



PROVINCIA DI FERMO
SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

COMUNE DI FERMO

LAVORI DI REALIZZAZIONE INNESTO S.P. n.
204 LUNGOTENNA e S.P. n. 239 ex S.S. 210
FERMANA - FALERIENSE
collegamento strada del Ferro

PROGETTO DEFINITIVO

Ufficio Tecnico Servizio Viabilità

Ing. Giuseppe LAURETI
Ing. Filippo LANZI

Elaborazione dati cartografici:

Dott. Ivan Ciarma

Indagini geologiche:

Geol. Enrico Salomoni

Data: dicembre 2015

scala: 1:-

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Ivano Pignoloni

ELABORATO:

STUDIO SUGLI ASPETTI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

INTEGRAZIONI SU EMISSIONI IN ATMOSFERA

C2

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO INDOTTO DAL TRAFFICO STRADALE

Nello studio dell'inquinamento stradale, l'aspetto più delicato è rappresentato dalla quantificazione degli inquinanti emessi dal traffico veicolare, leggero e pesante, e quindi dalla identificazione del "fattore di emissione" specifico da utilizzare per la simulazione nei modelli matematici. Ciò a causa della difficoltà di prevedere i flussi di traffico alle distanze temporali necessarie per la realizzazione e messa in opera del manufatto e di prevedere quali potranno essere la tipologia e i fattori di emissione degli autoveicoli che utilizzeranno l'arteria.

La metodologia di studio dell'impatto ambientale indotto dal traffico stradale consiste nella determinazione delle emissioni dei veicoli transitanti nell'ora di punta.

Tutte le stime che risultano dal presente studio possono essere considerate prudenziali ed i valori numerici ottenuti possono essere considerati massimi e/o approssimati per eccesso.

La valutazione delle emissioni

Per il traffico sulle tangenziali e infrastrutture equivalenti, occorre tener presente che esso è in certa misura avvantaggiato, dal punto di vista delle emissioni inquinanti, poiché è caratterizzato da velocità pressoché costanti e, stante i limiti imposti, abbastanza uniformi. Sono pertanto generalmente assenti, sia nel traffico pesante che in quello leggero, quelle fasi, quali accelerazioni e decelerazioni e l'impiego di propulsori non ancora a regime, tutti massimi imputati del pesante inquinamento nell'ambito urbano.

L'indagine è stata condotta sviluppando lo studio dell'inquinamento prodotto dall'emissione degli ossidi di azoto (NOx), espressi come NO2, di particolato (PM-10) e di monossido di carbonio (CO).

La scelta del primo e terzo parametro deriva dal fatto che gli NOx, con il CO e altri composti, sono precursori di inquinanti secondari, in particolare dell'ozono. Anche il monossido di carbonio viene riportato in questo studio come simulazione nonostante i suoi valori di emissione, minori peraltro di quelli degli NOx, risultano sempre

ampiamente inferiori al livello di attenzione per la qualità dell'aria, che, per il CO, risulta di due ordini di grandezza superiore rispetto a quello per gli NOx.

Il PM-10 è stato preso in esame nella considerazione che, attualmente, esso costituisce uno degli inquinanti più gravosi e che il traffico veicolare ne risulta tra i maggiori responsabili.

Per le emissioni da traffico veicolare si utilizza la metodologia basata sui fattori di emissione da traffico veicolare "COPERT" (Computer Programme to calculate Emission from Road Traffic). Essa consiste nel valutare statisticamente la tipologia dei veicoli che circolano sulle arterie viarie e il regime di traffico loro associabile. A partire da tali dati si possono attribuire fattori emissivi per classi di veicoli che, moltiplicati per il numero dei passaggi consentono di definire la quantità di prodotti inquinanti emessi per unità di lunghezza dell'asse stradale e per unità di tempo.

Come già accennato COPERT è un modello di calcolo che si basa su un ampio insieme di parametri che tengono conto delle specifiche realtà dell'applicazione nel contesto delle caratteristiche generali del fenomeno. Questa metodologia è stata indicata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente come strumento primario da utilizzare per la determinazione delle emissioni dovute al trasporto su strada.

Le emissioni dei veicoli si possono indicare nella somma di tre differenti contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

E_{hot} rappresenta le emissioni dei motori che hanno già funzionato e sono a regime di temperatura

E_{cold} indica le emissioni dei motori da poco tempo avviati e non a regime con la temperatura propria (temperatura dell'acqua di raffreddamento < 70° C)

E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite da composti organici volatili non metanici. Sono importanti principalmente nel traffico urbano in cui per la scarsa velocità la temperatura dei motori è molto elevata. Non sono di interesse per la nostra strada e quindi non sono presi in considerazione.

Il modello di calcolo COPERT prende in esame i differenti tipi di veicoli così come sono stati classificati per l'elaborazione delle previsioni di traffico. Esso tuttavia necessita di una distinzione tra i veicoli della stessa classe a seconda del carburante utilizzato (benzina, gasolio, GPL) e alla tipologia di motore secondo le norme UE. Oltre a ciò esso richiede alcune altre informazioni relative alla percorrenza media annua di ciascun tipo di veicolo, al tipo di guida (velocità di crociera) e al tipo di percorso (urbano, extraurbano, autostradale).

È opportuno ricordare che le emissioni saranno calcolate soltanto per i tre inquinanti di maggiore importanza: monossido di carbonio, ossidi d'azoto e polveri sottili. Non verrà eseguito lo studio delle emissioni dovute a motori freddi in quanto la strada è di tipo extraurbano e transitata da veicoli che compiono percorsi lunghi. Non verranno nemmeno presi in considerazione gli idrocarburi volatili e quindi le relative emissioni in quanto si ritiene che siano entità molto inferiori a quelle degli altri tre inquinanti maggiori.

La distribuzione degli inquinanti nell'ambiente

La dispersione degli inquinanti gassosi nell'atmosfera è controllata da diversi fattori, che possono essere così riassunti:

- regime anemologico;
- profilo termico dell'atmosfera: le cosiddette "classi di stabilità atmosferica";
- ampiezza dello strato di mescolamento;
- orografia del territorio.

La zona nella quale si snoderà l'arteria è di tipo collinare con venti giornalieri di direzione variabile, ma compresi prevalentemente lungo la direzione delle valli con velocità moderata (< 2-3 m/s).

Nella località in esame l'instabilità atmosferica¹⁵ è da considerarsi sempre abbastanza elevata con conseguente possibilità di rapida diluizione degli inquinanti su volumi molto grandi di aria.

Il modello numerico di simulazione

Il modello che verrà utilizzato in questo lavoro è il CALPUFF realizzato dal California Air Resources Board (CARB), che è strutturato per il calcolo della dispersione degli inquinanti atmosferici in situazioni maggiormente complesse rispetto ad altri modelli e in diverse condizioni meteorologiche e di emissione. È un modello a "puff", sviluppato per il calcolo delle concentrazioni e/o delle deposizioni al suolo degli inquinanti atmosferici, mediate sul breve periodo. Le simulazioni offrono una vasta varietà di scenari, tra cui le possibilità di considerare aree urbane o rurali, di descrivere conformazioni complesse del terreno, di effettuare i calcoli in calma di vento. Le sorgenti possono essere puntiformi, areali, volumetriche o lineari; gli inquinanti di tipo gassoso o particolato. Sono previste inoltre le opzioni di valutazione degli effetti dovuti alla presenza di edifici. Il modello acquisisce dati meteorologici per definire le condizioni meteo, di trasporto, di diffusione e deposizione, stima i valori di concentrazione e/o deposizione per ogni ora descritta nel file meteorologico, e calcola le medie sul numero di ore determinato dall'utente. Molte ricerche e validazioni in campo hanno evidenziato la flessibilità e l'adattabilità di questo modello, sia pur con una leggera tendenza a **sovrastimare** le ricadute, quando confrontate con quelle misurate, rendendo quindi più cautelative le valutazioni sull'impatto del tratto stradale in esame.

¹⁵ **Stabilità atmosferica:** nella sua definizione più semplice la "stabilità" atmosferica può essere intesa come la capacità di favorire od ostacolare la dispersione in senso verticale degli inquinanti. Vengono usualmente identificati almeno tre regimi di stabilità atmosferica : l'instabile, la neutra, e la stabile. La prima, dovuta ad un gradiente termico superadiabatico, ($dT/dz < - 0,98/100$ °C/m) favorisce la dispersione in senso verticale degli inquinanti; la terza, dovuta ad un gradiente sub-adiabatico ($dT/dz > - 0,98/100$ °C/m) ostacola la dispersione in senso verticale degli inquinanti, mentre la seconda dovuta al gradiente adiabatico ($dT/dz = -0,98/100$ °C/m) ha un comportamento "neutro" rispetto al citato fenomeno.

L'applicazione del modello

Le applicazioni saranno effettuate utilizzando i dati forniti dallo studio di traffico riportato nel Quadro di riferimento Progettuale. Per i dati meteorologici si creeranno degli scenari che ricoprono le situazioni più ricorrenti della zona, i dati topografici sono stati estratti dalla cartografia regionale.

Dalla banca dati ISPRA – SINANET sono stati acquisiti i fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia, aggiornati al 2010.

Gli inquinanti presi in considerazione saranno gli NOx, il CO ed il PM10, la cui sorgente è individuata nel traffico veicolare del tratto di strada in oggetto e zone limitrofe. Le simulazioni saranno effettuate selezionando un'area di interesse del territorio in cui sarà realizzata la nuova strada, privilegiando le direzioni standard del vento nella zona.

Saranno calcolate le concentrazioni scegliendo la simulazione di dispersione di tipo rurale in terreno ad orografia complessa.

L'insieme dei recettori per il calcolo delle concentrazioni è costituito da una griglia, in coordinate cartesiane, di dimensioni **2040 x 1770 metri**, con nodi distanti tra loro circa **20 metri**. Il tratto di strada considerato nella simulazione è lungo circa **1850 metri**.

Il tratto esaminato nella seguente simulazione va dalla rotatoria di collegamento con la "strada del Ferro" e la nuova rotatoria in prossimità della loc. Molini-Girola, tratto di strada di tipo C1. Si fa presente che il tratto conclusivo di raccordo funzionale alla strada locale (di tipo F) S.P. 204 Lungotenna non è oggetto di studio in quanto la nuova bretella non comporta incrementi di traffico veicolare.

Le simulazioni

Il presente Studio di Impatto Ambientale si riferisce all'intervento denominato "**Lavori di realizzazione innesto S.P. N. 204 LUNGOTENNA E S.P. N. 239 (ex S.S. 210) FERMANA - FALERIENSE - Collegamento strada del Ferro**" che prevede una soluzione di tracciato con caratteristiche di tipo "**C1**".

Le simulazioni hanno riguardato gli inquinanti tipici per il traffico stradale (**NOx – PM10 - CO**) e per ogni inquinante sono stati considerati due diversi scenari meteorologici. Considerate le frequenze e le direzioni del vento nella zona oggetto di studio, nelle simulazioni sono state utilizzate le condizioni meteo più gravose tra quelle verificabili. Tenendo conto di ciò e dell'orientamento medio dell'asse viario sono state identificate le condizioni riportate di seguito.

La zona nella quale si snoderà l'arteria è di tipo collinare con venti giornalieri che spirano da Nord-Est (primo quadrante) e da Sud-Ovest (terzo quadrante) e comunque con direzione prevalente quella della conformazione orografica della valle principale.

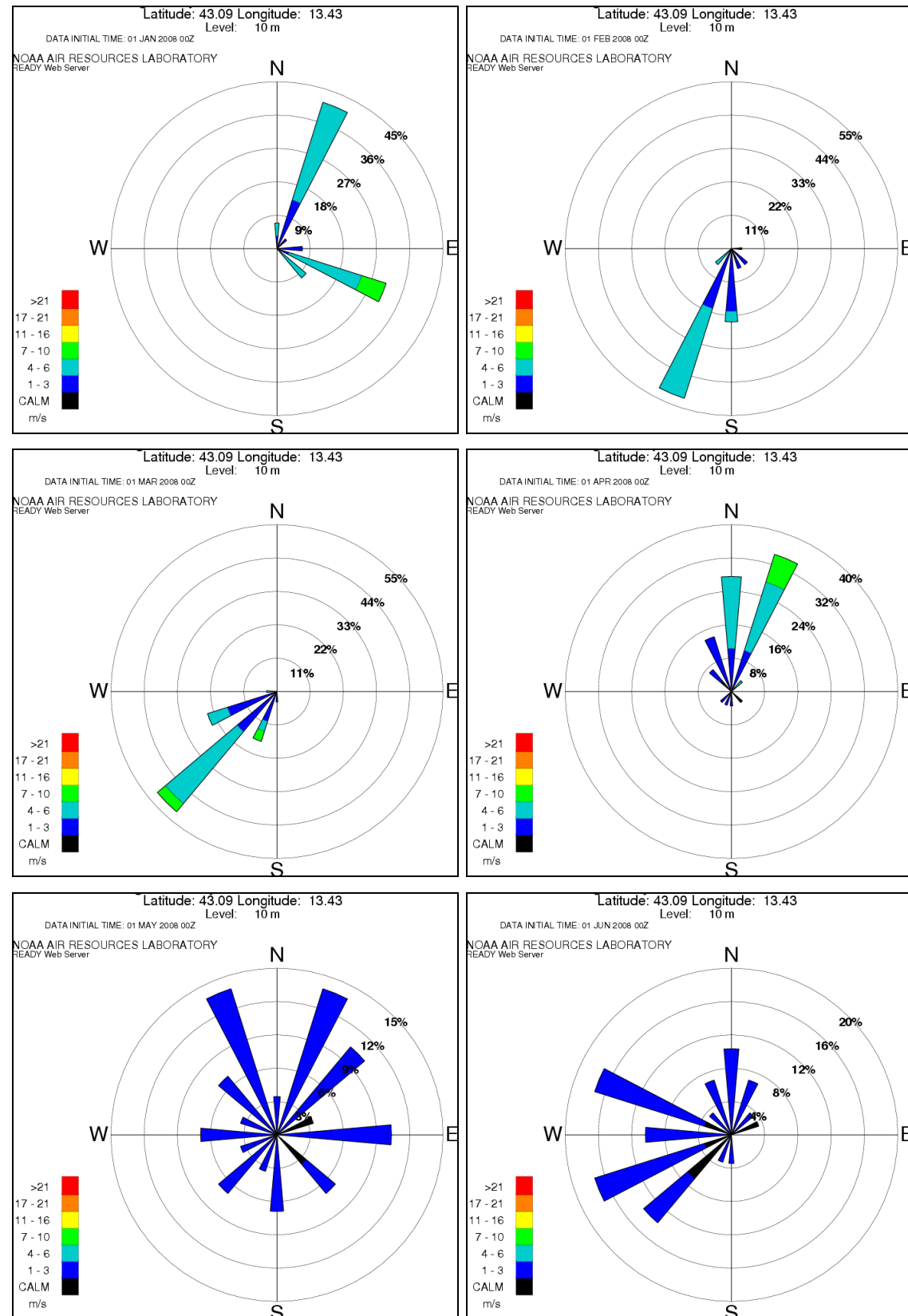
Nella zona non esiste una stazione anemometrica (né meteorologica) per la rilevazione della velocità e della direzione del vento.

La mancanza dei dati di cui sopra è stata risolta con la ricerca di dati meteo relativi alla zona in esame (Lat.43.09 Long.13.43 – Fermo) recuperati dal sito ufficiale del NOAA.

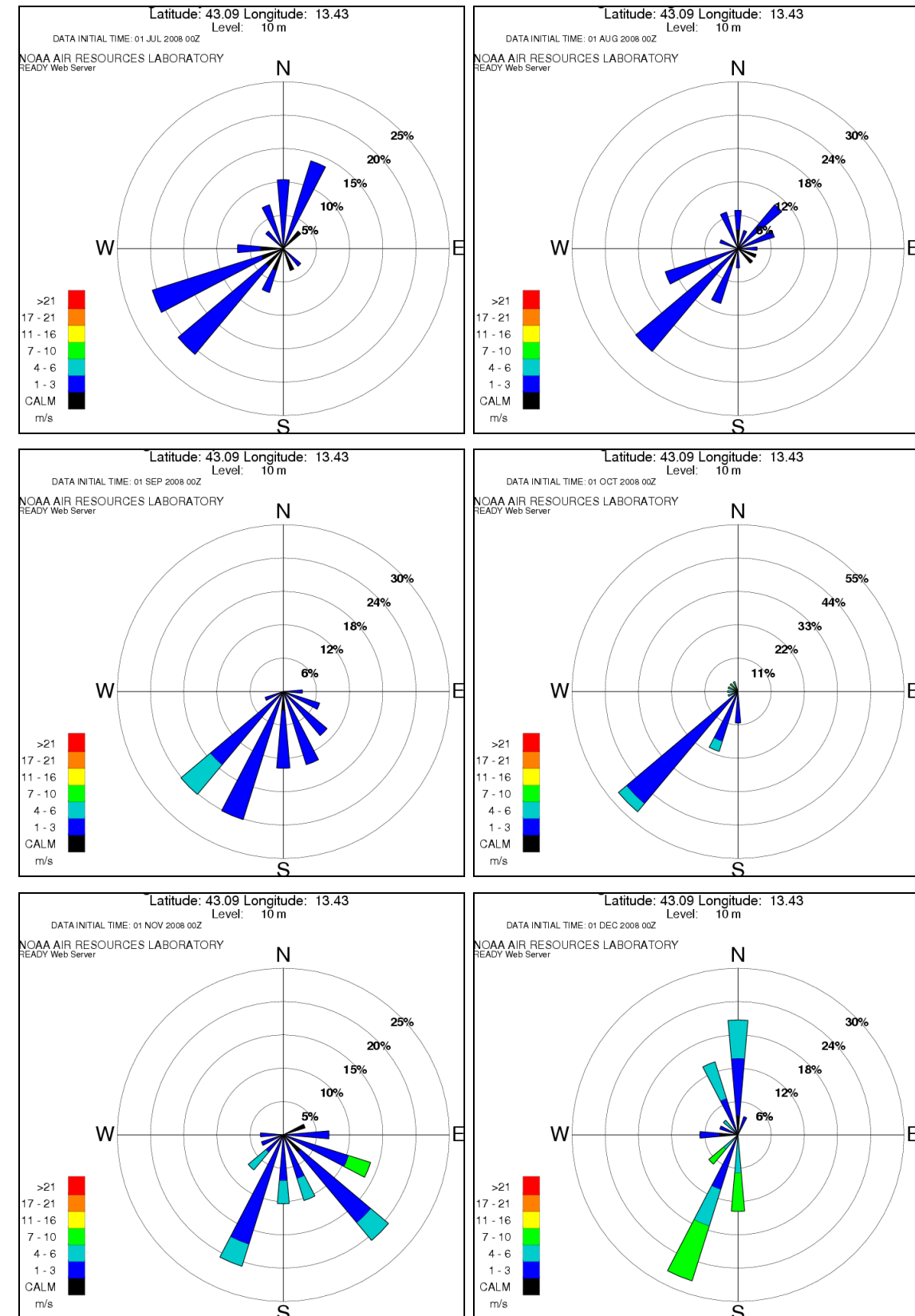
Ciò è stato di supporto all'applicazione del modello di simulazione della distribuzione degli inquinanti sul territorio.

Nel seguito sono riportati esempi dell'anno 2008 a supporto di quanto affermato.

Per il primo semestre 2008 si ha:



Per il secondo semestre 2008 si ha:



Nella località in esame l'instabilità atmosferica è da considerarsi sempre molto elevata con conseguente possibilità di rapida diluizione degli inquinanti, in tempi molto brevi, su volumi molto grandi di aria. Infatti considerando le categorie delle classi di stabilità, definite da **Pasquill** in funzione della velocità del vento e della copertura del cielo, si ha:

Velocità vento a 10 metri (m/s)	Giorno			Notte	
	Radiazione solare			Stato del cielo	
	forte	media	debole	Leggermente coperto	Molto nuvoloso
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Considerando che Fermo è situato in collina, la radiazione solare varierà soprattutto tra forte e media. Quindi la situazione delle simulazioni (classe A e B con vento 3 m/s) è decisamente rappresentativa del luogo.

Il **primo** scenario analizzato comprende le simulazioni per venti verso il primo quadrante.

1°ora – Direzione vento verso 15°

2°ora – Direzione vento verso 45°

3°ora – Direzione vento verso 75°

I dati meteorologici sono caratterizzati da vento di direzione variabile, ma compreso tra Nord e Nord-Est e velocità moderata (< 3 m/s).

Il **secondo** scenario analizzato comprende le simulazioni per venti verso il terzo quadrante.

1°ora – Direzione vento verso 195°

2°ora – Direzione vento verso 225°

3°ora – Direzione vento verso 255°

I dati meteorologici sono caratterizzati da vento di direzione variabile, ma compreso tra Sud e Sud-Ovest e velocità moderata (< 3 m/s).

Le classi di stabilità atmosferica più frequenti sono state considerate appartenenti alle categorie **A** e **B** (estremamente instabile e moderatamente instabile). Poiché tra le due categorie, molto simili, la **A** è quella più cautelativa, in quanto produce risultati di massima concentrazione a distanze più ravvicinate, nelle simulazioni verrà considerata solo questa. La categoria **B**, producendo massime concentrazioni su distanze leggermente maggiori, risentirebbe ovviamente di una diluizione degli inquinanti su volumi d'aria maggiori, producendo concentrazioni al suolo più basse.

Le simulazioni coinvolgono l'area territoriale attorno al tracciato della nuova strada. I flussi emissivi sono stati schematizzati attraverso sorgenti lineari adiacenti, poste in modo da ricostruire tutto il tratto della strada in esame, inclusi alcuni tratti di strade esistenti per completare il quadro di insieme.

Si è effettuato anche un confronto (numerico e cartografico) tra la situazione ante operam (sede stradale esistente S.P. 239 – Via XXV Aprile) e il nuovo tratto di strada di progetto. Ciò ha permesso di evidenziare il miglioramento dovuto allo spostamento della nuova viabilità rispetto a quella attuale.

Ipotesi per l'applicazione del modello

Lo studio sul traffico fatto per la zona di studio indica un valore di traffico per l'ora di punta di circa **1000** veicoli/ora ed un valore orario medio di circa **508** veicoli/ora. Per la simulazione è stato utilizzato il valore dell'ora di punta.

Traffico Giornaliero Medio	Auto	Autocarri <30 q.li	Autocarri >30 q.li	Autotreni	Articolati	Bus	Trasp. Eccez.	Veicoli agricoli	Totale giorno medio	Totale orario medio
TGM	3960	624	624	426	372	54	7	30	6097	508

Traffico Ora di Punta	Auto	Autocarri <30 q.li	Autocarri >30 q.li	Autotreni	Articolati	Bus	Trasp. Eccez.	Veicoli agricoli	Totale orario massimo
TOP	650	100	100	70	65	9	1	5	1000

Le emissioni, ricavate dalla banca dati dell'ISPRA SINANET, aggiornate con i valori più recenti (2010), sono date dalle seguenti tabelle.

Tipo Veicoli	Veicoli/hr	%	NOx (g/veic*km)	PM (g/veic*km)	CO (g/veic*km)
	1000				
autoveicoli	650	65%	0.54	4.72E-02	4.33
autocarri commerciali leggeri	200	20%	1.43	0.16	1.76
autocarri commerciali pesanti	140	14%	8.56	0.33	2.40
bus	10	1%	13.11	0.46	3.70

Quindi, il numero di veicoli/ora utilizzato nelle simulazioni è il valore massimo dell'ora di punta dello scenario peggiore.

I valori utilizzati per le emissioni sono i valori massimi per il tipo di veicoli considerato.

Più avanti saranno rappresentati i risultati del modello per evidenziare i valori riscontrati per i singoli inquinanti negli scenari indicati per i vari tracciati di progetto.

Le simulazioni sono state eseguite, a seconda degli inquinanti, sulla media oraria nel periodo considerato di 3 ore o sulla media di tutto il periodo di osservazione.

Inoltre sono stati considerati i valori mediati sull'anno civile per gli NOx ed il PM10.

I risultati evidenziano che non si manifestano in alcun modo situazioni di rischio e non vengono mai superati i valori limite come prescritto nell'allegato XI del Decreto Legislativo del 13 agosto 2010 n°155 concernente l'Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Osservazioni sulle ricadute degli ossidi di azoto (NOx)

Le simulazioni hanno evidenziato che il valore limite di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile, non viene mai raggiunto e che i valori massimi stimati dalla simulazione sono inferiori a 30 µg/m³.

Rari fenomeni di accumulo possono verificarsi in concomitanza di vento parallelo all'asse stradale, creando dei massimi relativi che comunque sono situati nell'ambito dell'arteria stessa.

A commento di queste risultanze, si può osservare che:

- le citate condizioni avvengono in corrispondenza dell'ora di massimo carico;
- ogni ora di simulazione viene effettuata con il valore di traffico massimo dell'ora di punta;
- che queste condizioni hanno tempi di permanenza (condizioni di stazionarietà) relativamente brevi, dell'ordine massimo di una decina di minuti, andando ad interessare, al mutare delle condizioni meteorologiche, della direzione del vento e del profilo termico dell'atmosfera, altre zone, diluendosi quindi su larga scala.

I livelli di isoconcentrazione

La scelta dei livelli di isoconcentrazione, per il tracciamento delle curve nelle mappe delle ricadute al suolo, è assai delicata perché deve rendere l'idea del contributo all'impatto ed all'inquinamento atmosferico imputabile alla nuova arteria.

La scelta è lasciata all'arbitrio ed alla sensibilità degli esecutori, non esistendo, nella legislazione nazionale, direttive di immediata applicabilità.

La simulazione risulta possibile solo assumendo costanti, in un determinato intervallo di tempo, le grandezze sia meteorologiche che di emissione.

Si è ritenuto, con queste considerazioni, di applicare la seguente scala di livelli alle simulazioni future:

	Valori limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Periodo di mediazione	Periodo di simulazione
NO₂	200	1 ora	1 ora
CO	10000	Media massima giornaliera su 8 ore	Media su 3 ore
PM10	50	24 ore	Media su 3 ore

Da sottolineare che le simulazioni del CO e del PM10 saranno fatte mediando su 3 ore e quindi di fatto peggiorando ulteriormente gli scenari in quanto le ore considerate comprendono l'ora di punta che viene distribuita su 3 ore invece che 8 nel caso del CO e 24 nel caso del PM10.

I livelli di fondo

Per i livelli di fondo occorre fare alcune precisazioni. La Provincia di Fermo dispone di una centralina di monitoraggio in località **Campiglione**. Purtroppo tale centralina, risulta in fase di verifica tecnica e non produce ancora dati di inquinamento certi.

Sono state considerate, quindi, altre centraline, scelte soprattutto in base alla disponibilità di dati, una ancora in Provincia di Fermo ed un'altra in Provincia di Macerata, in particolare:

- **centralina di Porto S.Elpidio in Via Panama**
- **centralina di Macerata in Piazza della Vittoria**

Con tutte le cautele del caso dovute alla distanza in linea d'aria dalla zona in esame (circa **12 Km** per la prima e **25 Km** per la seconda) e dalla diversa conformazione geomorfologica tra i due siti rispetto alla situazione della strada in esame, sono stati acquisiti i valori del fondo degli NOx e del PM10.

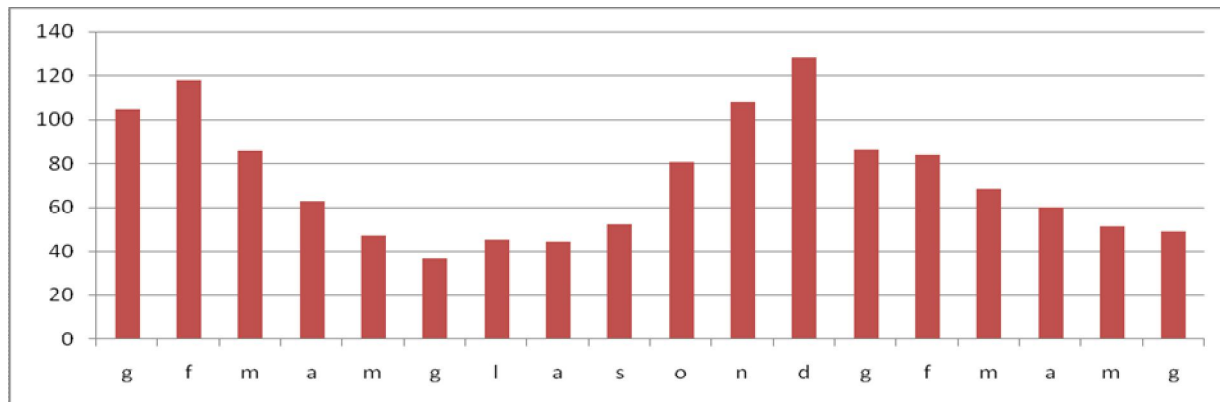
Gli unici dati utili trovati per il **CO** sono stati acquisiti da un'altra centralina di Macerata (Via Verga) con un valore medio di **0.19 mg/m³**, ricavato nel periodo gennaio-dicembre 2010.

Centralina di Porto S.Elpidio

I dati di **NOx** disponibili vanno dal gennaio 2010 al giugno 2011 e le medie giornaliere dei singoli mesi sono:

NOx	2010											2011						
	g	f	m	a	m	g	l	a	s	o	n	d	g	f	m	a	m	g
ug/m ³	105	118	86	63	47	37	45	45	52	81	108	128	86	84	68	60	51	49

Tali valori presentano il classico andamento stagionale delle note trasformazioni degli NOx in presenza di aumento di radiazione solare.



La media giornaliera globale dei 18 mesi considerati è di circa **73 ug/m³**.

Dalla stessa centralina i dati disponibili per il **PM10** vanno da gennaio ad agosto 2010 e da marzo a giugno 2011.

PM10	Porto S.Elpidio	
ug/m³	8 mesi 2010 (gen-ago)	36.32
ug/m³	4 mesi 2011 (mar-giu)	39.22

La media giornaliera globale dei 12 mesi considerati è di circa **38 ug/m³**.

Centralina di Macerata

I dati di **NOx** considerati vanno dal gennaio 2010 al dicembre 2011 (703 giorni) e la media giornaliera globale dei 24 mesi risulta di circa **50 ug/m³**.

Per il **PM10** abbiamo considerato i valori disponibili dal 2010 al 2012:

PM10	Macerata – P.zza Vittoria	
ug/m³	2010 (317 gg)	35.83
ug/m³	2011 (333 gg)	36.46
ug/m³	2012 (125 gg)	34.83

La media giornaliera globale dei 28 mesi considerati è di circa **36 ug/m³**.

Scelta del valore di fondo

Per riassumere:

- centralina di **Porto S.Elpidio** (zona costiera/urbana - 6 m slm)
- centralina di **Macerata** (zona collinare/preval. urbana - 290 m slm)
- nuova bretella (zona collinare/rurale - 80/90 m slm)

Quindi, rispetto alla posizione in studio lungo la S.P.239 si può affermare che:

- la centralina di Porto S.Elpidio tende a **sovrastimare** gli **NOx** per l'ambito urbano in cui opera (maggior traffico), con effetti di mascheratura dal vento a causa dei palazzi circostanti (effetto "canyon" e minor dispersione degli inquinanti);
- la centralina di Macerata tende a **sottostimare** gli **NOx** perché situata vicino ad una zona rurale lungo un crinale in quota che agevola la dispersione degli inquinanti;
- le due centraline misurano valori simili per il PM10.

Da tali affermazioni stimiamo, con una certa cautela, che per la zona in esame:

- il valore di fondo degli **NOx** potrebbe essere ricavato dal valore medio dei valori delle due centraline e cioè **61.5 µg/m³**
- il valore di fondo del **PM10** risulta praticamente costante con valori oscillanti tra 35/39 ug/m³ e quindi consideriamo un valore medio di **37.7 µg/m³**.

Arrotondando si avrà:

inquinante	Fondo (stimato)
NOx	62 µg/m³
PM10	38 µg/m³
CO	0.20 mg/m³

Valutazione del valore di fondo rispetto ai valori ricavati dalle simulazioni

Con particolare riferimento alla L.R. n°7/2004 approvata con D.G.R.1600 del 21/12/2004, tali valori di fondo verranno utilizzati per verificare il rispetto degli standard ambientali, nel caso specifico per il rispetto dei "criteri fondati su bilanci ambientali complessivi degli effetti attesi".

Nel caso in esame, è ragionevole ritenere che lo **spostamento del traffico** dalla strada esistente (Via XXV Aprile - S.P.239) alla nuova bretella sarà consistente. Attualmente, infatti, la quasi totalità degli autoveicoli ed autocarri consiste in traffico da **attraversamento** ed in minima parte in traffico locale. Con una stima cautelativa si può considerare che sulla nuova bretella verrà deviato almeno il **90%** del traffico attuale presente sulla Via XXV Aprile con il restante **10%** ad uso quasi esclusivo dei residenti.

Verranno eliminati i numerosi **rallentamenti** e "stop and go" sulla Via XXV Aprile dovuti alla presenza di **accessi privati, negozi, locali pubblici, attraversamenti pedonali**, mentre sulla nuova bretella la fluidità del traffico permetterà una quasi totale assenza di stazionamento dei veicoli, con relativo minore inquinamento atmosferico.

Le simulazioni effettuate sulla **attuale S.P. 239** hanno evidenziato valori di NOx, PM10 e CO **maggiori** (tra il 19% ed il 46%) rispetto alla situazione che si avrà post operam utilizzando la nuova bretella, confermando le valutazioni appena esposte.

La situazione che si prospetta sarà quindi migliorativa rispetto alla situazione attuale per i seguenti motivi:

- i valori di fondo ipotizzati non verranno aumentati, grazie allo spostamento del traffico (90%);
- i valori ricavati dalle simulazioni della nuova bretella sono migliori (tra il 19% ed il 46%) rispetto alla situazione ante operam;
- il traffico leggero di attraversamento e quello pesante commerciale potrà essere deviato **esclusivamente** sulla nuova bretella (mediante segnaletica stradale)

mantenendo il traffico sulla attuale S.P.239 solo per i residenti, il carico e scarico ed altre attività locali (negozi).

Sulla base di tali evidenze risulta che la nuova bretella stradale avrà un impatto sull'ambiente non distinguibile dagli effetti preesistenti.

I valori numerici delle simulazioni mettono in risalto, addirittura, un miglioramento rispetto alla situazione attuale.

Considerazioni sui cantieri

I cantieri sono una sorgente di emissioni di polveri che possono avere un impatto temporaneo sulla qualità dell'aria locale. L'emissione di polveri può variare spesso ed in maniera sostanziale da giorno a giorno, dipendendo dal tipo di attività svolta, dalle operazioni specifiche eseguite in cantiere e dalle condizioni meteorologiche prevalenti. Una gran parte delle emissioni deriva dal traffico locale lungo le strade di collegamento verso il cantiere.

Tali emissioni sono in contrasto con altre sorgenti di polveri, relativamente stabili o che seguono un ciclo annuale individuabile. Inoltre c'è spesso la necessità di stimare le emissioni da cantieri estesi, senza considerare la disposizione precisa dei singoli macchinari.

Allo stato attuale risulta particolarmente difficile operare una stima delle emissioni di PM10 prodotte nella fase di cantiere a seguito delle operazioni di movimentazione del materiale inerte e/o per effetto del passaggio dei mezzi.

Durante l'esecuzione dell'opera le attività di sbancamento sono in assoluto di modesta entità e limitate all'area di ingombro del tracciato stradale.

A questo occorre aggiungere che, data la fase preliminare del progetto, non è possibile ipotizzare con esattezza tipo e natura dei mezzi che effettivamente verranno impiegati per i movimenti di terra. In ambito nazionale, sono risultati vani approfondimenti eseguiti nella direzione di ricercare valori di letteratura e/o indicazioni, anche di massima, per tentare un approccio alla soluzione fondato su basi scientifiche. Ciò ha portato a concentrare le ricerche al di fuori dell'Italia e precisamente nella normativa che regola i fattori di emissione negli USA e cioè la AP-42 dell'U. S. Environmental Protection Agency.

Il presente studio non intende confrontare il valore delle PM10 in fase di cantiere con quello in fase di esercizio essendo due situazioni assai diverse sia temporalmente che per le modalità di emissione.

Inoltre in considerazione della estrema variabilità dei dati di ingresso da utilizzare per la simulazione (durante la fase di cantiere) si è effettuata – relativamente all'emissione

delle PM10 - una simulazione teorica; per tale motivo, non si è ritenuto opportuno approfondire lo studio mediante l'elaborazione di nuove simulazioni.

Nello Studio di Impatto Ambientale si sono indicati gli interventi di mitigazione per contenere al massimo l'immissione in atmosfera di polveri sottili a seguito delle attività di movimentazione di materiale inerte, sia dirette che indirette.

Tra queste si ricorda:

- uso di macchine conformi alle Direttive e comunque di recente costruzione;
- esecuzione di corretta manutenzione e pulizia dei mezzi;
- realizzazione di pavimentazioni con strato di materiale ghiaioso al fine di evitare il sollevamento delle polveri determinate dal passaggio dei mezzi di cantiere;
- recinzione delle aree di cantiere con teli antipolvere di 2 metri di altezza in grado di limitare all'interno del cantiere le aree di sedimentazione delle polveri e di trattenere, almeno parzialmente, le polveri aerodisperse;
- realizzazione di cunette pulisci ruote;
- limitazione - all'interno del cantiere - della velocità dei mezzi a 10 km /h, pena sospensione dei lavori;
- creazione, se necessario, di cumuli di modesta entità;
- impianto di pulizia delle ruote e della scocca dei mezzi all'uscita delle aree di cantiere;
- sospensione dei lavori in caso di vento superiore ai 10 m/s;
- effettuare le operazioni di carico-scarico dei materiali inerti in zone appositamente dedicate e schermate da teli;
- bagnare a frequenze stabilite le piste in terra e le aree di cantiere non pavimentate, in relazione alle condizioni climatiche esistenti e comunque ogni qualvolta si constati la presenza di polveri che si disperdano nell'aria;
- impiego per il movimento terra di macchine gommate al posto di quelle cingolate;
- pulizia periodica dei piazzali pavimentati con spazzatrici e pulitrici meccaniche al fine di rimuovere i materiali in grado di produrre polveri;
- lavaggio delle aree pavimentate;
- adozione di apposito sistema di copertura del carico durante la fase di trasporto nei veicoli utilizzati per la movimentazione degli inerti
- annaffiatura del carico polverulento prima dell'uscita dal cantiere.

Emissioni e parametri correttivi

Utilizzando, quindi, i dati riportati nella normativa AP-42 EPA, in particolar modo nel punto 13.2.3 (Heavy Construction Operations), si sono dedotte le osservazioni di seguito riportate.

La quantità di emissione di polveri dovute ad operazioni di cantiere è proporzionale all'area di territorio coinvolto e al livello di operazioni che si svolgono in esso. Per analogia con la dipendenza parametrica osservata per altre sorgenti di polveri sottili, si è verificato che le emissioni da cantiere sono direttamente correlate al contenuto di sedimenti fini contenuti nel terreno (cioè particolato con diametro inferiore a 75 µm), così come la velocità ed il peso dei mezzi transitanti, ed inversamente correlate all'umidità contenuta nel suolo.

Fattori di emissione

Sono state effettuate alcune campagne di misure per relazionare le emissioni da cantieri direttamente in un fattore di emissione.

Tali campagne basate su misure del polveri totalisospese (PTS), nelle zone limitrofe, hanno portato ad approssimare i fattori di emissione per le attività di cantiere con:

$$E = 2690 \text{ Kg/ettaro/mese di attività}$$

Questo valore è molto utile per sviluppare una stima sulle emissioni totali di cantieri sviluppati su un'area vasta. Tale valore è applicabile in particolar modo ad operazioni svolte con le seguenti caratteristiche:

- livello medio di attività,
- contenuto medio di sedimenti nel terreno,
- clima asciutto.

Poiché il fattore di emissione sopra riportato è riferito alle polveri totali sospese, per ottenere una stima dell'emissione di PM-10, questo fattore può essere considerato, in maniera cautelativa, con il valore di 1/95 delle PTS. Inoltre, poiché la stima del fattore di emissione delle PTS considera che le attività di cantiere siano di 30 giorni al mese, il valore sopra riportato è cautelativo anche per le PTS. Quindi in assenza di interventi di mitigazione si può stimare il PM-10 in:

$$E_{PM10} = 94.4 \text{ µg /m}^3\text{/giorno}$$

Con l'introduzione di accorgimenti di mitigazione, stimabili in un miglioramento cautelativo del 50% si avrà:

$$E_{PM10} = 47.2 \text{ µg /m}^3\text{/giorno}$$

che è un valore più che accettabile considerando tutte le premesse cautelative fatte in precedenza.

Sebbene l'equazione del fattore di emissione rappresenti un mezzo relativamente diretto per preparare un inventario di emissioni in area vasta, l'approccio conservativo per il fattore di emissione può risultare una stima troppo alta per il PM-10 per essere di utilità per specifici cantieri di costruzione.

Studio del nuovo tracciato

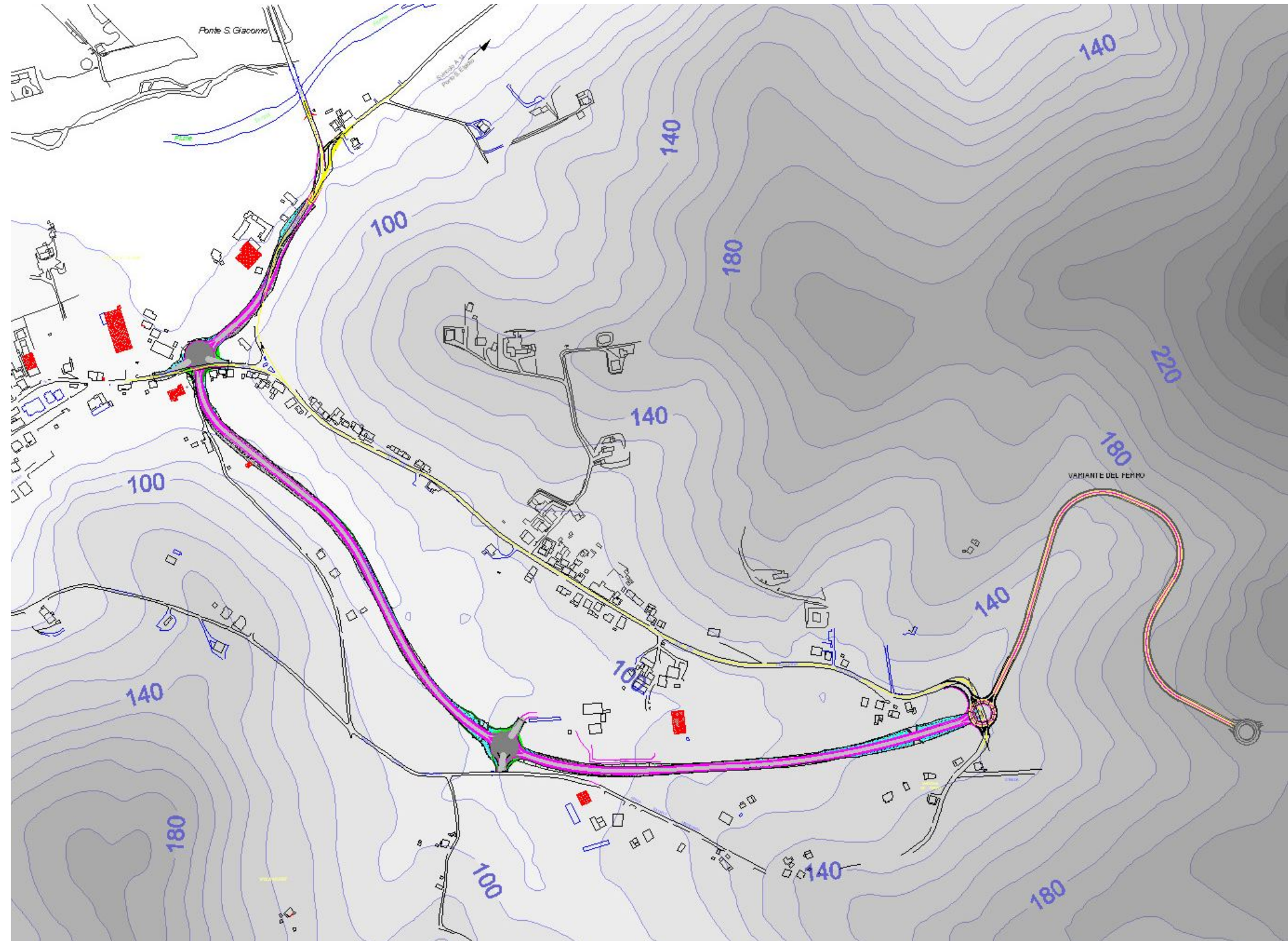
Le simulazioni sono state effettuate lungo il tracciato evidenziato nella figura a lato.

Si possono distinguere le seguenti strade:

- in alto a sinistra, la nuova strada verso lo **svincolo con la A14** in direzione Porto S.Elpidio;
- la nuova **bretella** che si congiunge alla variante del Ferro già in esercizio, tra le rotonde su Via Cattaneo e quella in località Madonna del Ferro.

Gli edifici evidenziati in rosso sono commerciali o produttivi mentre quelli in nero sono residenziali.

Si può notare come la quasi totalità del tracciato attraversi zone rurali.

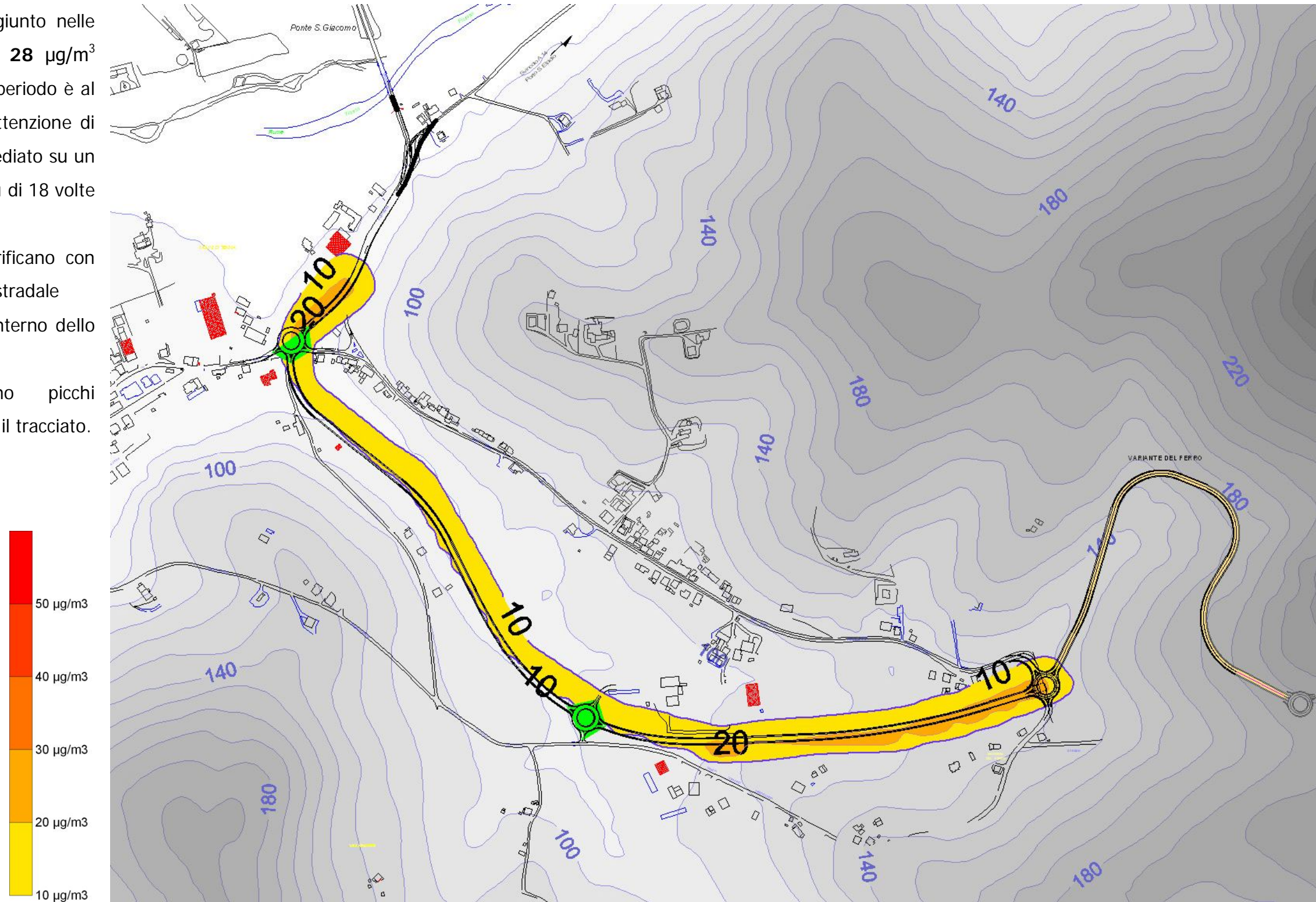


Simulazione per NOx vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di **28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** come media oraria sul periodo è al di sotto del livello di attenzione di **200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** per l'NO₂ mediato su un'ora da non superare più di 18 volte in un anno.

I valori massimi si verificano con vento parallelo all'asse stradale e sono concentrati all'interno dello stesso asse stradale.

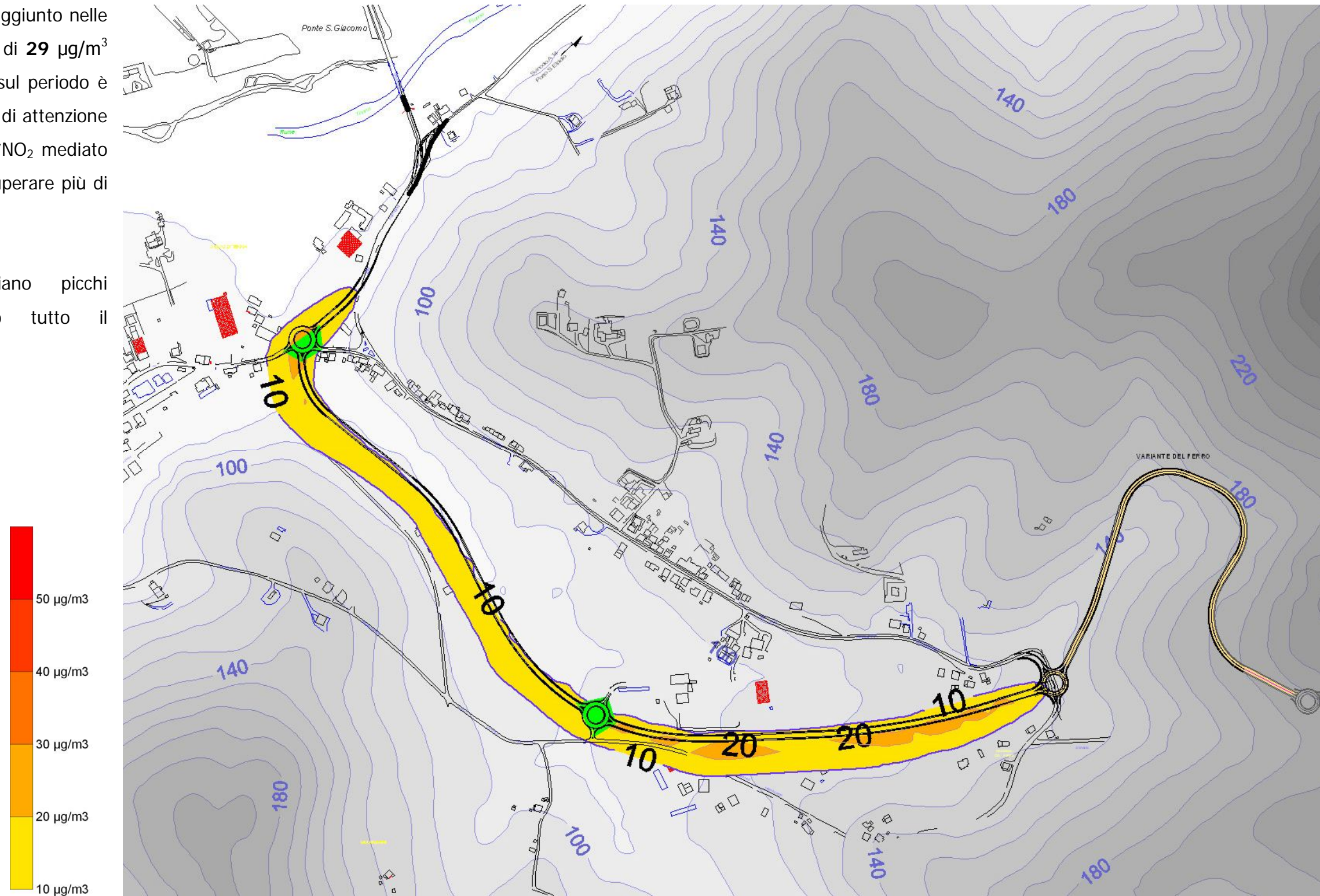
Non si evidenziano picchi significativi, lungo tutto il tracciato.



Simulazione per NOx vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria sul periodo è al di sotto del livello di attenzione di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'NO₂ mediato su un'ora da non superare più di 18 volte in un anno.

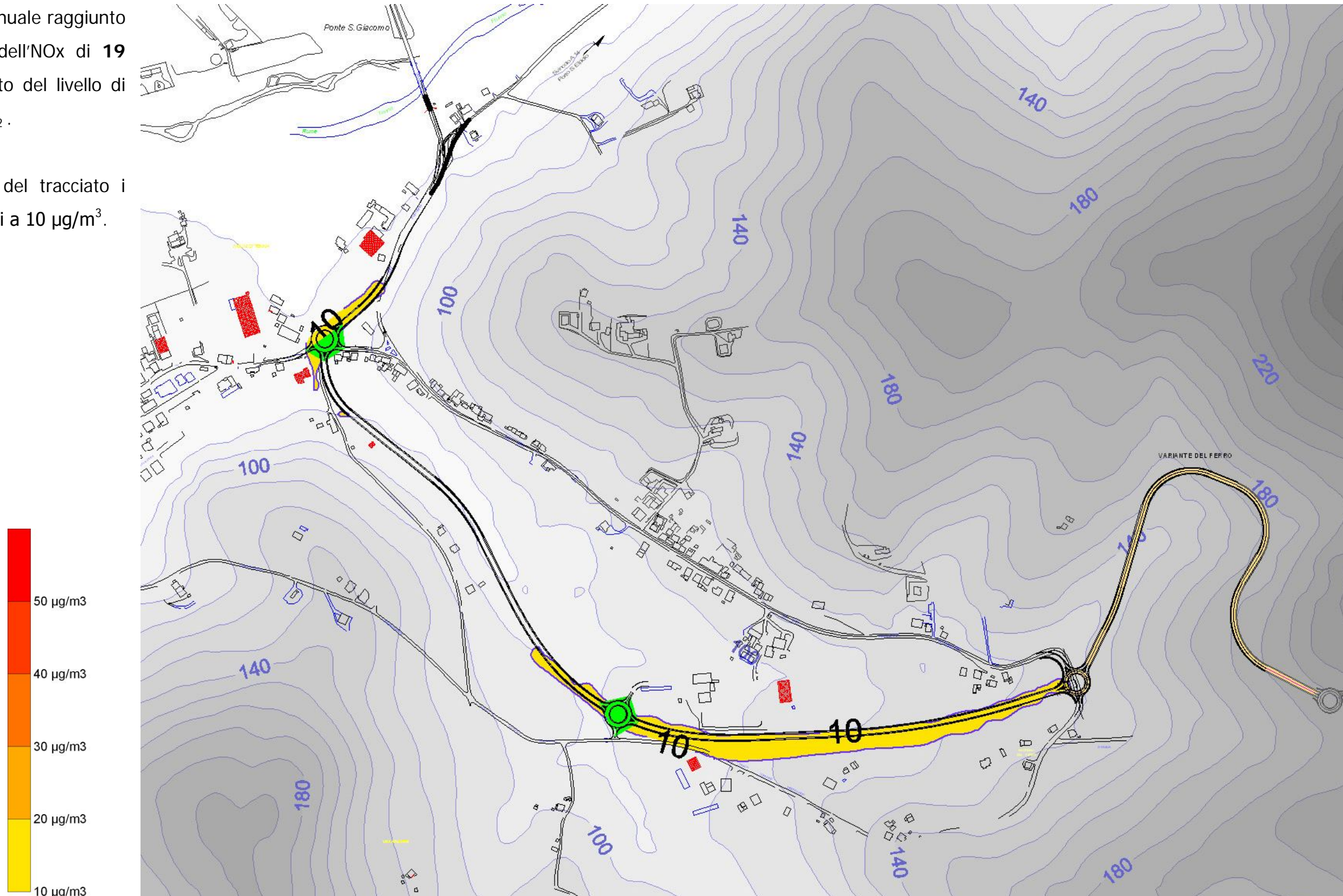
Non si evidenziano picchi significativi, lungo tutto il tracciato.



Simulazione per NOx (media annuale)

Il valore medio annuale raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di **19** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è al di sotto del livello di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'NO₂.

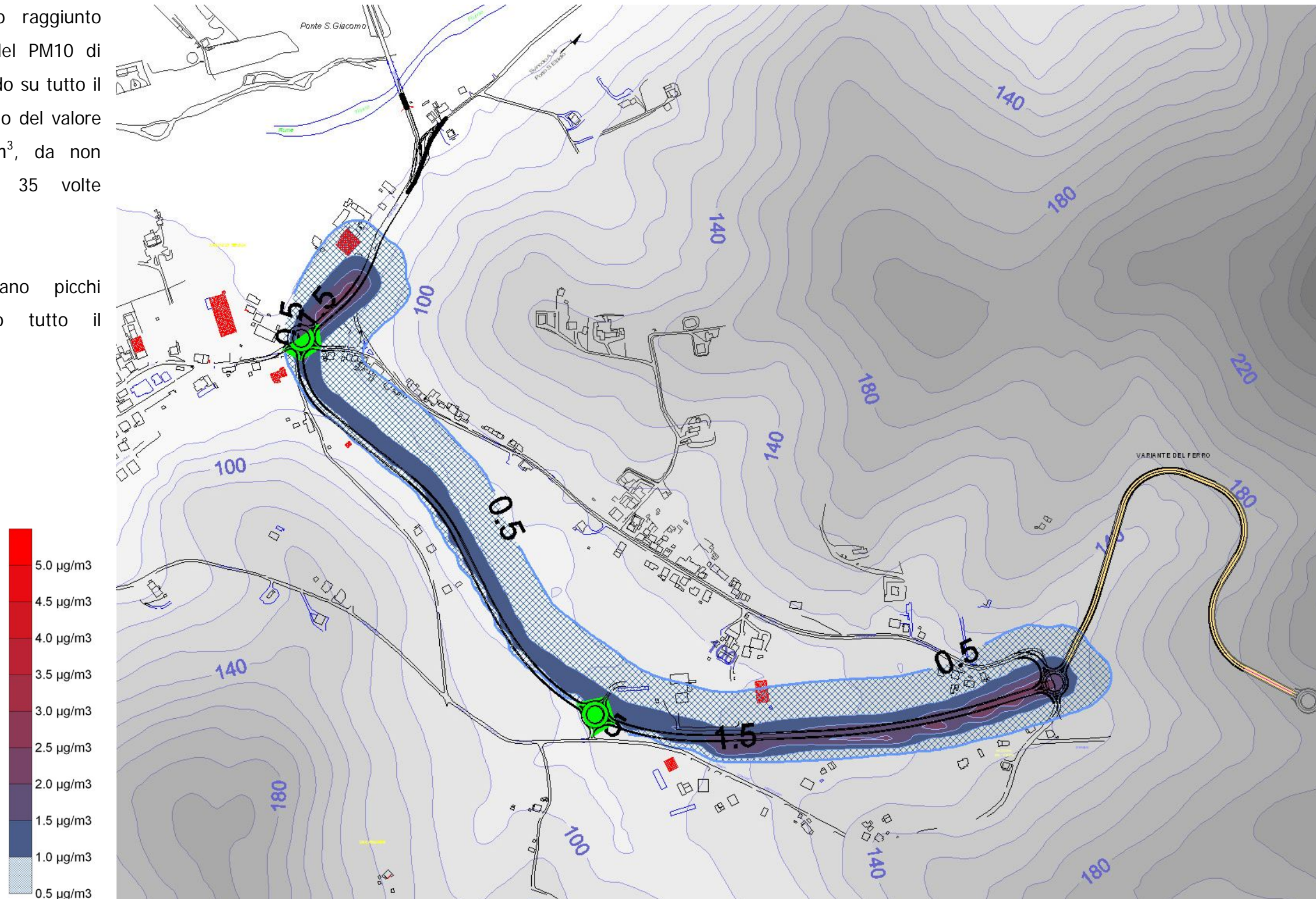
Per buona parte del tracciato i valori sono inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Simulazione per PM10 vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del PM10 di $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mediando su tutto il periodo è al di sotto del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 volte nell'anno.

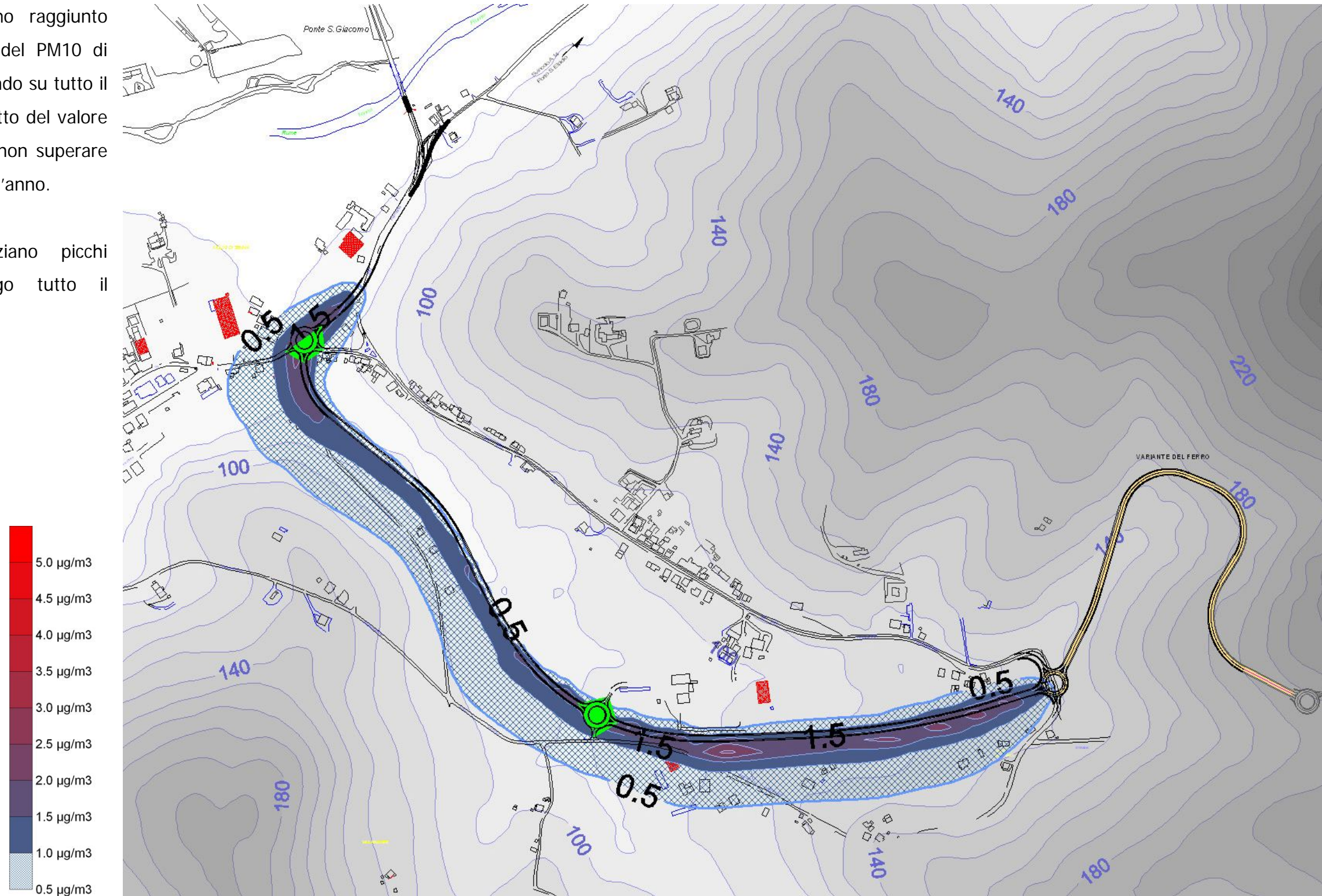
Non si evidenziano picchi significativi, lungo tutto il tracciato.



Simulazione per PM10 vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del PM10 di $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mediando su tutto il periodo è al di sotto del valore limite di 50 , da non superare più di 35 volte nell'anno.

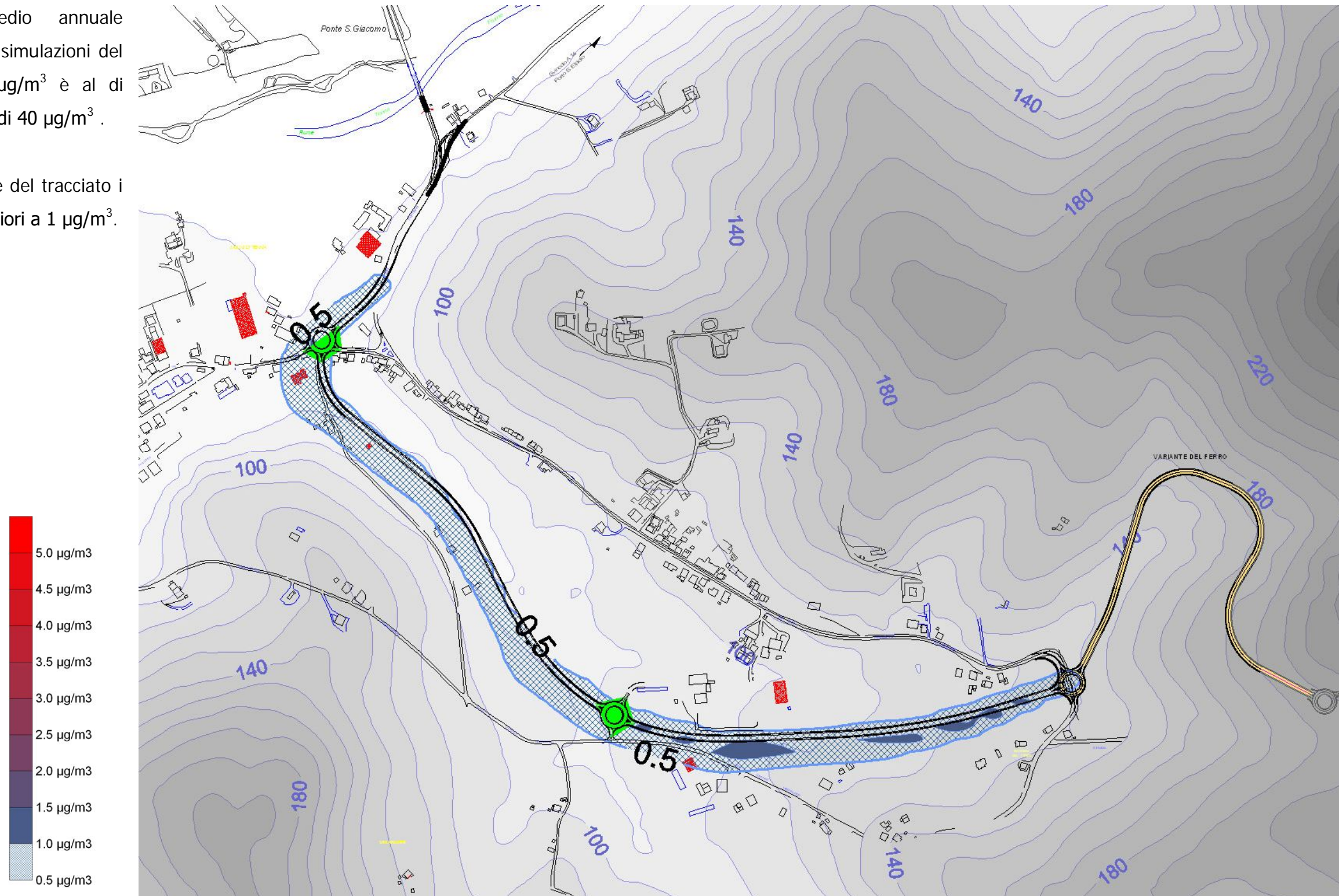
Non si evidenziano picchi significativi, lungo tutto il tracciato.



Simulazione per PM10 (media annuale)

Il valore medio annuale raggiunto nelle simulazioni del PM10 di $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è al di sotto del livello di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

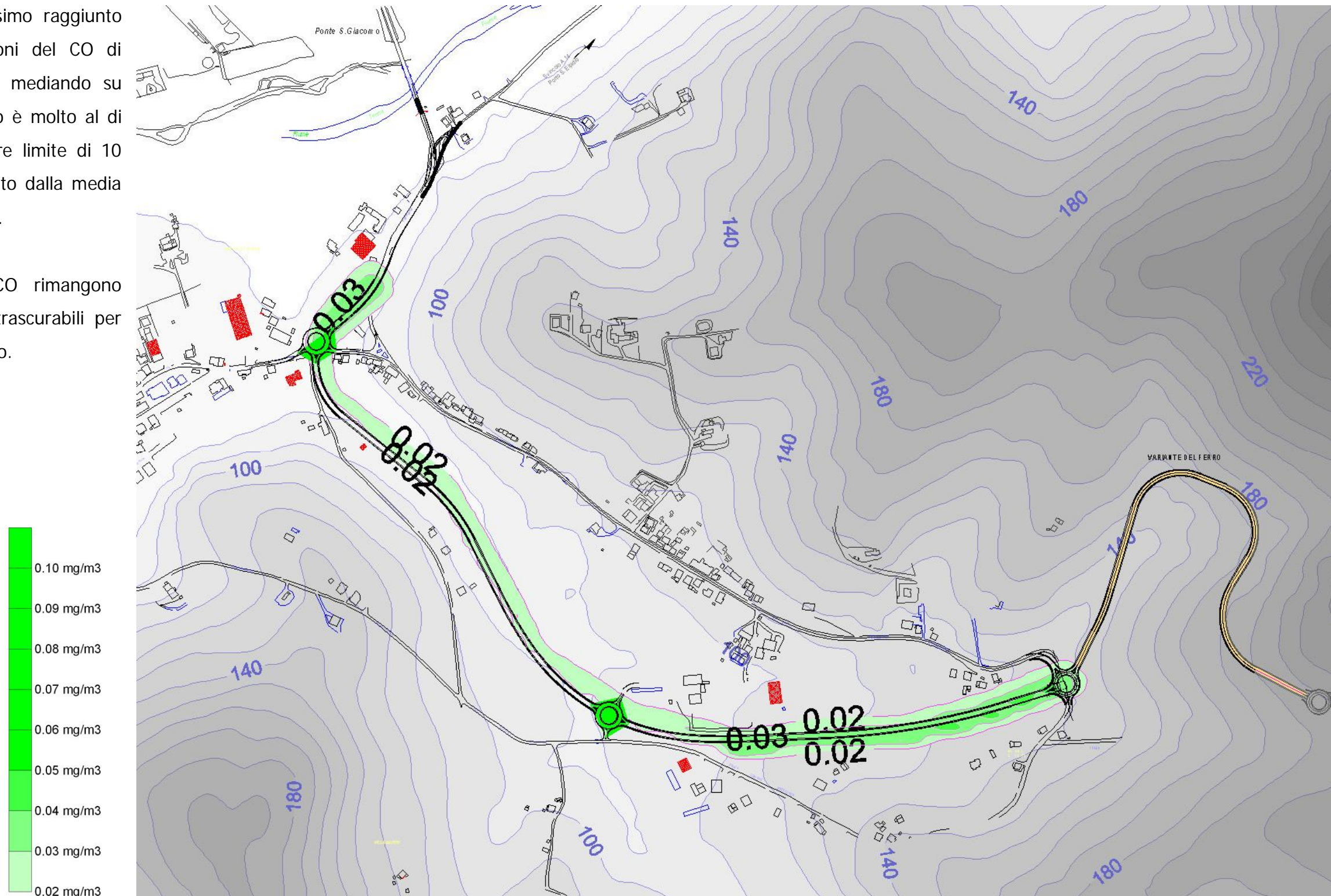
Per buona parte del tracciato i valori sono inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Simulazione per CO vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del CO di **0.048** mg/m³ mediando su tutto il periodo è molto al di sotto del valore limite di 10 mg/m³, ottenuto dalla media oraria su 8 ore.

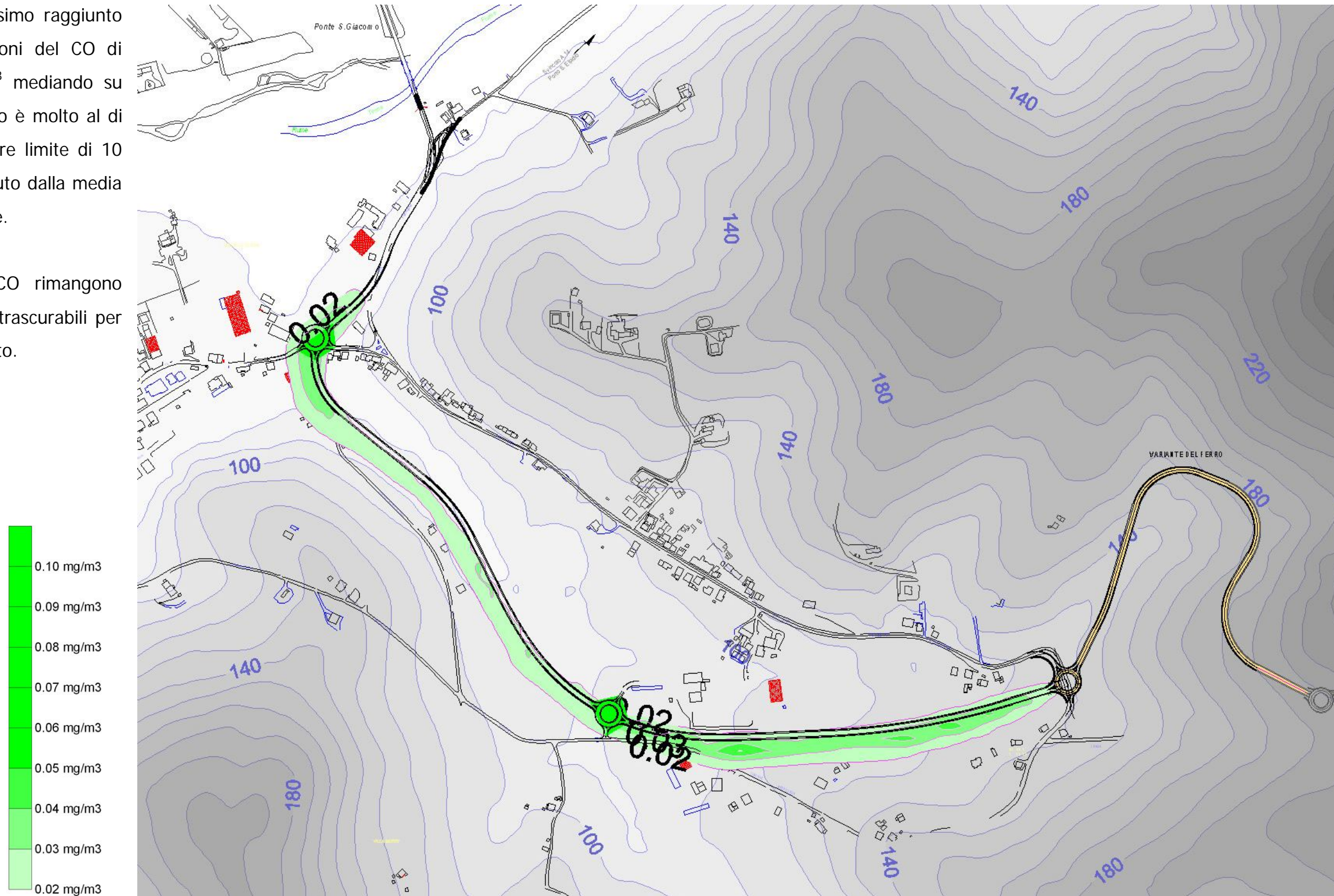
I valori di CO rimangono praticamente trascurabili per tutto il tracciato.



Simulazione per CO vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del CO di **0.052 mg/m³** mediando su tutto il periodo è molto al di sotto del valore limite di 10 mg/m³, ottenuto dalla media oraria su 8 ore.

I valori di CO rimangono praticamente trascurabili per tutto il tracciato.



Studio del tracciato esistente

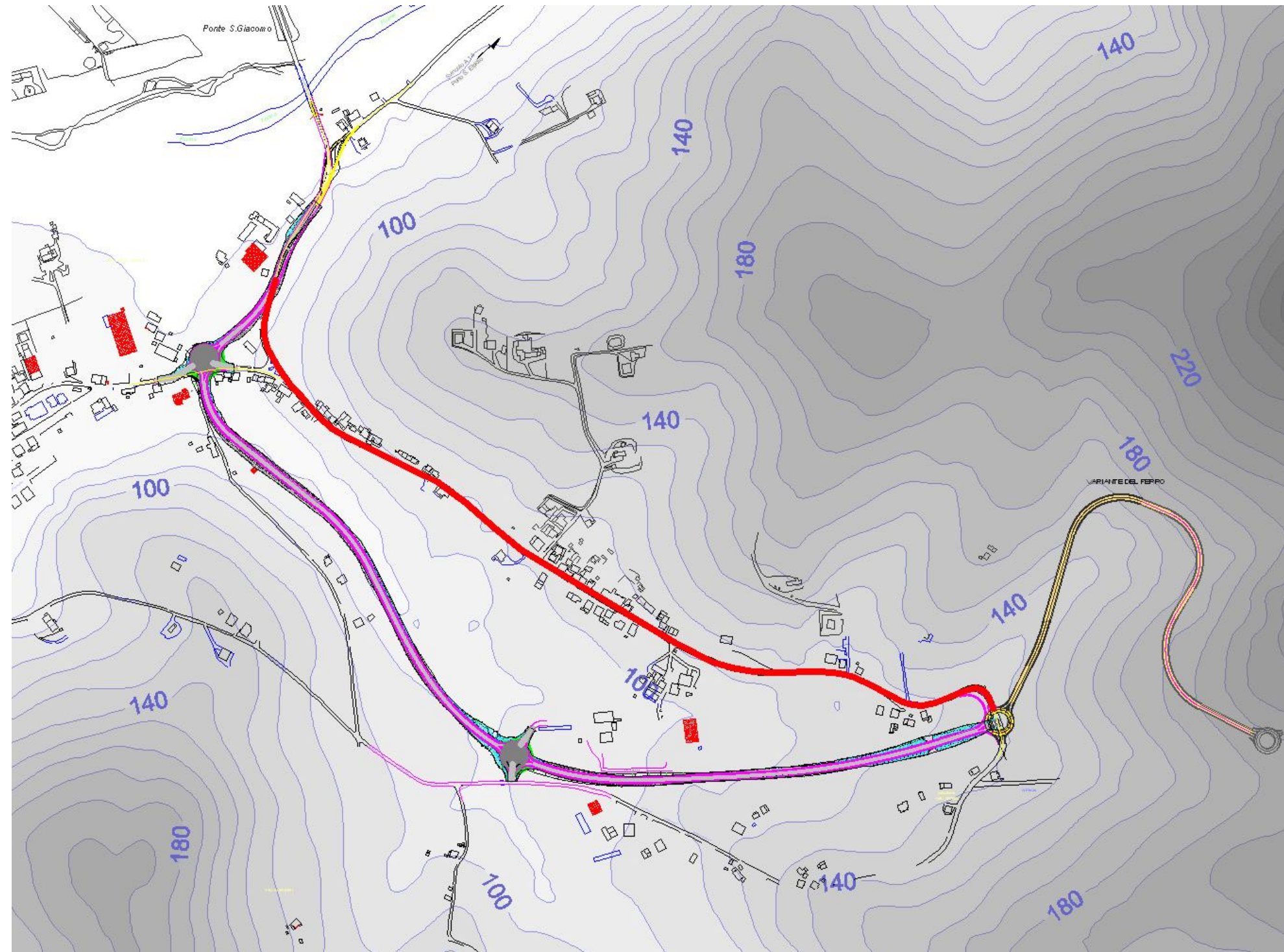
(S.P. n°239 – Via XXV Aprile)

Le simulazioni sono state effettuate lungo il tracciato evidenziato in rosso nella figura a lato.

Si può notare come la quasi totalità del tracciato attraversi zone abitate.

Nelle simulazioni si è tenuto conto del maggior tempo di percorrenza dovuto ai numerosi **rallentamenti** e **“stop and go”** sulla Via XXV Aprile causati dalla presenza di accessi privati, negozi, locali pubblici ed attraversamenti pedonali.

Rispetto alla nuova bretella che si snoda completamente in zona rurale, la Via XXV Aprile passa attraverso l'abitato con le case a ridosso della carreggiata, in alcuni tratti da ambo i lati. In questi casi si verifica un effetto **“canyon”** che non favorisce la dispersione dell'inquinante.

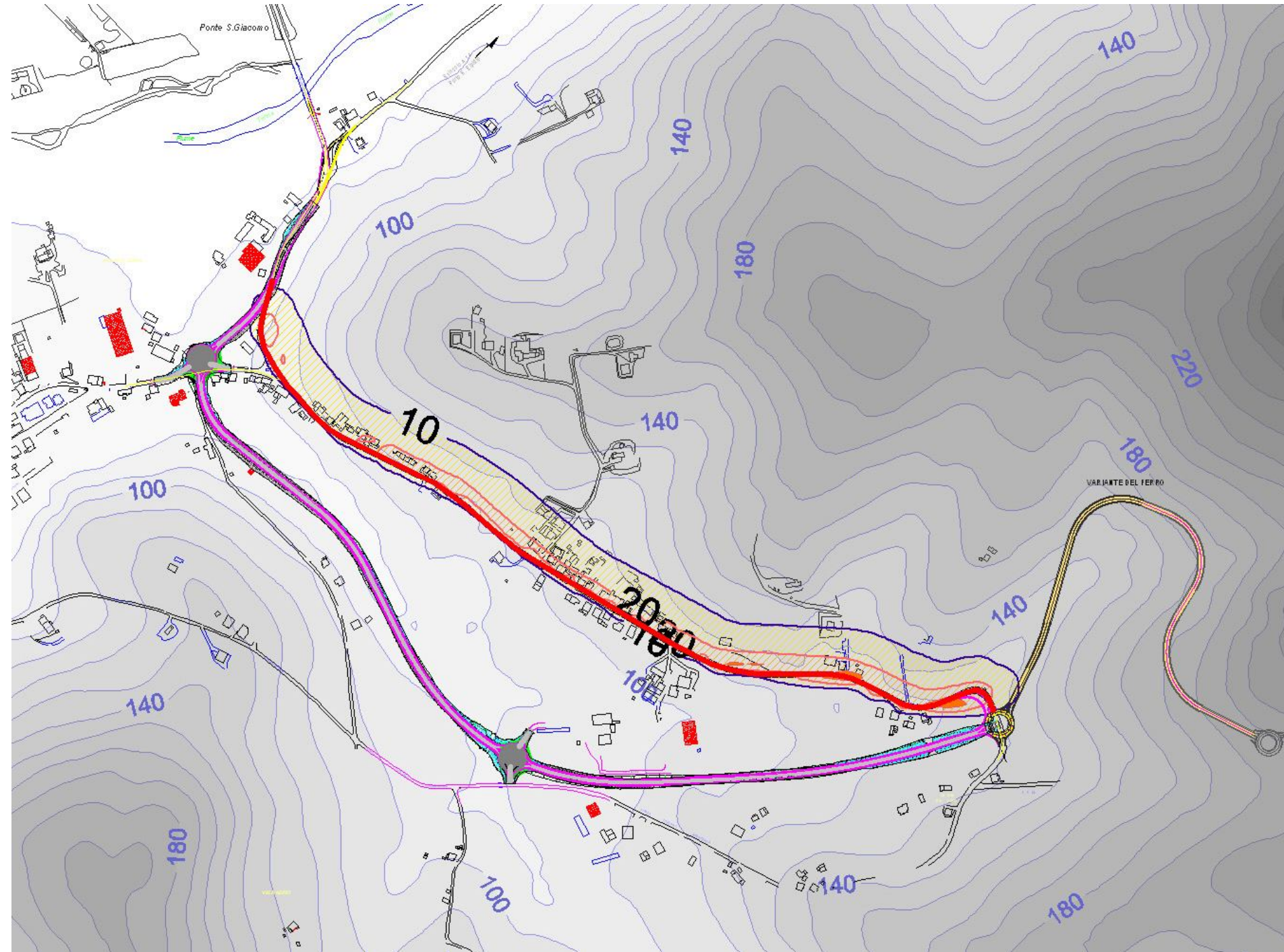
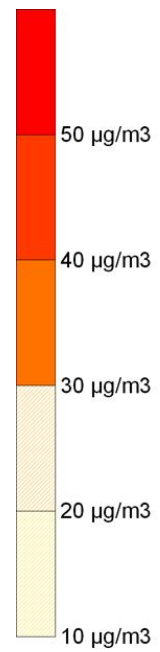


Simulazione per NOx (S.P.239) vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria sul periodo è al di sotto del livello di attenzione di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'NO₂ mediato su un ora da non superare più di 18 volte in un anno.

I valori massimi interessano l'abitato sul lato a NORD-EST.

L'effetto "canyon" tra le due file di case e la collina a NORD-EST a ridosso, non agevolano la dispersione.

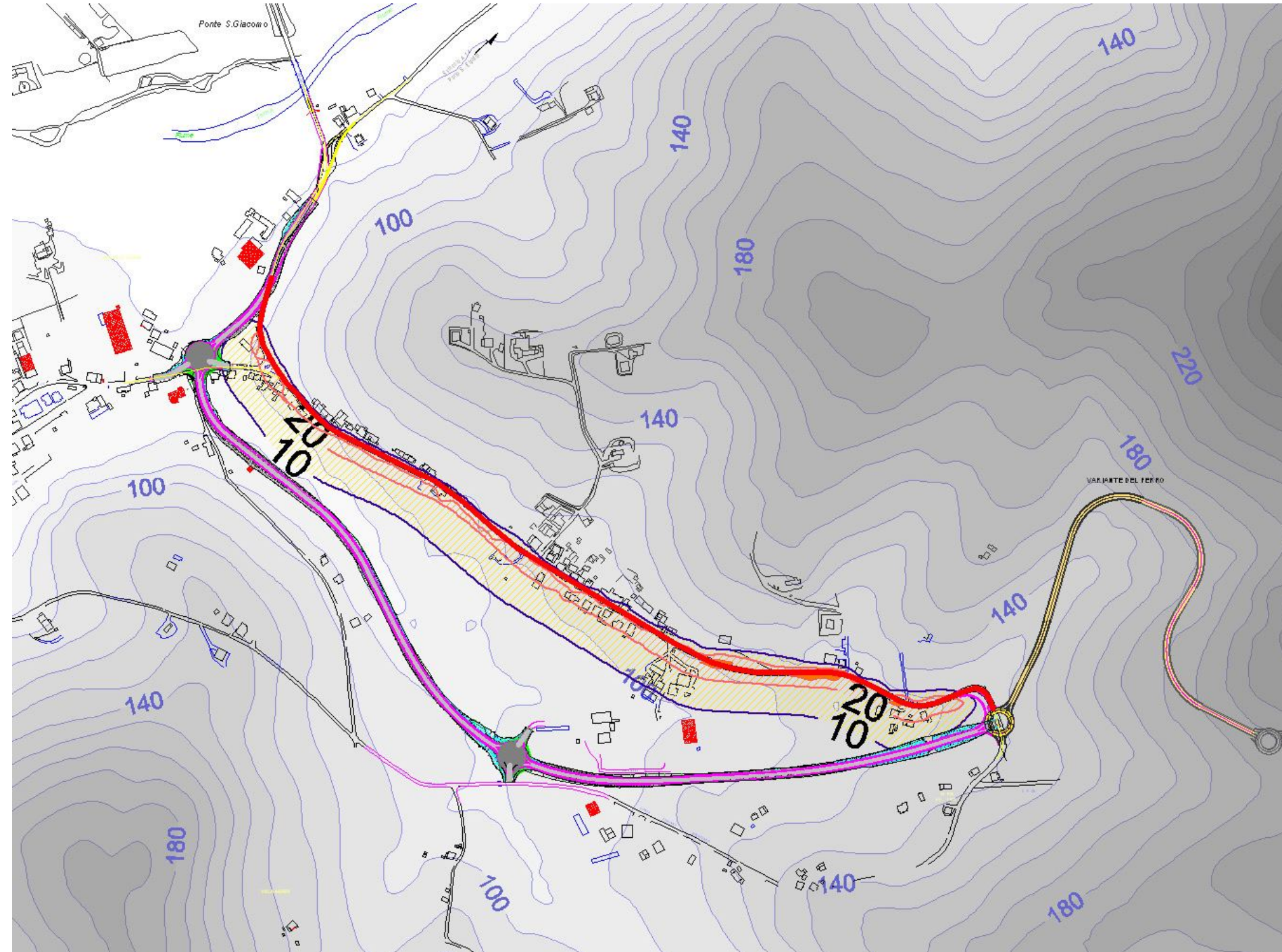
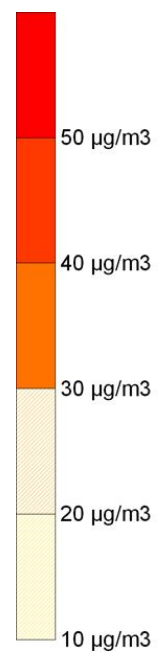


Simulazione per NOx (S.P.239)
vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di **36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** come media oraria sul periodo è al di sotto del livello di attenzione di **200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** per l'NO₂ mediato su un ora da non superare più di 18 volte in un anno.

I valori massimi interessano l'abitato sul lato a SUD-OVEST.

L'effetto "canyon" tra le due file di case non agevola la dispersione.

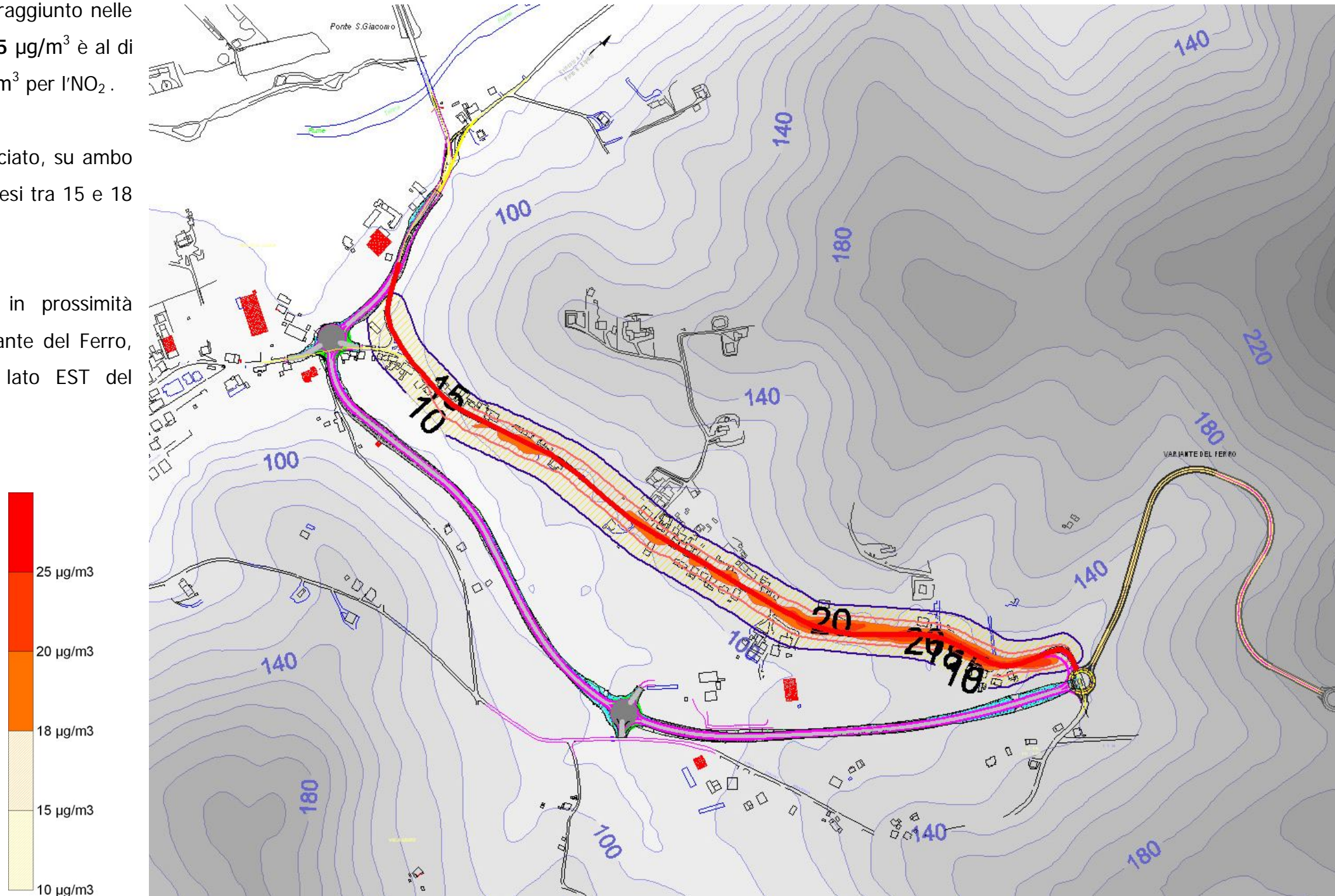


Simulazione per NOx (S.P.239) (media annuale)

Il valore medio annuale raggiunto nelle simulazioni dell'NOx di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è al di sotto del livello di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'NO₂.

Per buona parte del tracciato, su ambo i lati, i valori sono compresi tra 15 e 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'orografia del terreno in prossimità della rotatoria della variante del Ferro, crea un accumulo sul lato EST del tracciato.

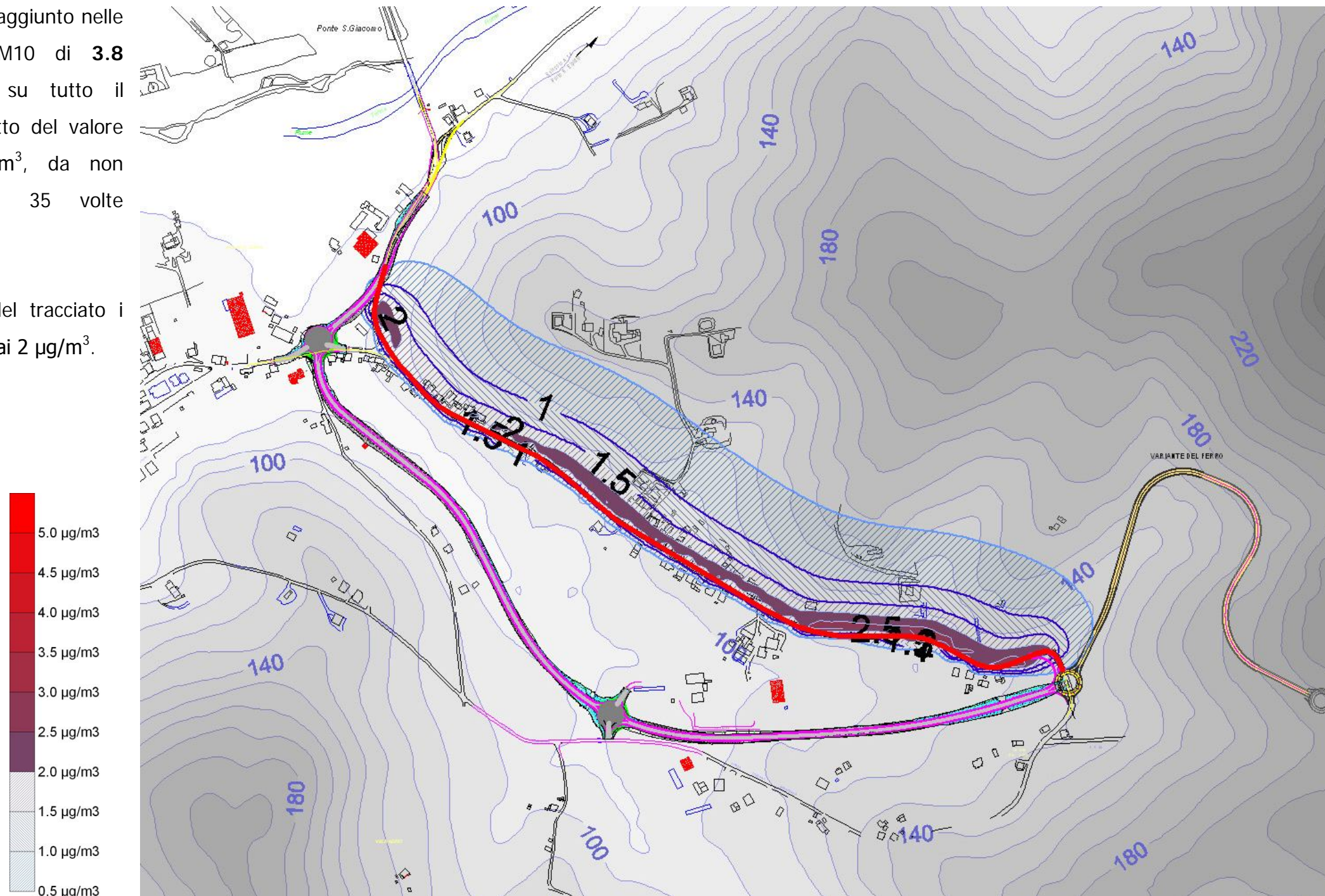


Simulazione per PM10 (S.P.239)

vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del PM10 di **3.8** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mediando su tutto il periodo è al di sotto del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 volte nell'anno.

Per buona parte del tracciato i valori sono attorno ai $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

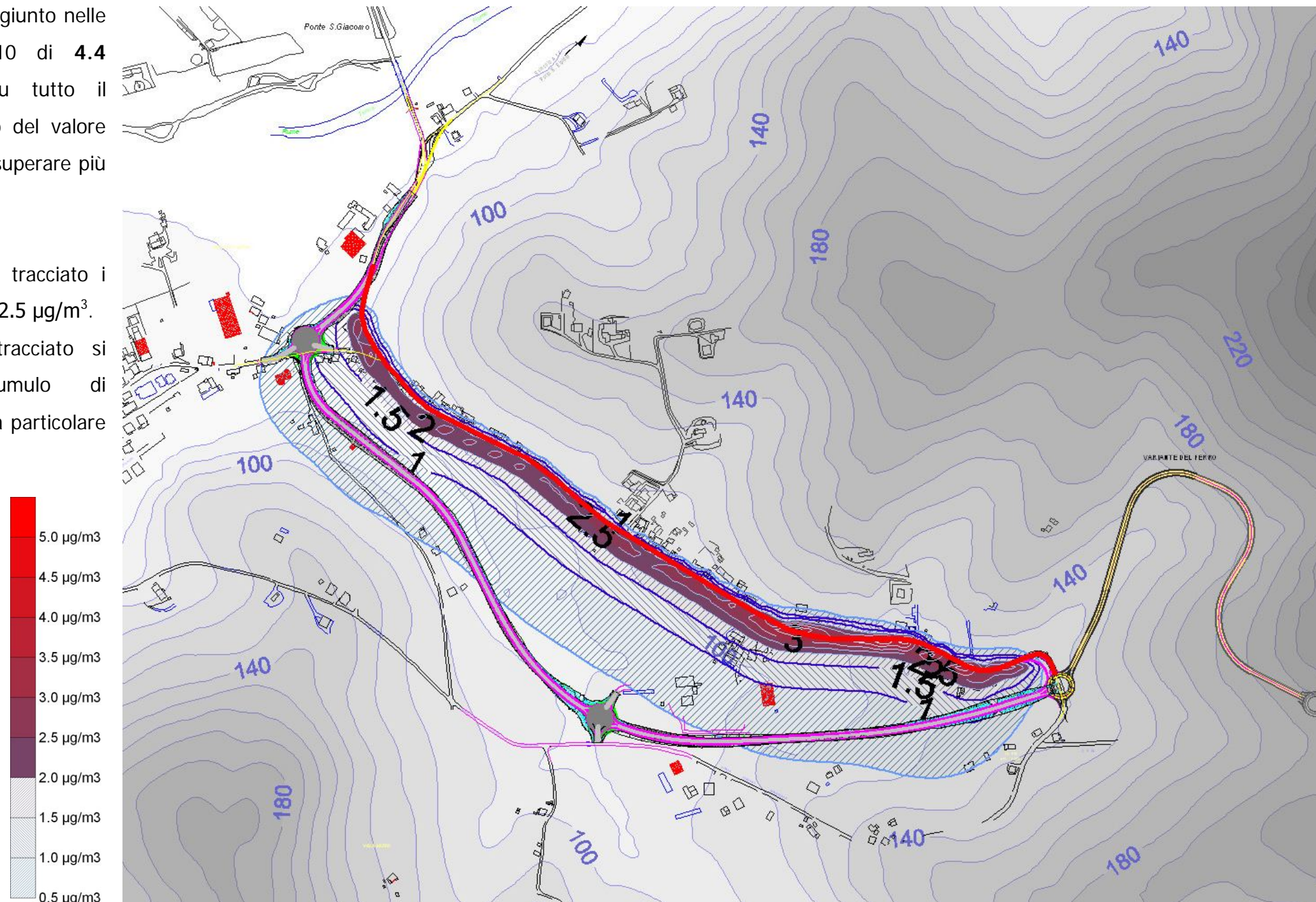


Simulazione per PM10 (S.P.239)

vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del PM10 di **4.4** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mediando su tutto il periodo è al di sotto del valore limite di 50 , da non superare più di 35 volte nell'anno.

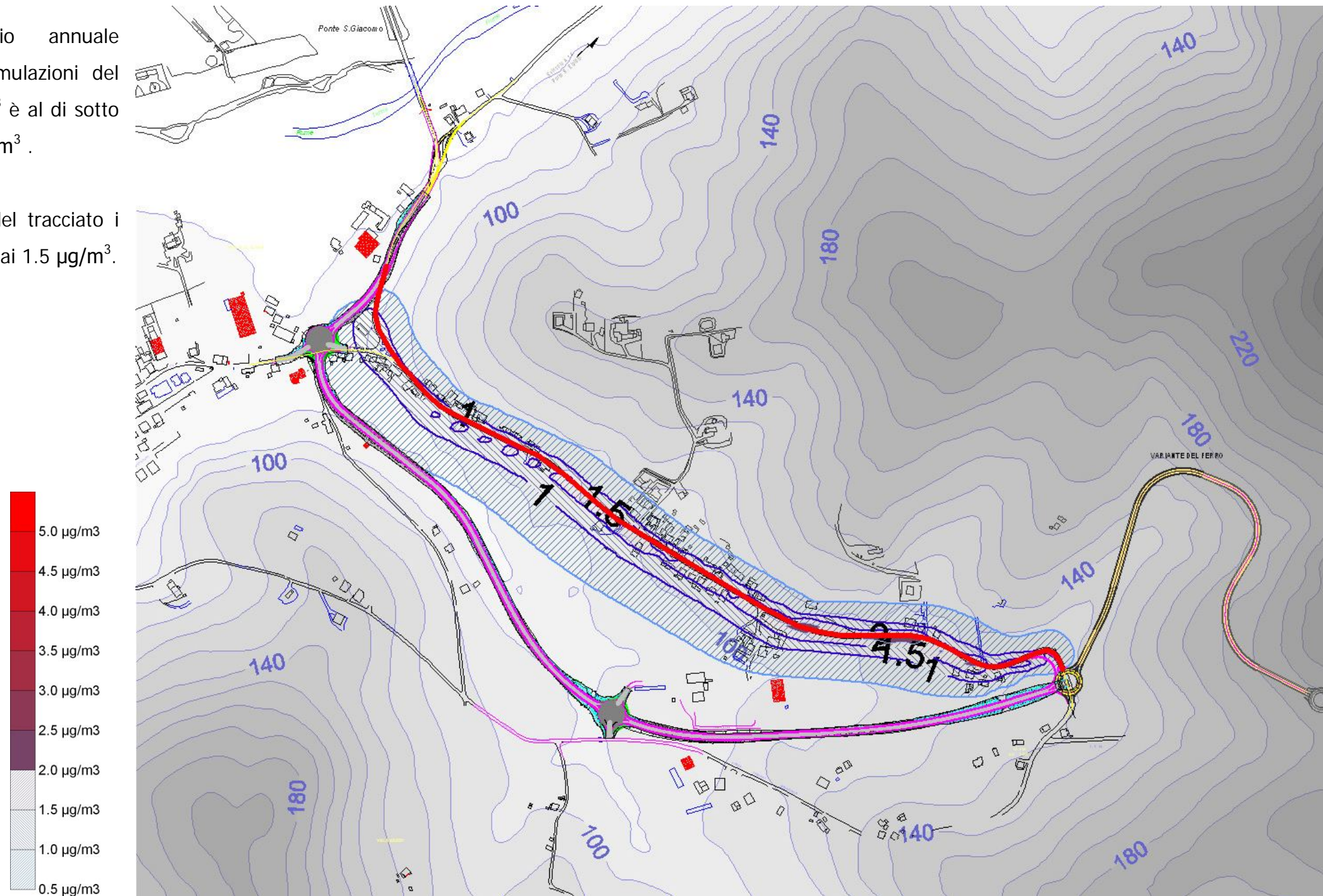
Per buona parte del tracciato i valori sono attorno ai **2.5** $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sul lato EST del tracciato si verifica un accumulo di inquinante dovuto alla particolare orografia del terreno.



Simulazione per PM10 (S.P.239) (media annuale)

Il valore medio annuale raggiunto nelle simulazioni del PM10 di $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è al di sotto del livello di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

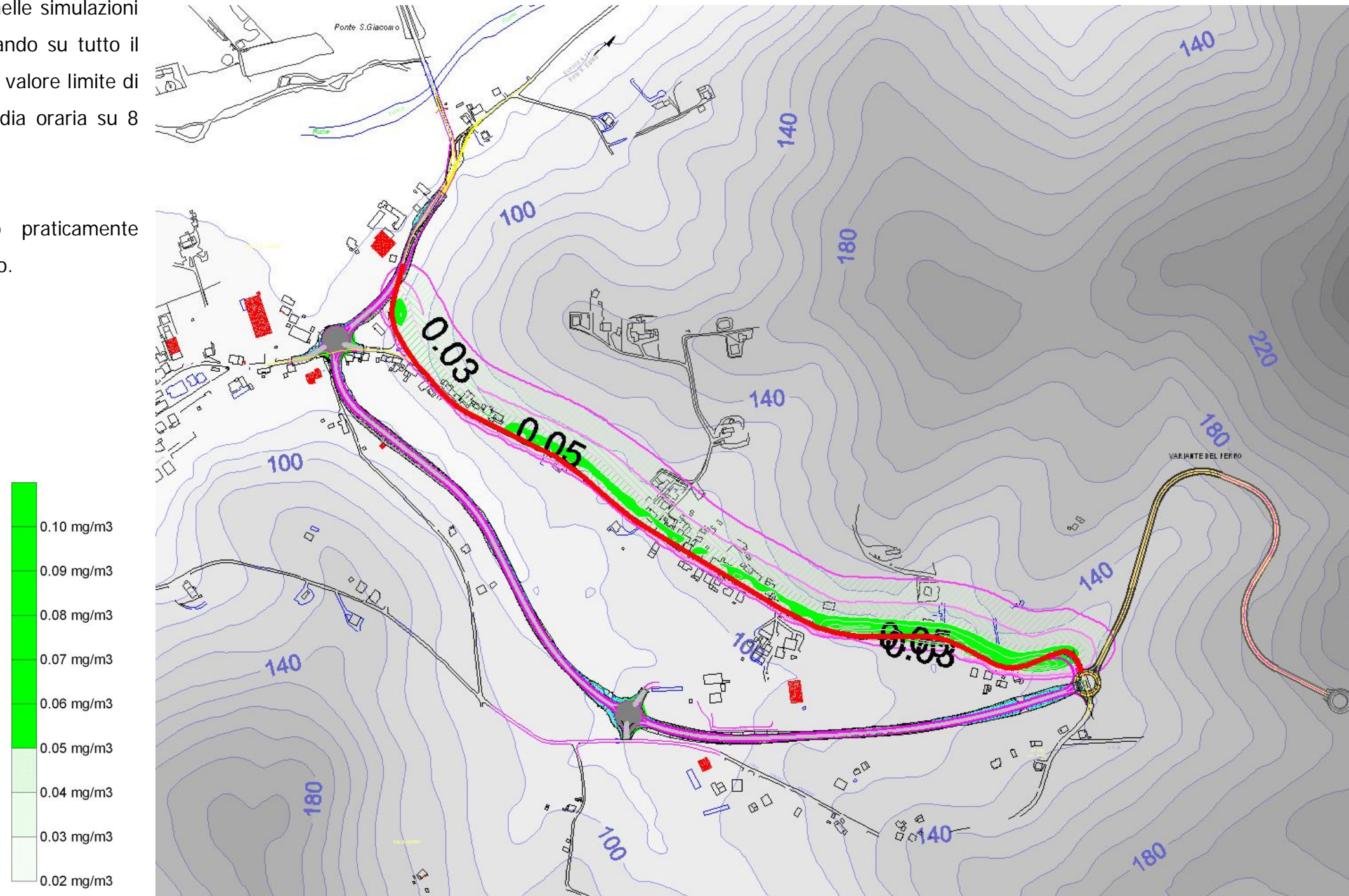
Per buona parte del tracciato i valori sono attorno ai $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Simulazione per CO (S.P.239)
vento verso il 1° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del CO di **0.09 mg/m³** mediando su tutto il periodo è molto al di sotto del valore limite di 10 mg/m³, ottenuto dalla media oraria su 8 ore.

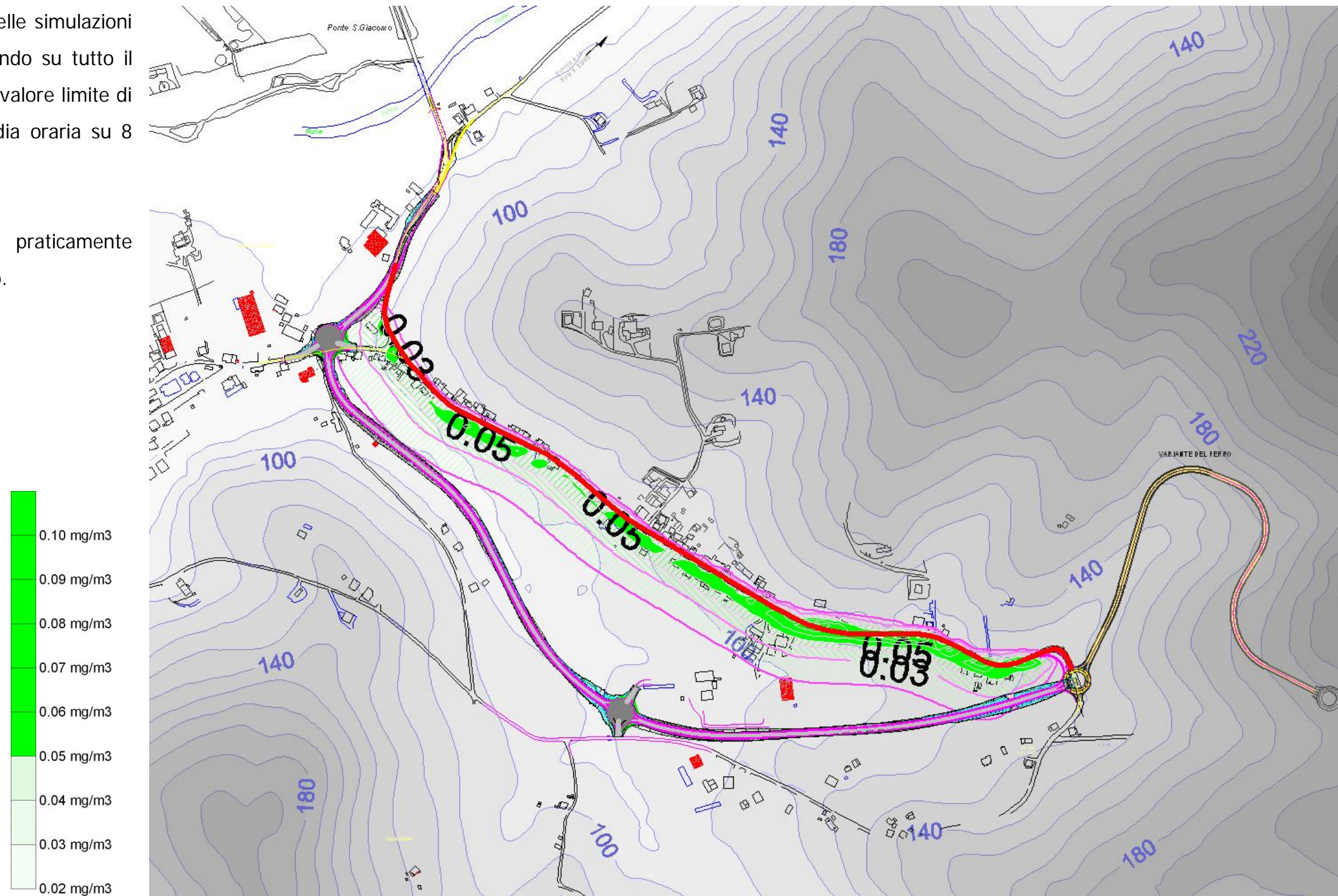
I valori di CO rimangono praticamente trascurabili per tutto il tracciato.



Simulazione per CO (S.P.239)
vento verso il 3° quadrante

Il valore massimo raggiunto nelle simulazioni del CO di **0.09 mg/m³** mediando su tutto il periodo è molto al di sotto del valore limite di 10 mg/m³, ottenuto dalla media oraria su 8 ore.

I valori di CO rimangono praticamente trascurabili per tutto il tracciato.



Confronto numerico del tracciato esistente con la nuova bretella

Dalle simulazioni precedenti è possibile confrontare numericamente i valori tra la situazione ante e post operam.

	NOx µg/m ³			PM10 µg/m ³			CO mg/m ³	
	1q	3q	anno	1q	3q	anno	1q	3q
ANTE OPERAM SP239-Via XXV Aprile	38	36	25	3.2	4.4	2.5	0.09	0.09
POST OPERAM nuova bretella	28	29	19	2.6	2.7	1.5	0.048	0.052
miglioramento %	26.3	19.4	24.0	18.8	38.6	40.0	46.7	42.2

Il miglioramento tra lo scenario ante e post operam è verificabile in **tutte** le situazioni. A questo si possono aggiungere alcune considerazioni sulla nuova infrastruttura:

- si sviluppa completamente in zona rurale;
- "devierà" almeno il 90% del traffico attuale da una situazione di prossimità dei recettori allontanando gli inquinanti dall'abitato;
- la maggior fluidità del traffico permetterà una minore emissione di inquinanti dovuta all'annullamento degli stazionamenti e "stop and go";
- la dispersione degli inquinanti sarà agevolata perché risentirà meno dell'influenza di schermatura dai venti delle colline circostanti.

Valutando ora i criteri fondati sui bilanci ambientali complessivi degli effetti attesi, possiamo fare le seguenti considerazioni, affermando che il **fondo** stimato in precedenza abbia al suo interno i valori delle simulazioni ante operam sulla attuale S.P.239:

NOx			
fondo stimato 62 µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
simulazioni ante operam (S.P.239)	38	36	25
stima del residuo (S.P.239) 10%	3.8	3.6	2.5
simulazioni post operam (bretella)	28	29	19
Totale(residuo+post operam)	31.8	32.6	21.5
miglioramento fondo	6.2	3.4	3.5
miglioramento %	10%	5%	6%

PM10			
fondo stimato 38 µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
simulazioni ante operam (S.P.239)	3.2	4.4	2.5
stima del residuo (S.P.239) 10%	0.32	0.44	0.25
simulazioni post operam (bretella)	2.6	2.7	1.5
Totale(residuo+post operam)	2.92	3.14	1.75
miglioramento fondo	0.28	1.26	0.75
miglioramento %	1%	3%	2%

CO		
fondo stimato 0.20 mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
simulazioni ante operam (S.P.239)	0.09	0.09
stima del residuo (S.P.239) 10%	0.009	0.009
simulazioni post operam (bretella)	0.048	0.052
Totale(residuo+post operam)	0.057	0.061
miglioramento fondo	0.033	0.029
miglioramento %	17%	15%

Quindi rispetto al fondo esistente non solo NON avremo impatti distinguibili dagli effetti preesistenti ma addirittura avremo miglioramenti su tutti gli inquinanti.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai dati riportati ed in particolare dall'esame delle mappe allegate e premesso che:

- ogni modello previsionale, in quanto tale, è affetto da limitazioni e da semplificazioni;
- per la simulazione si sono ipotizzate, per ogni ora, condizioni meteorologiche stazionarie;
- è stata ignorata la presenza di manufatti e/o alberature lungo il tracciato stradale;
- nelle simulazioni si è considerata l'ora di massimo carico (TOP);

si può ritenere che la realizzazione dalla strada oggetto del presente studio non ponga problemi di inquinamento atmosferico.

Sulla base dei dati ricavati dalle simulazioni risulta, infatti, che la nuova bretella stradale avrà un impatto sull'ambiente **NON distinguibile dagli effetti preesistenti**. I valori numerici delle stesse simulazioni mettono in risalto, addirittura, un **miglioramento rispetto alla situazione attuale**.

Al contrario, le simulazioni effettuate sulla **attuale S.P. 239** hanno evidenziato valori di NOx, PM10 e CO **maggiori** (tra il 19% ed il 46%) rispetto alla situazione che si avrà post operam utilizzando la nuova bretella.

Tutto ciò dovuto anche al fatto che verranno eliminati i numerosi **rallentamenti** e **"stop and go"** sulla Via XXV Aprile (S.P.239) dovuti alla presenza di **accessi privati, negozi, locali pubblici, attraversamenti pedonali**, mentre sulla nuova bretella la fluidità del traffico permetterà una quasi totale assenza di stazionamento dei veicoli, con relativo minore inquinamento atmosferico.

Quindi, rispetto alla situazione attuale, in cui il traffico veicolare attraversa l'abitato di Molini di Tenna, la situazione futuribile, pur nelle condizioni peggiori di massimo traffico, sarà sicuramente migliore e nemmeno paragonabile a quella attuale.