

# Comuni di Carpi e Novi di Modena

Provincia di Modena

Regione Emilia Romagna

Costruzione di una condotta per la magliatura  
delle reti di distribuzione gas in media pressione  
dei Comuni di Carpi e Novi di Modena

**Codice progetto 21-5102**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

DB Cantieri 21-0009 Carpi - 21-0010 Novi di Modena

PROGETTO:



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)  
web: [www.asretigas.it](http://www.asretigas.it) - e-mail: [info@asretigas.it](mailto:info@asretigas.it)

Il Presidente di AS Retigas

(Ing. Riccardo Castorri)



Data	Giugno 2021
Scala	1:1000
Disegnatore:	M. Foglia
Collaboratori:	Ing. Federico Croveti

Descrizione

Indagine preliminare per la valutazione del  
rischio bellico

REVISIONE	DATA
Rev.00	Dicembre 2020
Rev.01	Giugno 2021

Elaborato

N



# **VERIFICA PREVENTIVA DEL RISCHIO BELLICO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTO AS RETIGAS 21-5102**

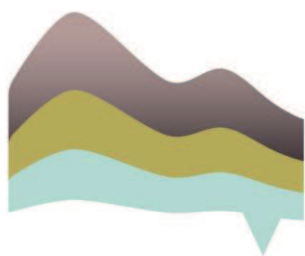
**DB CANTIERE 21-0009 e 21-0010**

**Costruzione di una condotta per la magliatura  
delle reti di distribuzione gas metano in media  
pressione dei Comuni di Carpi e Novi di  
Modena.**

**Elaborato N**







STUDIO  
**BL**

**AS Reti Gas S.r.l.**

**Via Maestri del Lavoro, 38 – 41037 Mirandola (MO)**

**INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
GRADIOMETRIA A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE DI  
RISCHIO BELICO RESIDUO LUNGO IL TRACCIATO DI  
PROGETTO PREVISTO PER LA COSTRUZIONE DI UNA  
CONDOTTA PER LA DISTRIBUZIONE DI GAS METANO  
NEI COMUNI DI CARPI E NOVI DI MODENA  
(PROVINCIA DI MODENA)**

**RELAZIONE**



**asretigas**

Bologna, marzo 2021

**Dott. Geol. Maurizio Bergoza**





## Indice

1. PREMESSA .....	3
2. RILIEVO GRADIOMETRICO .....	5
2.1 Schema operativo.....	5
2.2 Metodologia d'indagine e strumentazione impiegata .....	5
2.3 Analisi dei risultati dell'indagine gradiometrica .....	7
3. CONSIDERAZIONI FINALI .....	11

## Allegato

- Tavola 01 – Planimetria Generale – Indagine gradiometrica – Punti di misura – Comuni di Carpi e Novi di Modena, scala 1:5.000;
- Tavole 02-13 – Planimetrie di dettaglio – Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico – Comuni di Carpi e Novi di Modena, scala 1:1.000.

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati di una indagine esplorativa del sottosuolo avente lo scopo di valutare il rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi durante i lavori di scavo lungo il tracciato di progetto per la costruzione di una condotta per la distribuzione di gas metano nei Comuni di Carpi e Novi di Modena in Provincia di Modena.

L'indagine è stata eseguita nel mese di marzo 2021 per conto di AS Reti Gas S.r.l.

Il progetto prevede la posa della condotta da Via Remesina Esterna in località Fossoli in Comune di Carpi (MO), a Via XXV Aprile in località Rovereto S/S in comune di Novi di Modena (MO). Il tracciato indagato è indicato in **Figura 1** su fotopiano, e in **Figura 2** su Carta Tecnica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:25.000.

È stata eseguita un'indagine magnetometrica in assetto gradiometrico con sezioni eseguite in andata e ritorno, con spaziatura tra le linee di 3/4m, per delimitare eventuali aree con anomalie magnetiche "sensibili".

Di seguito, nella presente relazione, viene descritto:

- Lo schema operativo delle indagini in sito;
- Le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati;
- L'interpretazione scaturita dai dati elaborati.



**Figura 1:** Tracciato indagato nei Comuni di Carpi e Novi di Modena, in Provincia di Modena.







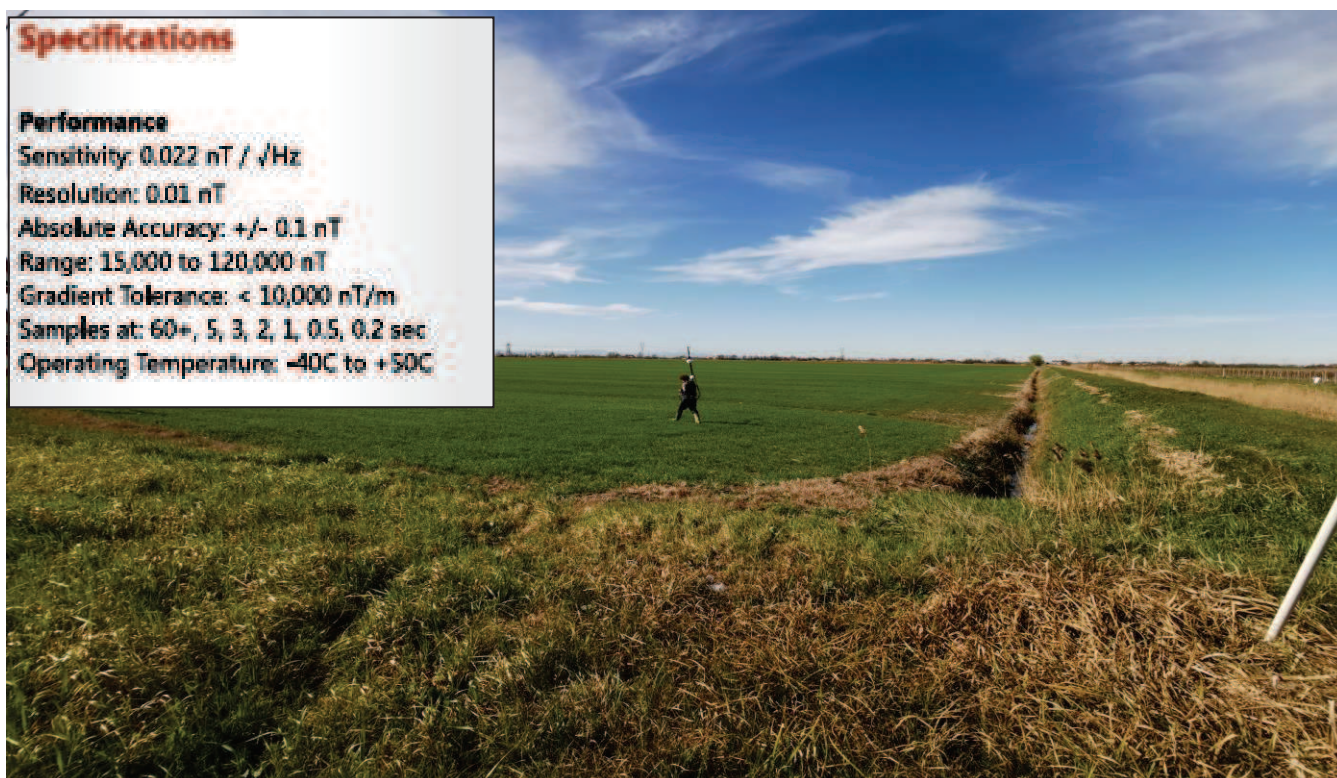
## 2. RILIEVO GRADIOMETRICO

### 2.1 Schema operativo

La planimetria di **Tavola 01** dell'allegato, in scala 1:5.000, evidenzia lo sviluppo del tracciato indagato e l'ubicazione delle singole tavole di dettaglio (**Tavole 02-13**) alla scala 1:1.000; le tavole di dettaglio riportano i punti di misura del rilievo gradiometrico ed i valori relativi a ciascun campione.

### 2.2 Metodologia d'indagine e strumentazione impiegata

Il rilievo gradiometrico è stato eseguito con una strumentazione GEM SYSTEMS mod. G.S.M. 19 Overhauser, equipaggiata con due sensori a Protoni, in assetto Gradiometrico con i due sensori a 0,56m di distanza (**Figura 3**) che registrano le variazioni del campo magnetico regionale, causati dalla presenza di elementi sepolti che hanno un comportamento magnetico anomalo, rispetto a quello dei terreni circostanti.



**Figura 3:** Operatore durante la fase di acquisizione, e specifiche tecniche della strumentazione utilizzata GEM SYSTEMS G.S.M. 19 Overhauser.

Il rilievo è stato eseguito nelle aree indicate dalla Committenza (**Tavola 01**). Il metodo Gradiometrico è una tecnica diagnostica geofisica non distruttiva, che consente di definire le anomalie magnetiche poco profonde relative alla superficie da investigare.

La strumentazione è corredata di un sistema di acquisizione GPS che ha permesso una buona accuratezza nella collocazione spaziale delle sezioni eseguite.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata mediante l'utilizzo di un software dedicato che ha consentito di graficare l'andamento delle anomalie magnetiche riscontrate. Il primo passo è stata la generazione del file grid con il metodo di interpolazione Kriging.

È stata quindi realizzata una mappa del gradiente magnetico (**Tavole 02-13**) che mette in evidenza le anomalie più significative, utilizzando un range di valori molto largo.

#### • Principi del Metodo Gradiometrico

L'intensità del campo magnetico terrestre misurata dal Magnetometro è una misura scalare o semplicemente la grandezza del campo magnetico indipendentemente dalla sua direzione. Il campo magnetico può cambiare in tempi geologici o storici e risente di variazioni diurne. Una perturbazione magnetica locale si somma al campo magnetico terrestre indisturbato con una normale somma vettoriale.

Attraverso le misure di campo magnetico è possibile individuare eventuali corpi che a causa della loro magnetizzazione residua creano una anomalia nel campo magnetico.

Uno dei fattori più importanti nelle indagini con il magnetometro è rappresentato dalla distanza  $r$  tra magnetometro ed oggetto che vogliamo individuare, l'effetto del campo magnetico diminuisce molto con la distanza:

$$T = \frac{M}{r^3}$$

dove  $T$  è il campo magnetico ed  $M$  la massa dell'oggetto, quindi una perturbazione magnetica locale sarà sentita maggiormente dal sensore più vicino.

Un Gradiometro è un magnetometro differenziale cioè misura la differenza  $\Delta T$  tra le letture di campo magnetico dei due sensori posizionati verticalmente ad una piccola distanza ca. un metro, un metro e mezzo uno dall'altro. È importante che lo spazio tra i due sensori sia minore rispetto alla distanza della sorgente dell'anomalia da investigare.

Il gradiente magnetico può essere espresso come:

$$\frac{\Delta T}{\Delta r} \approx \lim_{\Delta r \rightarrow 0} \frac{T_r - T_{r+\Delta r}}{\Delta r} = \frac{dT}{dr}$$

Dove  $\Delta T$  è il campo magnetico differenziale tra 2 sensori distanziati  $\Delta r$ ;  $\frac{dT}{dr}$  è la derivata del gradiente di  $T$  nella direzione di  $r$ .

Il gradiometro misura il gradiente espresso in  $\frac{nT}{m}$  nella direzione verticale.

Le misure gradiometriche agiscono come un "filtro":

- 1) Sono sincrone e quindi nel differenziale rimuovono l'effetto delle variazioni diurne del campo magnetico;

- 2) Permettono di rimuovere automaticamente il magnetismo regionale e di individuare quei corpi che, a causa della loro magnetizzazione residua, hanno un comportamento magnetico anomalo rispetto a quello dei terreni circostanti.

Le misure gradiometriche sono state acquisite con passo di campionamento 0,2s, lungo il tracciato d'indagine di **Figura 2** con sezioni equidistanziate ogni 2/3m.

### 2.3 Analisi dei risultati dell'indagine gradiometrica

L'interpretazione dei dati rilevati è una planimetria con i valori del gradiente magnetico misurati lungo il percorso di progetto.

Prima di descrivere i risultati ottenuti si sottolinea come i dati registrati hanno presentato con ampia frequenza un basso rapporto di segnale rumore, il che è indice di affidabilità dei dati. Il rumore in genere è legato alle condizioni logistiche estremamente antropizzate, alla presenza di strutture in cemento armato, alle reti di confine, ai tralicci dell'alta tensione, ai pali in cls, alle saracinesche metalliche, ai ponti, ai guard rail e alla presenza di oggetti ferromagnetici superficiali (**Figura 4**).

In fase di processing dei dati, alcuni valori con scarso rapporto segnale rumore, sono stati eliminati.

E' stata utilizzata una scala in falsi colori di rappresentazione stretta per i valori da +/- 100 nT/m ed estremamente larga per i valori superiori, che ha permesso di evidenziare le anomalie principali.



**Figura 4:** Operatore durante la fase di acquisizione, le foto evidenziano la presenza di campi, abitazioni e strade vicinali.

Nelle **Tavole 2-13**, in scala 1:1.000, viene riportato il nuovo tracciato che si sviluppa per circa 3,8km. In particolare vengono indicate le principali anomalie rilevate, descrivendone l'origine.

Per la corretta ubicazione delle anomalie magnetiche rilevate lungo il tracciato, si rimanda all'osservazione di dettaglio delle planimetrie allegate.

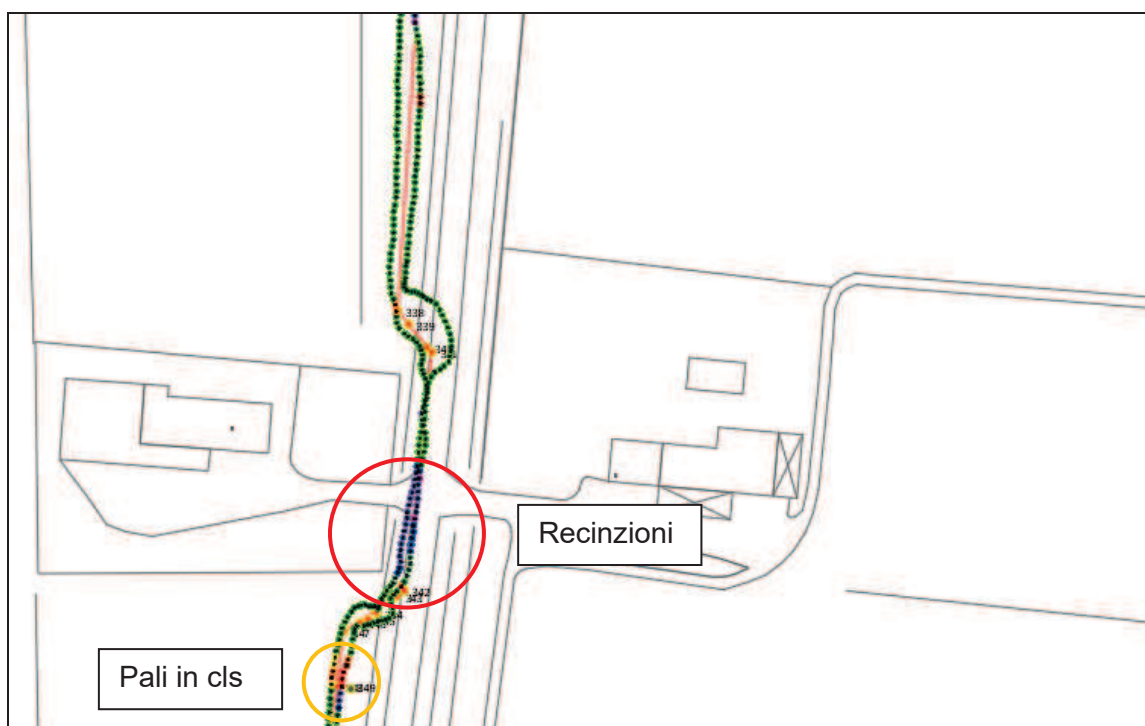




Le anomalie/interferenze rilevate sono legate principalmente alla presenza di elementi ferromagnetici superficiali noti (guardrail, pali in ferro ed in cls, recinzione, manufatti antropici, cartelli stradali).

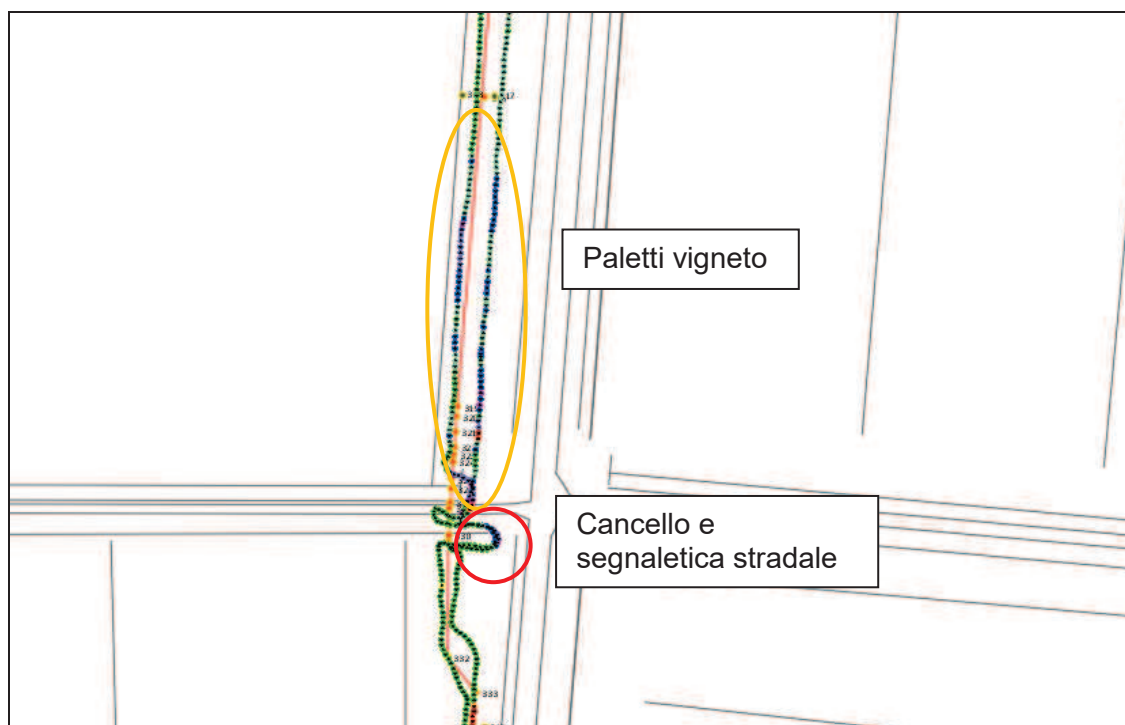
Lungo tutto il tracciato (**Figure 5, 6, 7, 8 e 9**) si incontrano questa tipologia di anomalie magnetiche legate, come detto, ad elementi superficiali (recinzioni, cartelli stradali, pali in cls, tombini/grate, ponti in cls, cavidotti). Gli elementi superficiali sono stati facilmente distinti in quanto oltre ad essere ben identificabili visivamente, mostrano anomalie concentrate e limitate alla zona a loro circostante.

Il tracciato è stato coperto integralmente, salvo un piccolo tratto presente in **Tavola 07**, che si estende per una decina di metri, in quanto area di cantiere ed inaccessibile ai non addetti ai lavori.

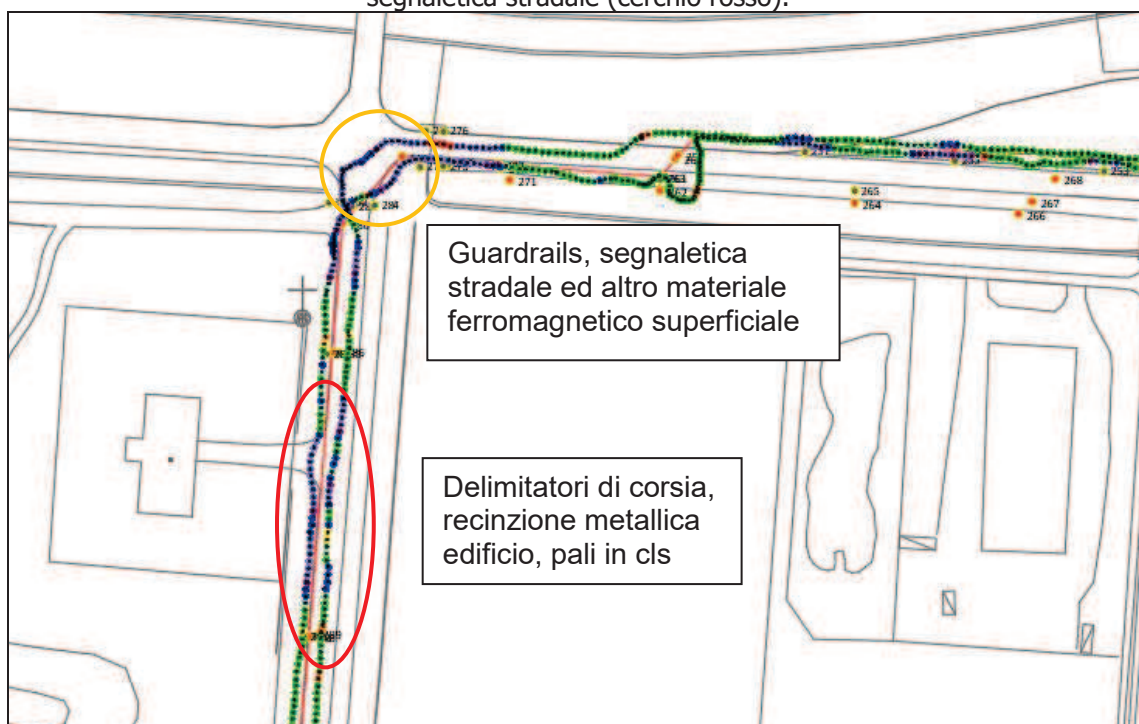


**Figura 5:** Planimetria con punti di misura gradiometrica che evidenziano la presenza di valori anomali (punti rossi-viola) legati alla presenza di pali in cls (cerchio arancione), dai manufatti in cls e dalle recinzioni delle abitazioni (cerchio rosso).

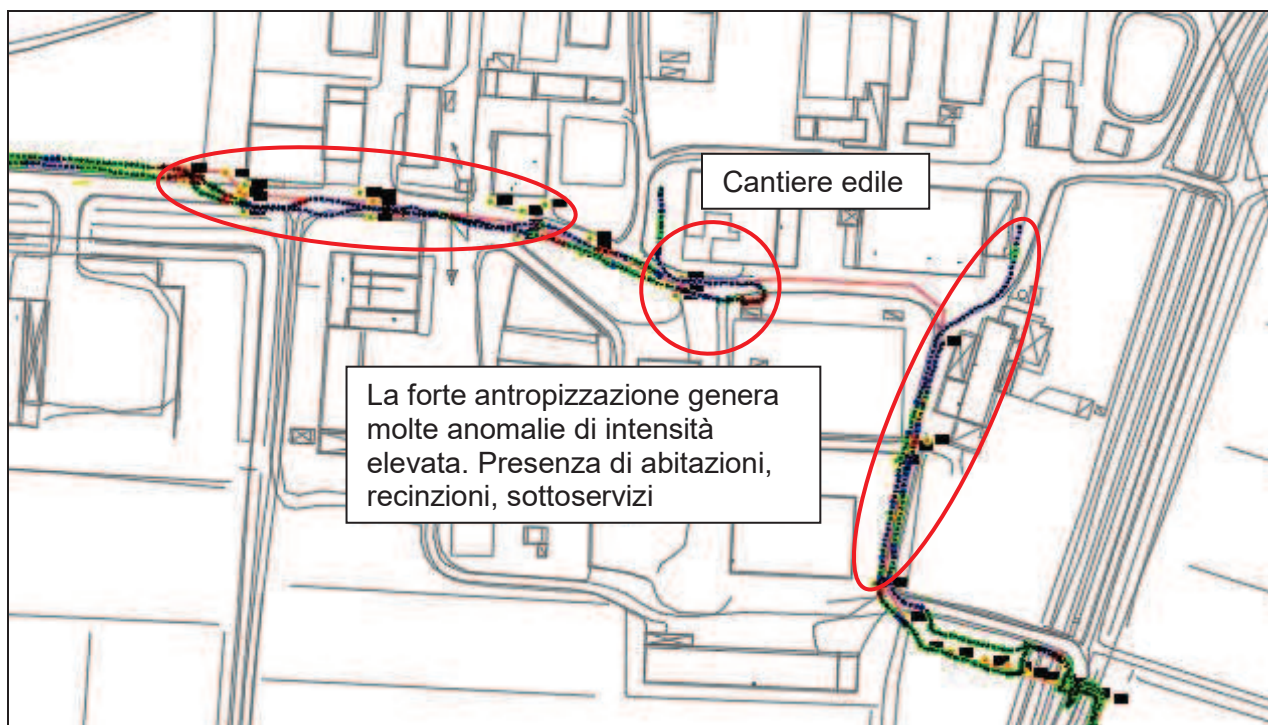
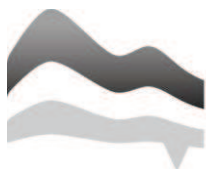




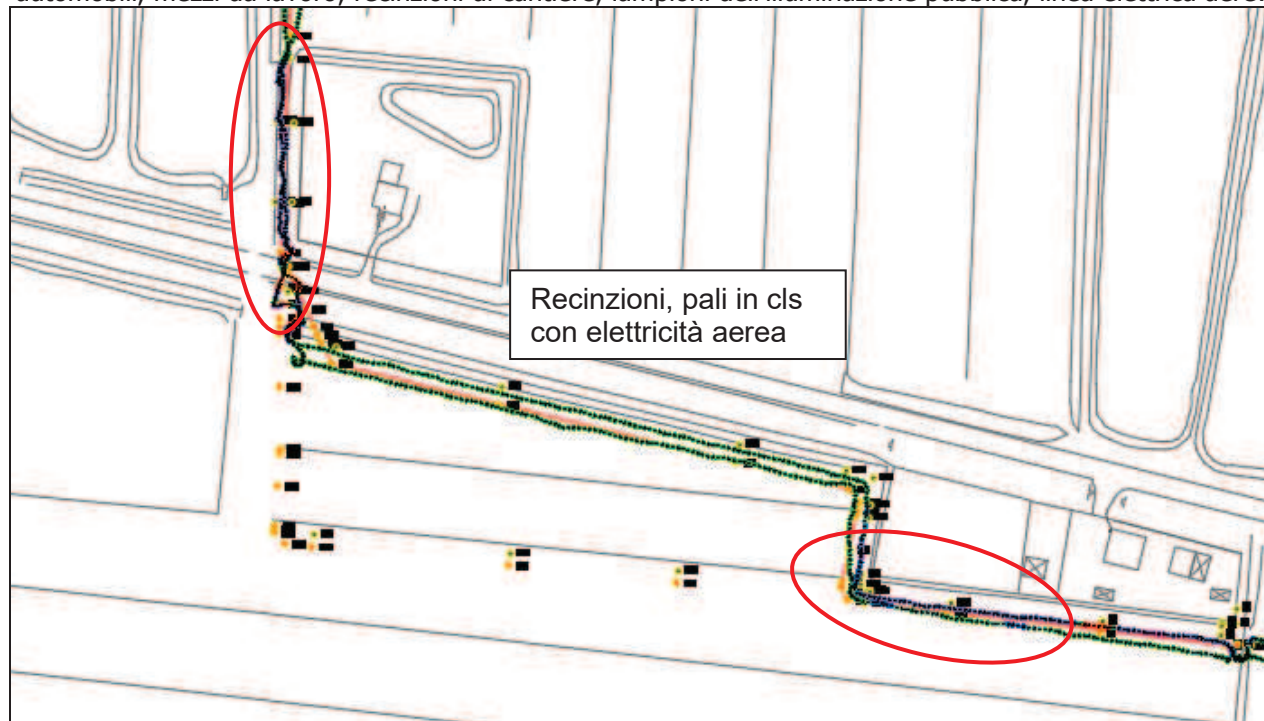
**Figura 6:** Planimetria con punti di misura gradiometrica che evidenziano la presenza di valori anomali (punti rossi-viola) legati alla presenza di paletti del vigneto e dei pali in cls (ovale arancione), cancello ferromagnetico e segnaletica stradale (cerchio rosso).



**Figura 7:** Planimetria con punti di misura gradiometrica che evidenziano la presenza di valori anomali (punti rossi-viola) legati alla presenza di guardrails, segnaletica stradale ed altro materiale ferromagnetico superficiale (cerchio arancione), delimitatori di corsia, edificio e pali con linea elettrica aerea (ovale rosso).



**Figura 8:** Planimetria con punti di misura gradiometrica che evidenziano la presenza di molti valori anomali (punti rossi-viola). Siamo vicini ad un centro abitato e ad un cantiere: le anomalie sono prodotte da edifici, automobili, mezzi da lavoro, recinzioni di cantiere, lampioni dell'illuminazione pubblica, linea elettrica aerea.



**Figura 9:** Planimetria con punti di misura gradiometrica che evidenziano la presenza di valori anomali (punti rossi-viola) legati alla presenza reti metalliche di delimitazione di proprietà private, paletti ferromagnetici e pali in cls (ovali rossi).



### 3. CONSIDERAZIONI FINALI

Lo scopo dell'indagine era fornire informazioni di supporto alla valutazione rischio bellico residuo dovuto alla presenza di ordigni bellici inesplosi.

Il presente studio è stato realizzato mediante una campagna geofisica di indagini con metodologia non invasiva lungo il tracciato previsto per la costruzione di una condotta per la distribuzione del gas metano nei Comuni di Carpi e Novi di Modena, Provincia di Modena (**Figure 1 e 2**).

All'interno di tutto il tracciato esaminato, l'indagine gradiometrica ha permesso di identificare anomalie ferro-magnetiche sempre riconducibili ad elementi ferromagnetici superficiali noti.

Bologna, marzo 2021

Dott. Geol. Maurizio Bergozzi



**AS Reti Gas S.r.l.**

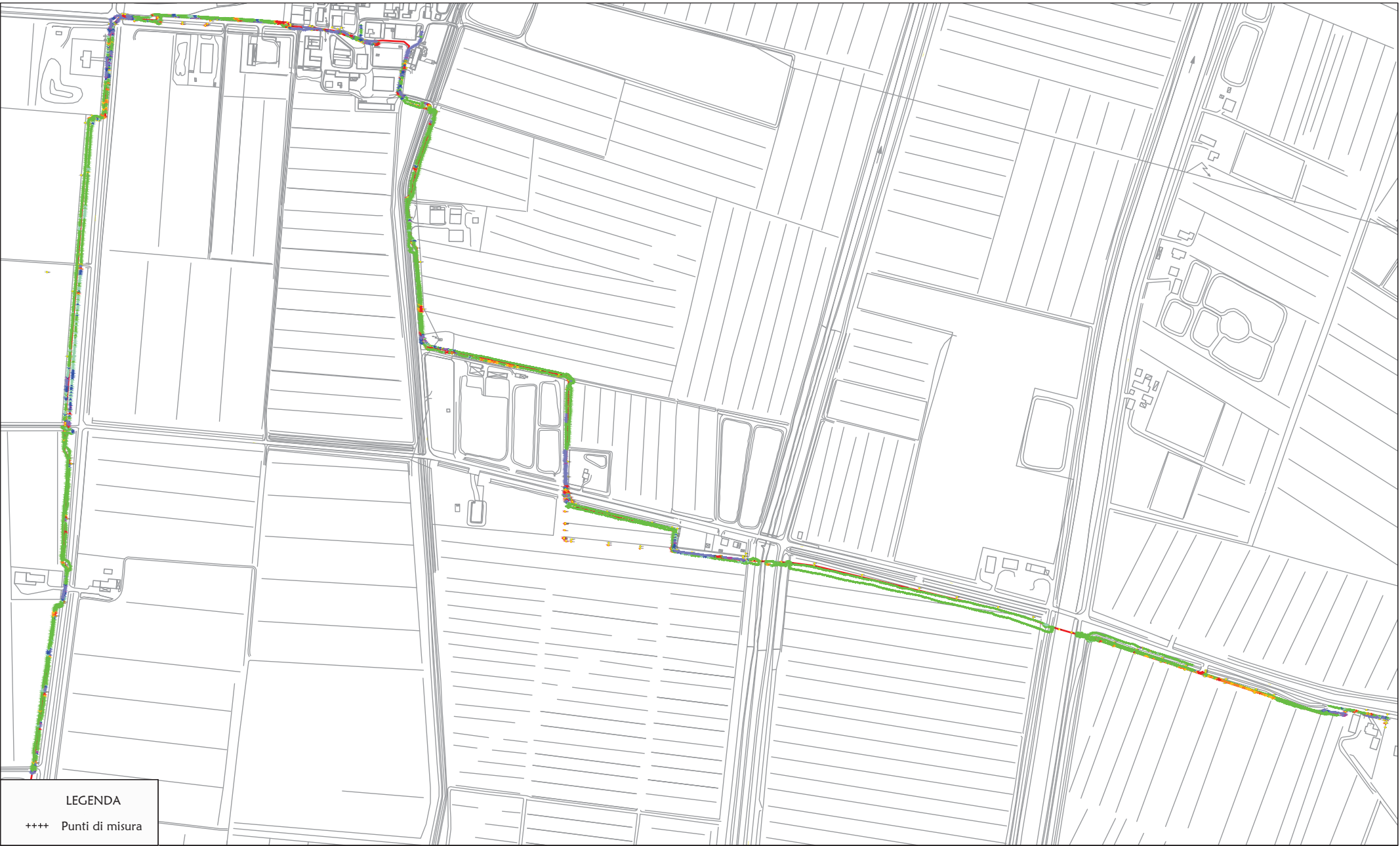
**Via Maestri del Lavoro, 38 – 41037 Mirandola (MO)**

**INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE  
GRADIOMETRIA A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE DI  
RISCHIO BELICO RESIDUO LUNGO IL TRACCIATO DI  
PROGETTO PREVISTO PER LA COSTRUZIONE DI UNA  
CONDOTTA PER LA DISTRIBUZIONE DI GAS METANO  
NEI COMUNI DI CARPI E NOVI DI MODENA  
(PROVINCIA DI MODENA)**

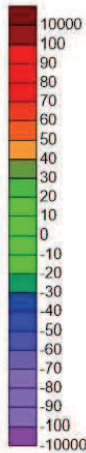
**ALLEGATO**

- Tavola 01 – Planimetria Generale – Indagine gradiometrica – Punti di misura – Comuni di Carpi e Novi di Modena, scala 1:5.000;
- Tavole 02-13 – Planimetrie di dettaglio – Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico – Comuni di Carpi e Novi di Modena, scala 1:1.000.





nT/m



Anomalie prodotte da una recinzione metallica



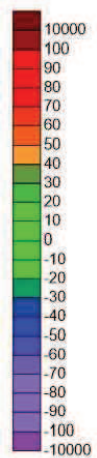
Anomalie dovute ai pali in cls della linea elettrica aerea



Interferenze prodotte da pali enel in cls e dalla linea aerea dell'elettricit 



nT/m



Anomalia dovuta a dei pali enel in cls

Interferenze prodotte dagli edifici e dalla recinzione metallica di cantiere



Scala 1:1000

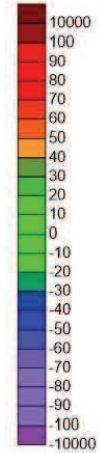
Marzo 2021

Tavola 03 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)

Anomalie prodotte dalla presenza del vigneto e di pali in cls



nT/m



Interferenza dovuta ad un palo enel

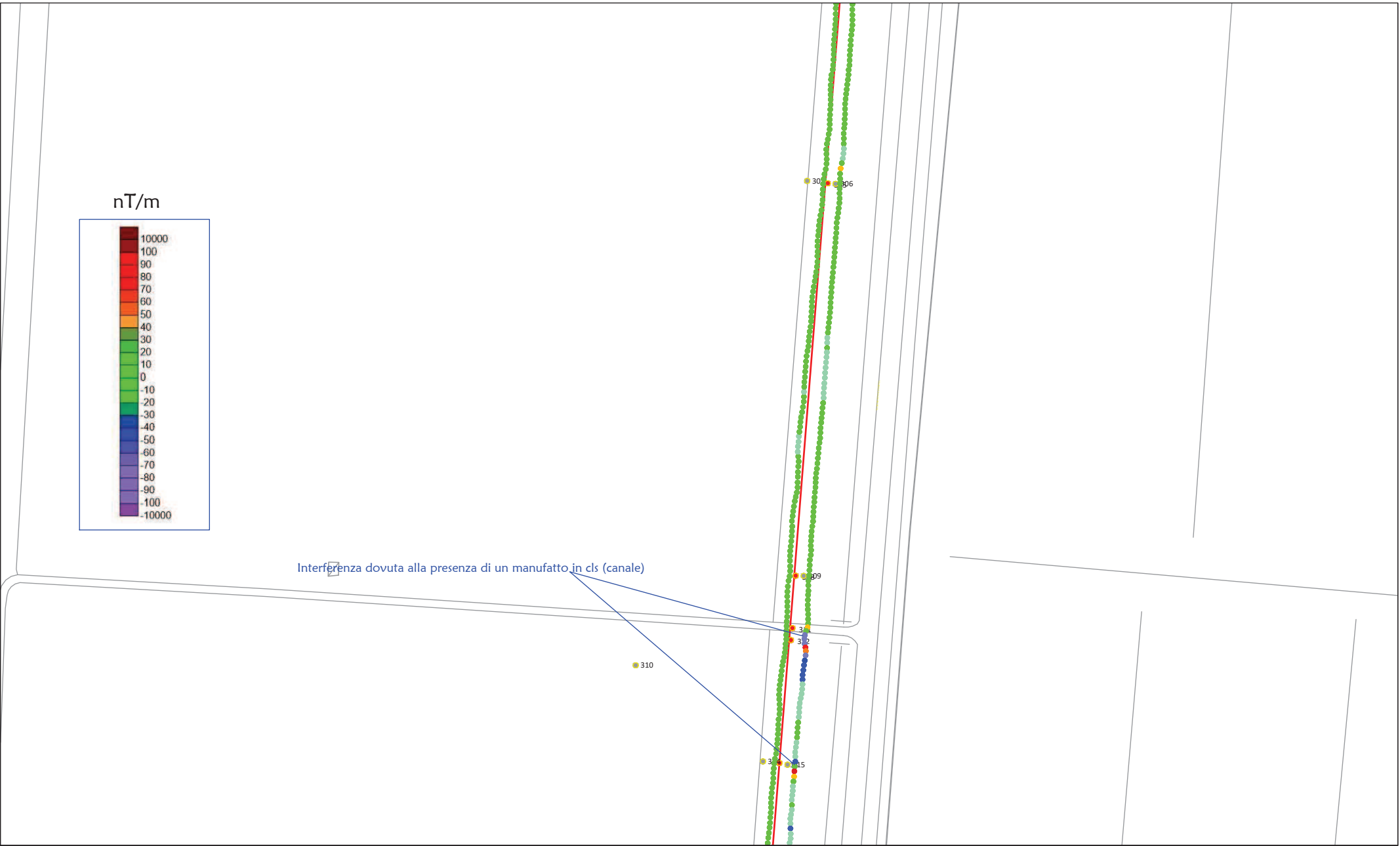
Anomalie prodotte dalla presenza di pali in cls, segnaletica stradale  
e da manufatti in cls

Scala 1:1000

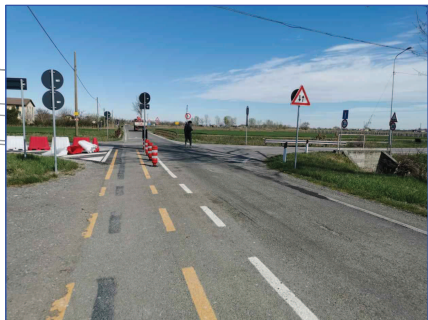
Marzo 2021

Tavola 04 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)

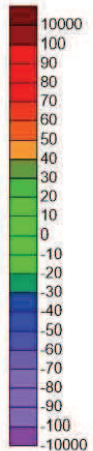




Anomalie causate dalla presenza di manufatti in cls, segnaletica stradale  
guardrails ed altro materiale ferromagnetico superficiale



nT/m



Anomalie dovute alla presenza di pali in cls  
della linea elettrica/telefonica aerea

Interferenze prodotte dai lampioni dell'illuminazione pubblica

Interferenze prodotte dai pali in cls della linea elettrica aerea, da delimitatore  
di corsia, dalla segnaletica stradale e dalla recinzione dell'edificio



Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 06 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)



Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 07 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)







Scala 1:1000

Marzo 2021

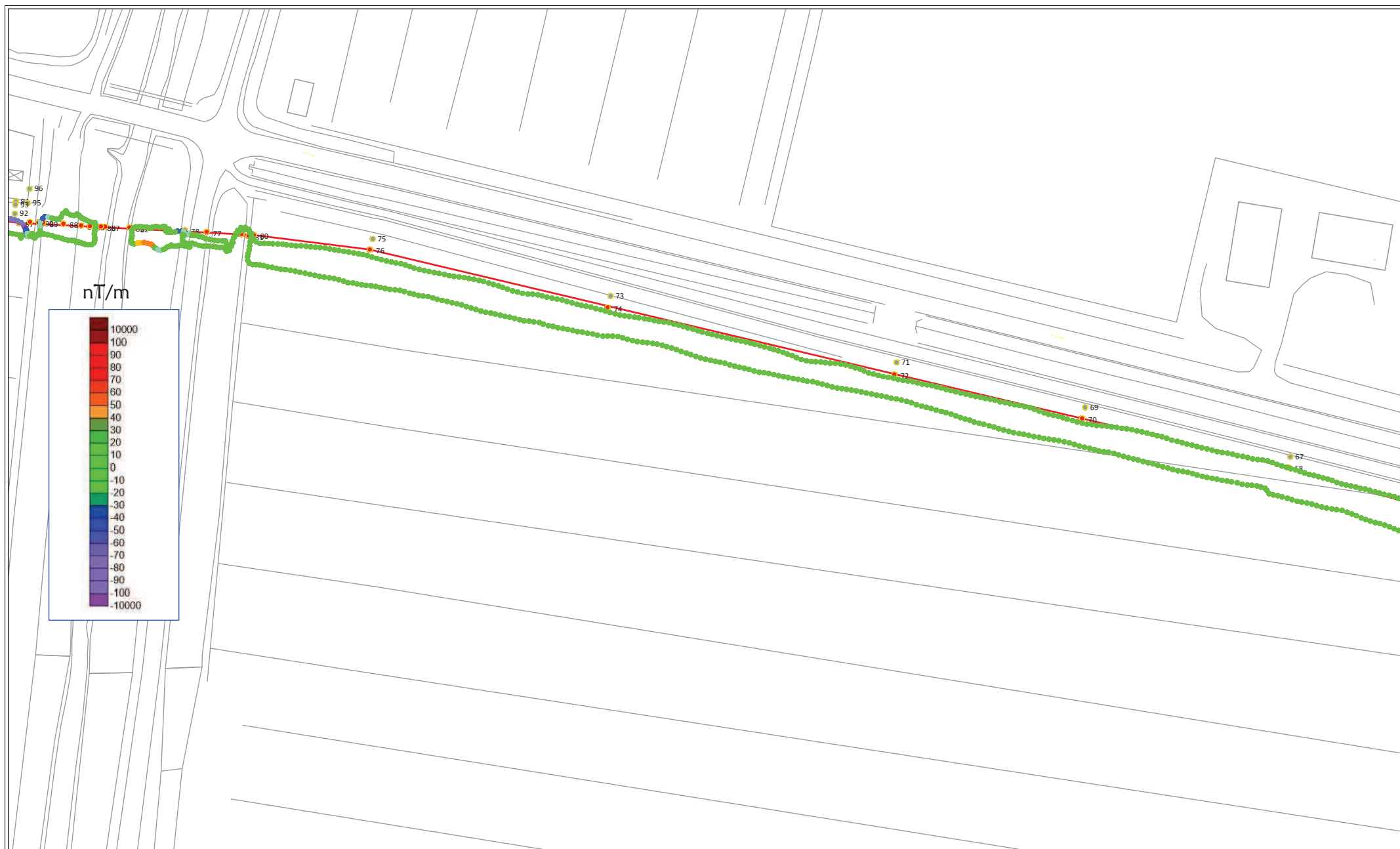
Tavola 09 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)



Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 10 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)



Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 11 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)



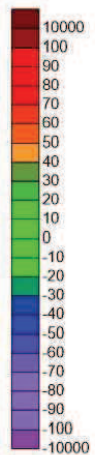
Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 12 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)



nT/m



Anomalie prodotte dalla presenza di una recinzione metallica di un'abitazione, segnaletica stradale e manufatti in cls



Scala 1:1000

Marzo 2021

Tavola 13 - Planimetria di dettaglio - Punti di misura con rispettivo Gradiente Magnetico - Comuni di Carpi e Novi di Modena (MO)