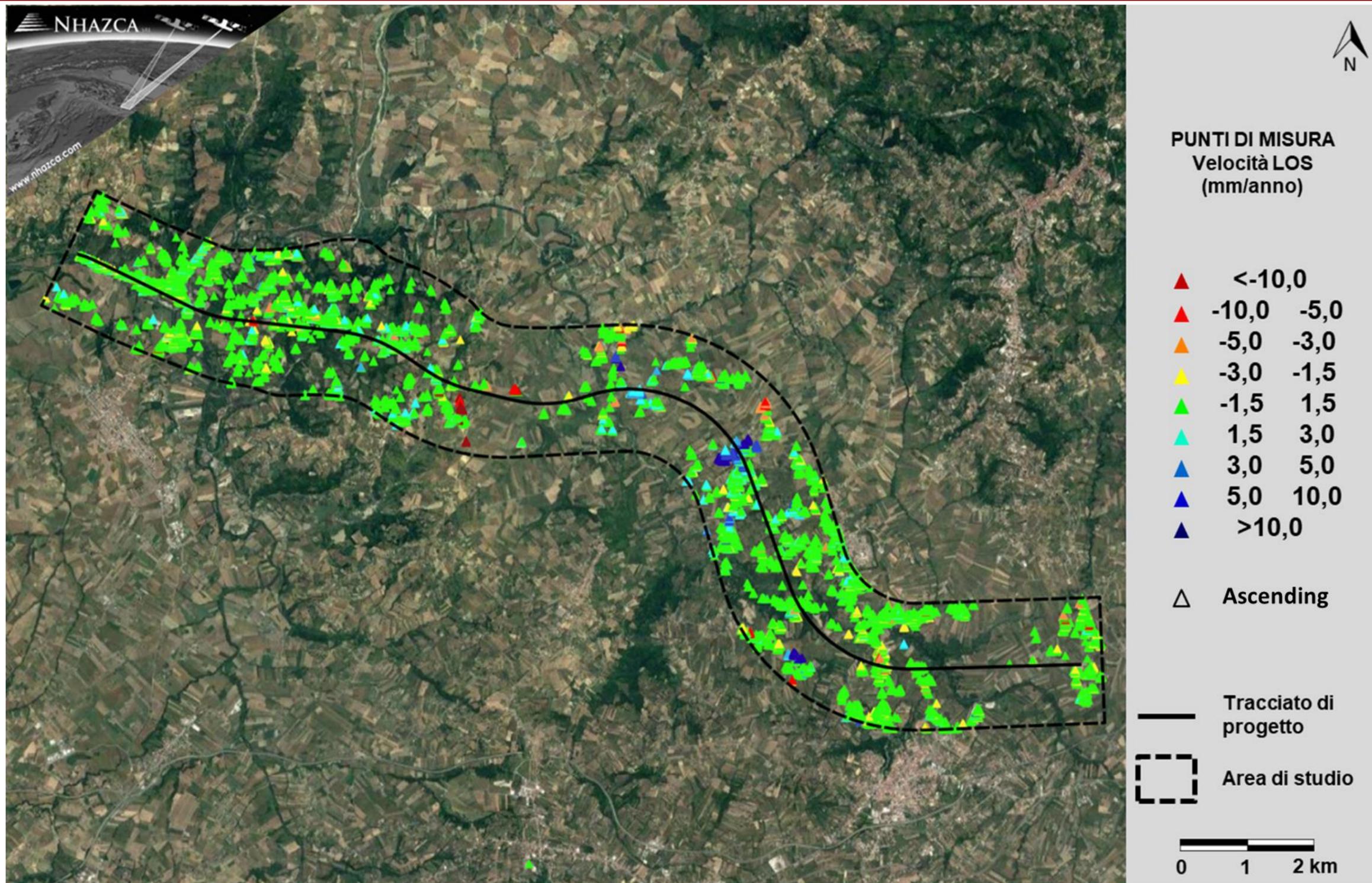


Figura 6: velocità dei punti di misura ottenute da analisi A-DInSAR nell'area di indagine – Stack ascendente (20/10/2014-04/03/2020).

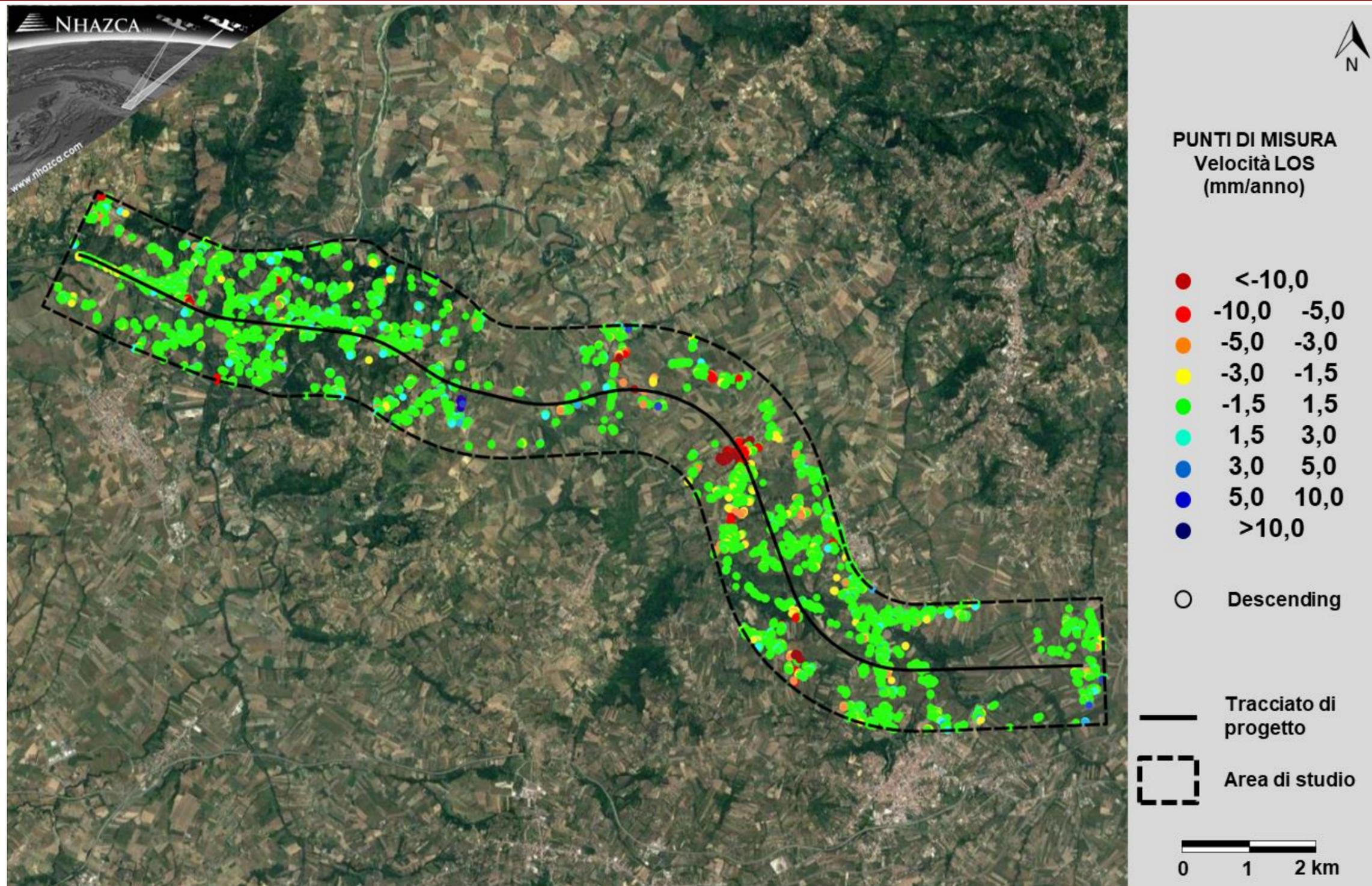
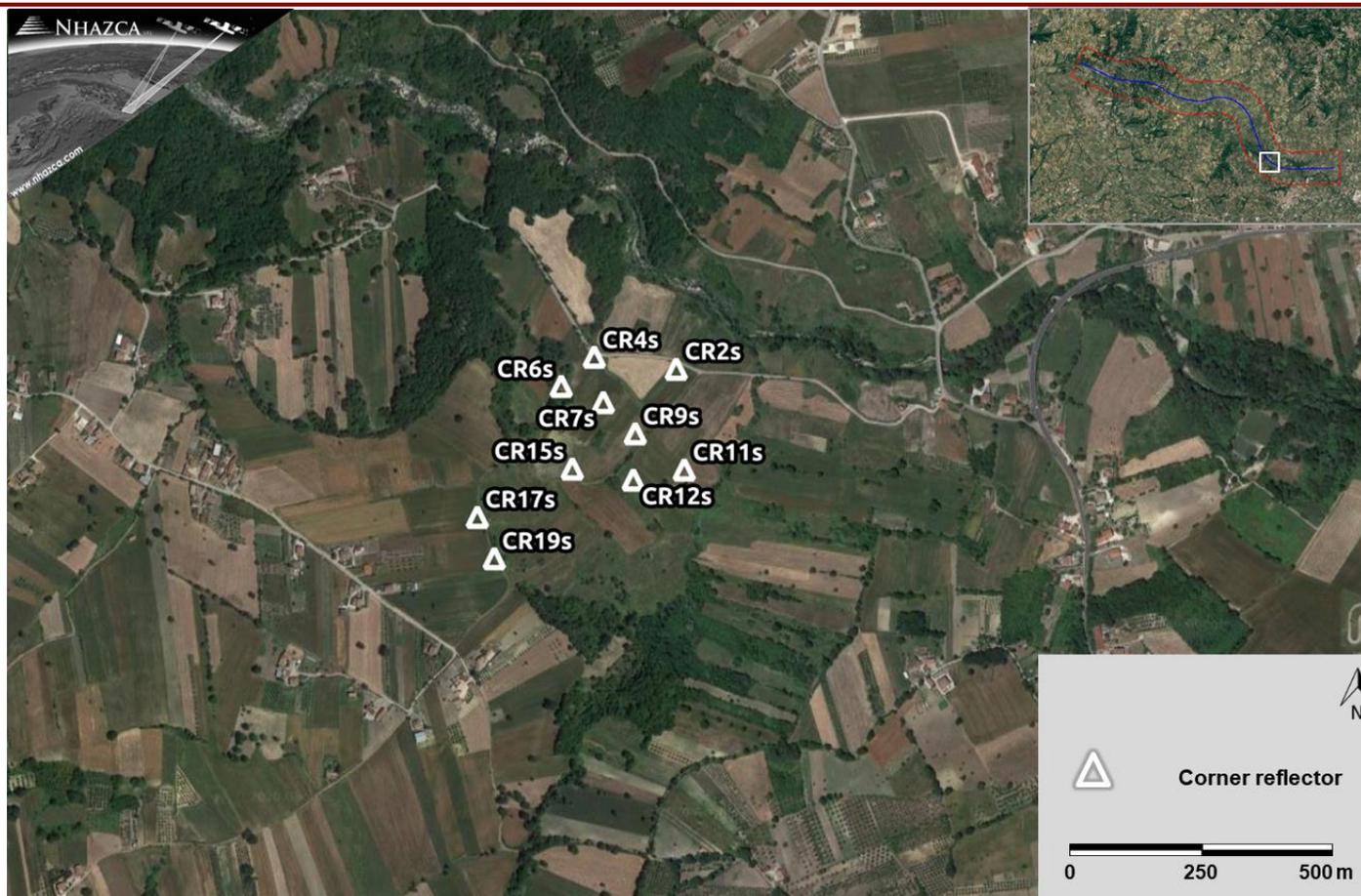


Figura 7: velocità dei punti di misura ottenute da analisi A-DInSAR nell'area di indagine – Stack discendente (14/10/2014-04/03/2020).



**Figura 8: Ubicazione dei corner reflector installati in corrispondenza della frana di Grottaminarda.**

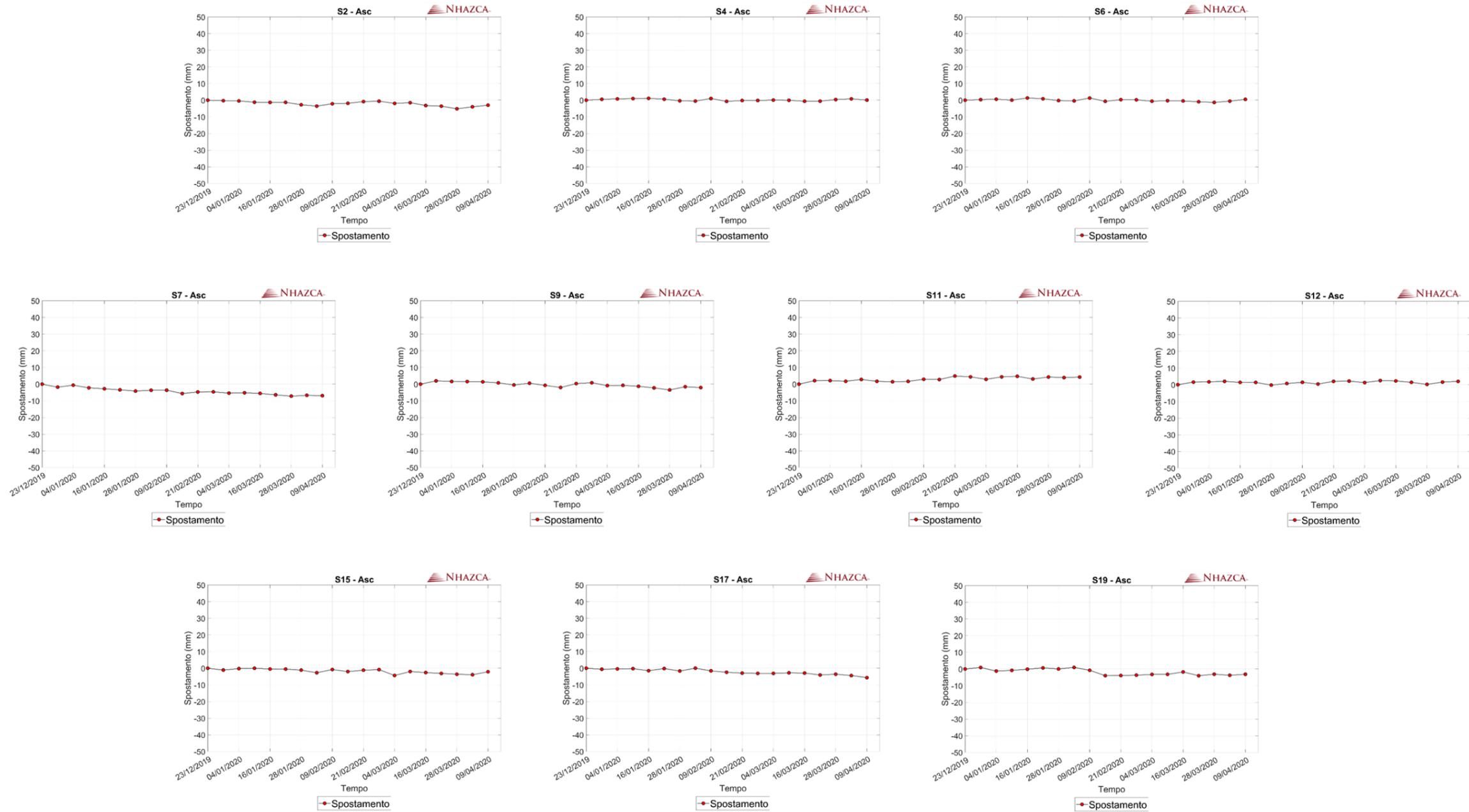


Figura 9: Serie temporali di spostamento dei PM in corrispondenza dei corner reflector – Stack ascendente (23/12/2019-09/04/2020). L'ubicazione dei PM è riportata in Figura 8.

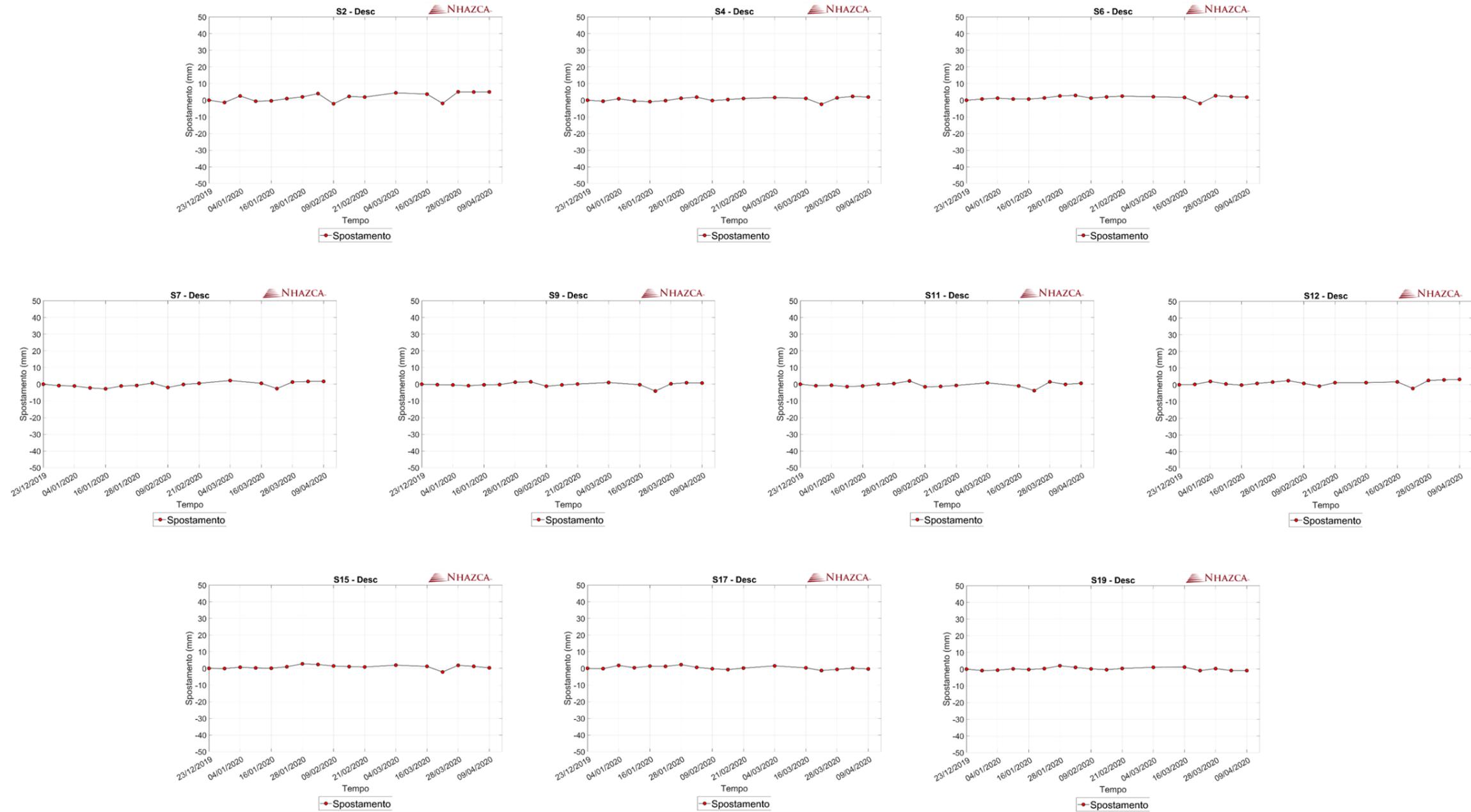


Figura 10: Serie temporali di spostamento dei PM in corrispondenza dei corner reflector – Stack discendente (23/12/2019-09/04/2020). L'ubicazione dei PM è riportata in Figura 8.