Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA

BiodivTourAlps

VALUTAZIONE IMPATTO RICADUTE DA TRAFFICO VEICOLARE SU SP 173, SP 172 E COLLE DELLE FINESTRE

Programma di Cooperazione Transfrontaliera INTERREG VI-A France-Italia ALCOTRA 2021-2027- PROGETTO N° 20140

"BiodivTourAlps – biodiversità e turismo : sinergie per il futuro dei parchi alpini" WP33 Monitoraggio delle interazioni uomo/natura (attività outdoor in siti di interesse)

JERA consulting

Gabriella FASCIANI

Parc national du Mercantour · Parc national des Ecrins · Parc national de la Vanoise · Regione Piemonte · Aree Protette Alpi Marittime · Aree Protette Alpi Cozie · Parco Alpi Liguri · Parco Nazionale Gran Paradiso

SCOPO DEL LAVORO

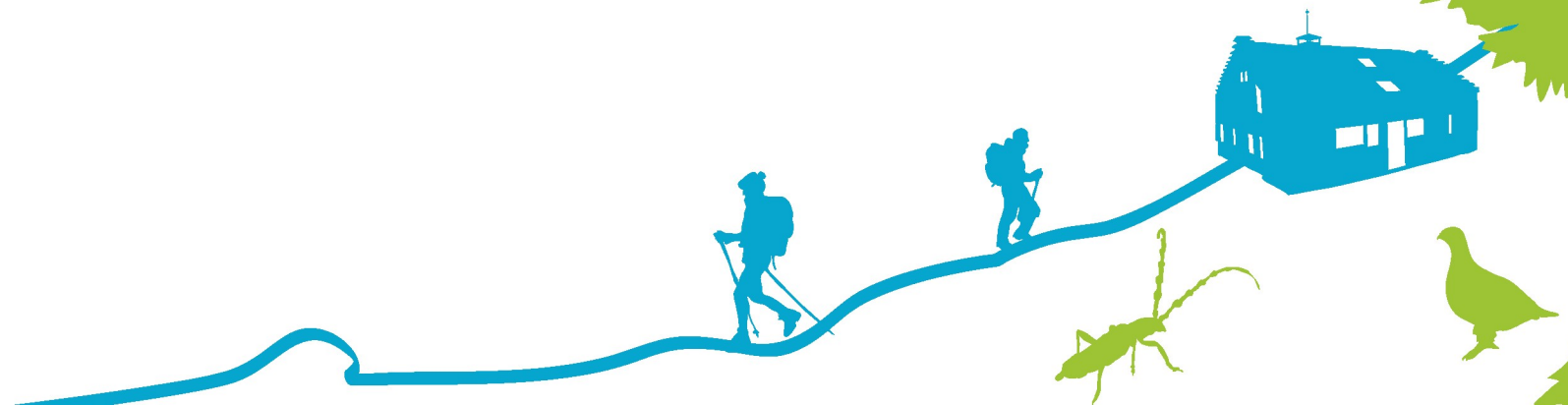
- L'attività di studio è stata **progettata** e **organizzata** per poter fornire delle indicazioni di tipo **chimico** (in termini misurabili) e modellistico, di quanto la presenza umana in aree di particolare pregio ambientale, impatta sugli equilibri e sulla biodiversità di una delle aree gestite dal Parco Alpi Cozie.

- **1**- DEFINIZIONE DELLO SCOPO → SCELTA DEI PARAMETRI DA INDAGARE IN FUNZIONE DELLE SORGENTI

- **2**- VALUTAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE
-
- **3**- PROBLEMATICHE RISCONTRATE → SOLUZIONI APPLICABILI

PROGETTAZIONE

- STATO DEI LUOGHI :
- strada di alta quota prevalentemente sterrata la cui lunghezza è di circa 36 Km
- soggetta a passaggio veicolare (fuoristrada, moto, auto, biciclette) in un periodo temporale molto ristretto (circa due-tre mesi di apertura durante il periodo turistico estivo)
- Area totalmente naturalizzata (prati, boschi, zone umide, ecc.)



PROGETTAZIONE

- TECNICHE DI CAPTAZIONE
- In base alle caratteristiche della strada SP 173 non permette l'utilizzo di sistemi di campionamento alimentati tramite rete elettrica che sono utilizzati normalmente per la valutazione di polveri, sostanze chimiche organiche ed inorganiche (campionatori sequenziali di PTS, PM10, sistemi a chemiluminescenza, ecc.).
- le attività di campionamento sono state orientate su sistemi che permettono di essere attivi in condizioni di "autonomia da fonti energetiche" e che permettano, successivamente, di eseguire analisi chimiche delle componenti identificate (sistemi di tipo passivo)

PARAMETRI ANALIZZATI

SORGENTE TRAFFICO VEICOLARE
(prioritariamente a COMBUSTIONE INTERNA)

- .

- PARAMETRI EMISSIVI

  - EMISSIONI ALLO SCARICO: NO_X – Particolato – CO_2 – CO – NMVOC (IPA).
  - EMISSIONI NON ALLO SCARICO: Particolato derivante dall'abrasione di pneumatici, freni, vernici, oltre a polveri di risollevamento
  - EMISSIONI EVAPORATIVE: (COV) derivanti dall'evaporazione del carburante.

ANALISI CHIMICHE

- Le analisi chimiche sono state effettuate da laboratorio accreditato ISO/IEC 17025 applicando metodi analitici riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale.

- Oltre alle analisi chimiche eseguite sui campioni di acqua prelevati, sono state anche effettuate analisi granulometriche (sulla frazione solida) e riscontri in microscopia elettronica (SEM) della morfologia delle particelle con verifica della loro analisi chimica elementare fornita dall' EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA

BiodivTourAlps

ANALISI CHIMICHE

PARAMETRI
Solidi totali - Residuo secco a 105°C
Solidi Totali, Solidi Totali Fissi - Residuo a 550°C
pH §
Conducibilità
Azoto nitrico (come N)
Azoto nitroso (come N)
Bromuri
Cloruri (come Cl)
Fluoruri
Fosfati (come PO4)
Calcio
Magnesio
Potassio
Sodio

PARAMETRO
Biossido di Azoto (NO_2)

Acenaftene
Acenaftilene
Antracene
Benzo(a)antracene
Benzo(a)pirene
Benzo(b)fluorantene
Benzo(g,h,i)perilene
Benzo(j)fluorantene
Benzo(k)fluorantene
Crisene
Dibenzo(a,h)antracene
Fenantrene
Fluorantene
Fluorene
Indeno(1,2,3-cd)pirene
Naftalene
Pirene

Alluminio
Antimonio
Argento
Arsenico
Bario
Berillio
Boro
Cadmio
Cobalto
Cromo totale
Ferro
Manganese
Mercurio
Molibdeno
Nichel
Piombo
Rame
Selenio
Tallio
Vanadio
Zinco

SISTEMI DI CAMPIONAMENTO ATTIVI

- .





SISTEMI DI CAMPIONAMENTO PASSIVI



- DEPOSIMETRI TOTALI – ANALISI SUL MATERIALE DEPOSITATO (RESIDUO SOLIDO + ACQUA PIOVANA)
- Parametri ricercati:
- IPA
- Metalli
- Anioni
- Residui
- pH/Conducibilità elettrica/anioni
- Distribuzione granulometrica

SISTEMI DI CAMPIONAMENTO PASSIVI

- CAMPIONATORI DIFFUSIVI A SIMMETRIA RADIALE (ANALISI GAS NO_2)

CORPO ADSORBENTE





CORPO DIFFUSIVO – PE microporoso



PROGETTAZIONE

- ELABORAZIONE DEI DATI

> Per effettuare una corretta valutazione dell'impatto sono stati utilizzati **modelli matematici di diffusione** (algoritmi matematici) che sono stati alimentati con:

> Orografia dell'area
> Condizioni meteo
> Dati di emissione tabulati in funzione della tipologia di traffico

- Ove possibile, le risultanze della modellistica sono state raffrontate con i dati chimici rilevati in modo analitico



PROGETTAZIONE

- ELABORAZIONE DATI

- Sono stati utilizzati un insieme di modelli matematici dispersione atmosferica del tipo non stazionario, sviluppati dalla “Sigma Research Corporation” (Earth Tech, Inc.), nel 1990, e denominato “CALPUFF Model System”. Il sistema sviluppato è composto da tre componenti principali:

- un **processore meteorologico** (CALMET) in grado di ricostruire campi con cadenza oraria, tridimensionali di vento e temperatura, bidimensionali di altre variabili come turbolenza, altezza di mescolamento, ecc;

- un **modello di dispersione non stazionario** (CALPUFF), che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale (“puff”), emessi ad intervalli di tempo prestabiliti;

- un **programma di post-processamento** degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall’utente ed è in grado di interfacciarsi col software **SURFER** per l’elaborazione grafica dei risultati.

PROGETTAZIONE

- ELABORAZIONE DEI DATI

- Per la valutazione delle emissioni di **polveri totali** (considerate come immissioni Polveri totali) sono stati utilizzati , adattandoli alla tipologia dei mezzi in transito sulla SP173, i fattori di emissione indicati dagli algoritmi sviluppati dall'Ente di Protezione Ambientale (EPA) degli Stati Uniti d'America , in particolare US-EPA AP42 cap. 13.2.2 "unpaved road" modificando le condizioni di emissione per adattarle la meglio ai mezzi in transito. Per i valori di emissione di **Ossidi di Azoto** (NOx) sono stati utilizzati i dati tabulati da ISPRA e pubblicati nell'Inventory Report

POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE

- .



POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE

SITO	Campionatori diffusivi	Deposimetri totali
GRAN SERIN	2	1
COLLE ASSIETTA	8	
CASA ASSIETTA	2	4
COL BLEGIER	8	4

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA
BiodivTourAlps

POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE







Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA
BiodivTourAlps

POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE





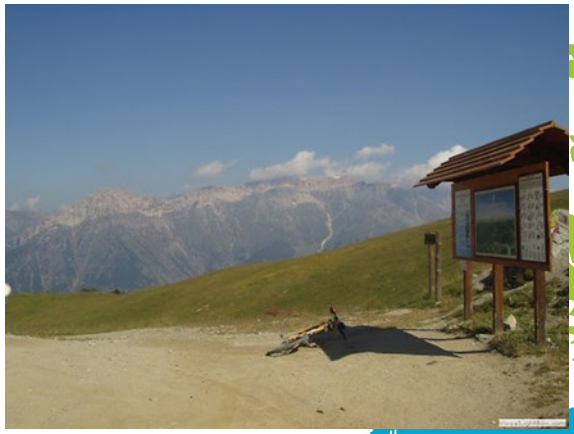


Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA
BiodivTourAlps

POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE







Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA
BiodivTourAlps

POSIZIONAMENTO DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE







RISULTATI ANALITICI

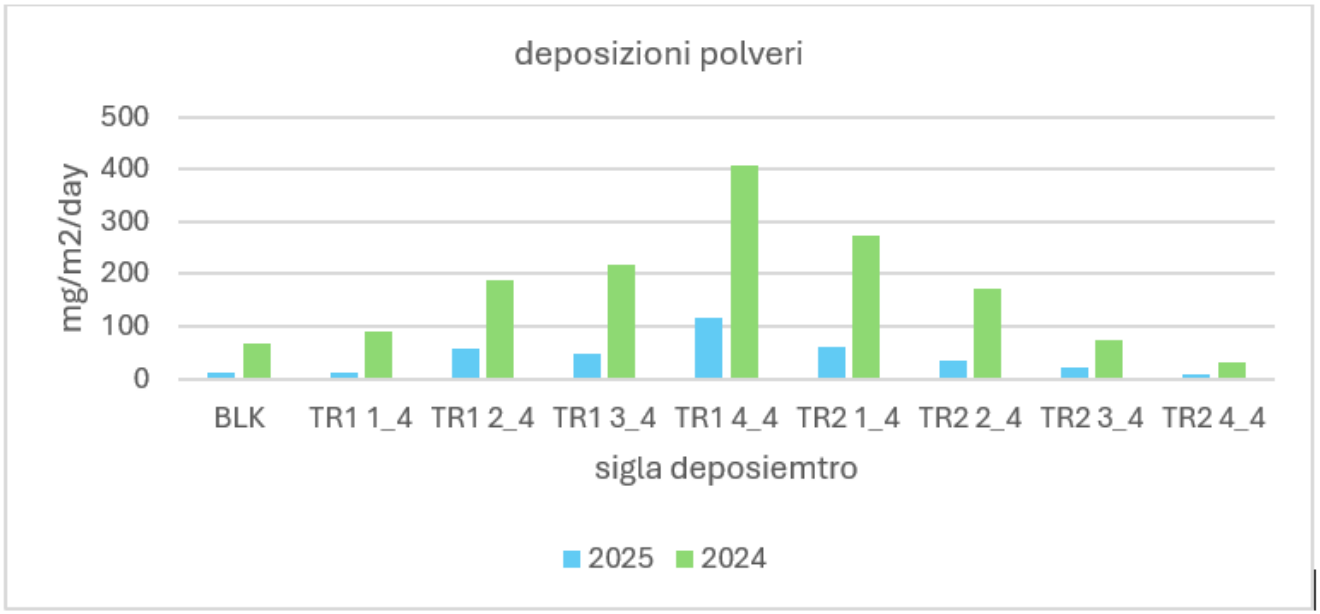
- Gli inquinanti organici non volatili **IPA** (Idrocarburi Policiclici Aromatici) non sono stati rilevati in nessun campione sia nella campagna 2024 che in quella 2025. Tali parametri sono tipici dei gas di combustione dei motori diesel

- Metalli: in ambedue le campagne che sono stati rilevati su alcuni campioni sono metalli riconducibili alla natura geologica dell'area (**Ferro, Alluminio, Calcio e Manganese**). In alcuni casi, nella campagna del 2024, è stato anche identificato, su un numero limitato di campioni **Zinco** e in un campione del transetto 1 sono state rilevate tracce di **Piombo e Bario.**

- La presenza di acqua piovana nei deposimetri si evidenzia con:
  - Valori di pH acidi *2024 tra 7.24 – 5,96*
    2025 tra 6,88 – 5,34
  - Valori di conducibilità elettrica *2024 tra 20,6 e 5,34 uS/cm*
  - *2025 tra 50,9 e 11,2 uS/cm*

DATI OTTENUTI

- - Da notare che nel 2025 si è rilevata anche la presenza di **azoto nitroso ed azoto nitrico**, molto probabilmente di origine biologica e collegata alla presenza di alghe verdi e rosse che sono state rilevate in fase di campionamento.
- - Per quanto concerne la presenza di **materiali sedimentati (**polveri da ricaduta)

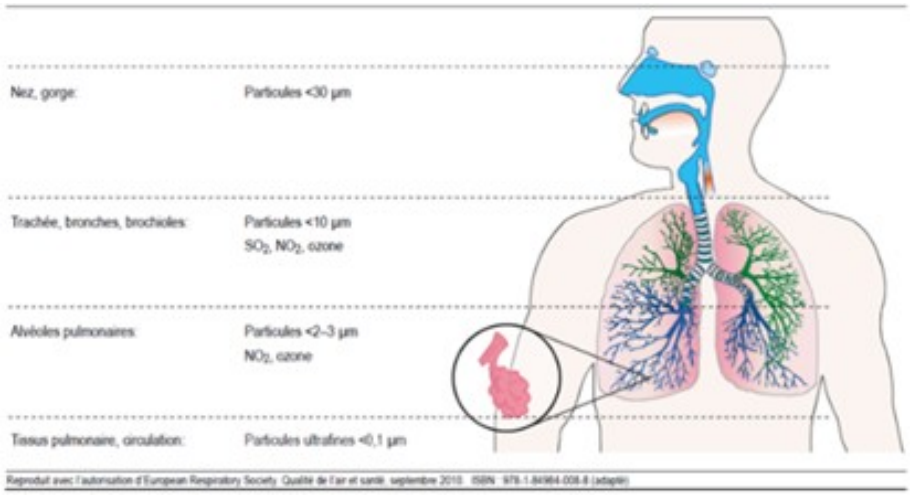


GRANULOMETRIA

- Per poter raffrontare i dati relativi alla granulometria rilevata nei deposimetri con le risultanze a ottenute con la modellistica diffusionale la suddivisone della granulometria è stata uniformata su tre tagli dimensionali:

- .

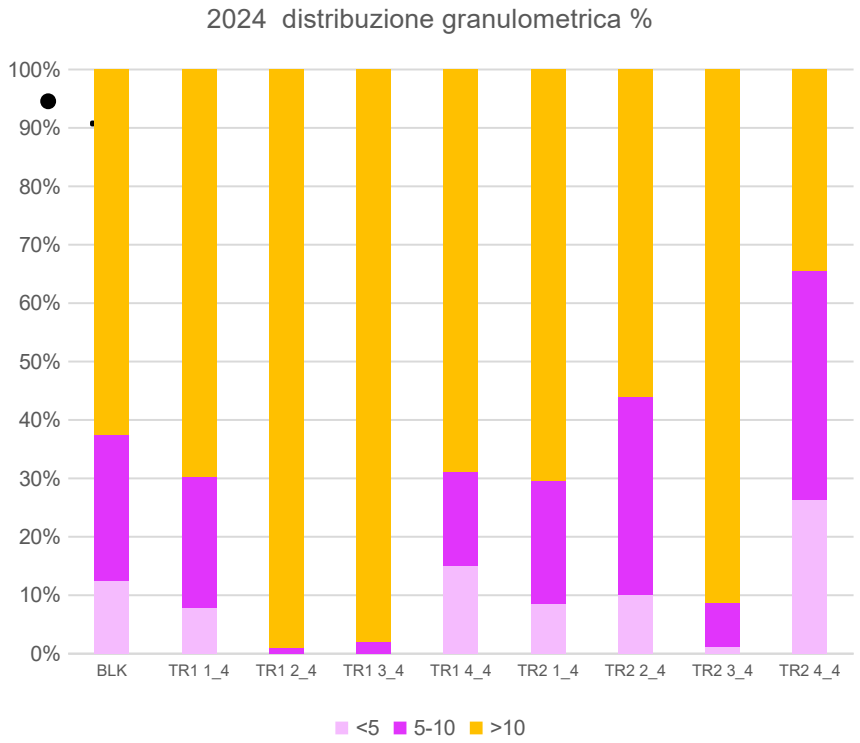
- Particelle con dimensione < 5 um
- Particelle con dimensione 5-10 um
- Particelle con dimensione > 10 um

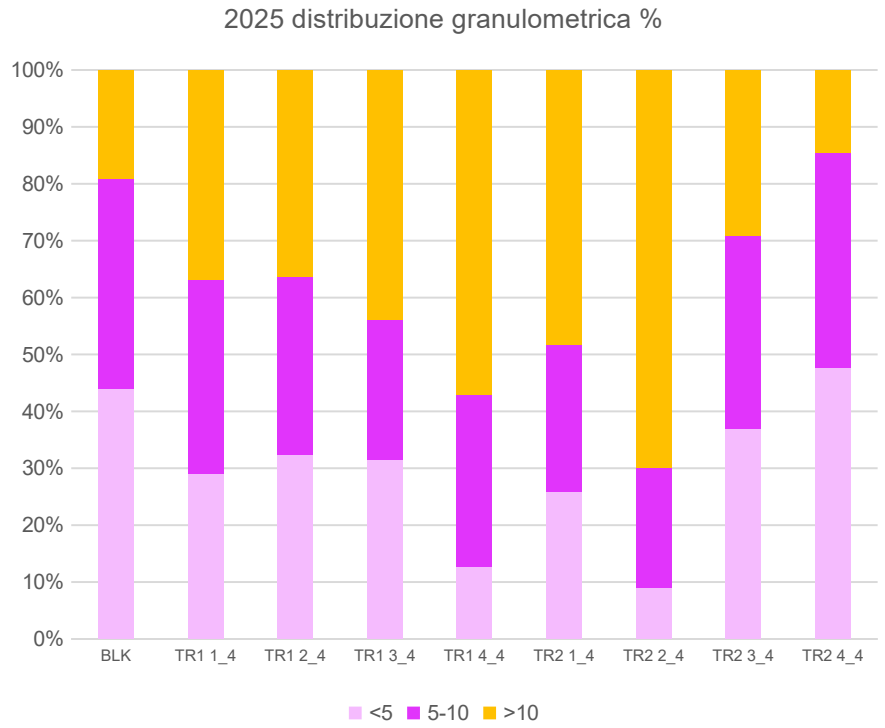


Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA

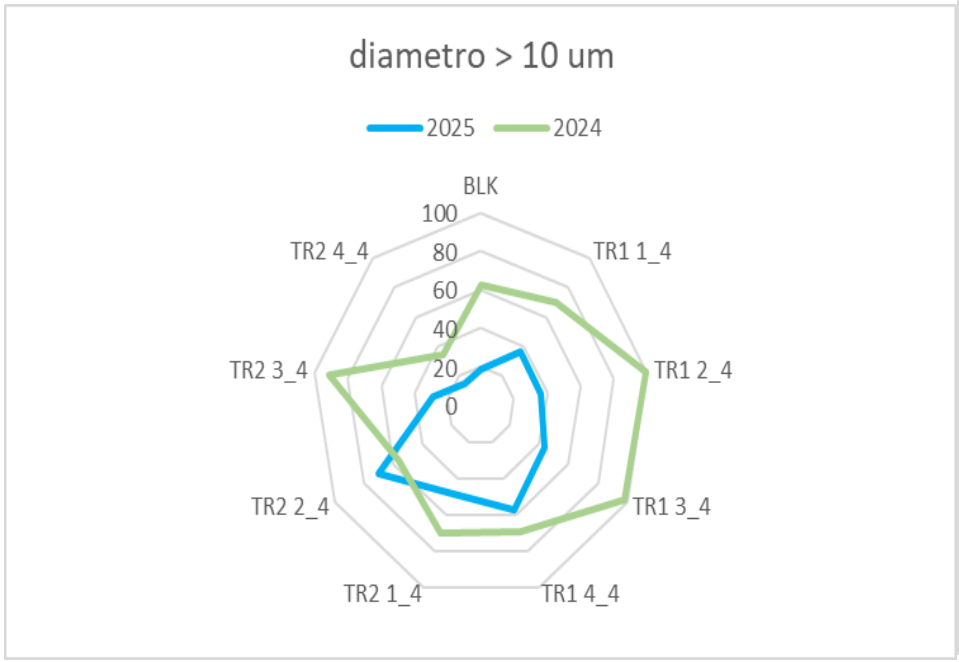
BiodivTourAlps

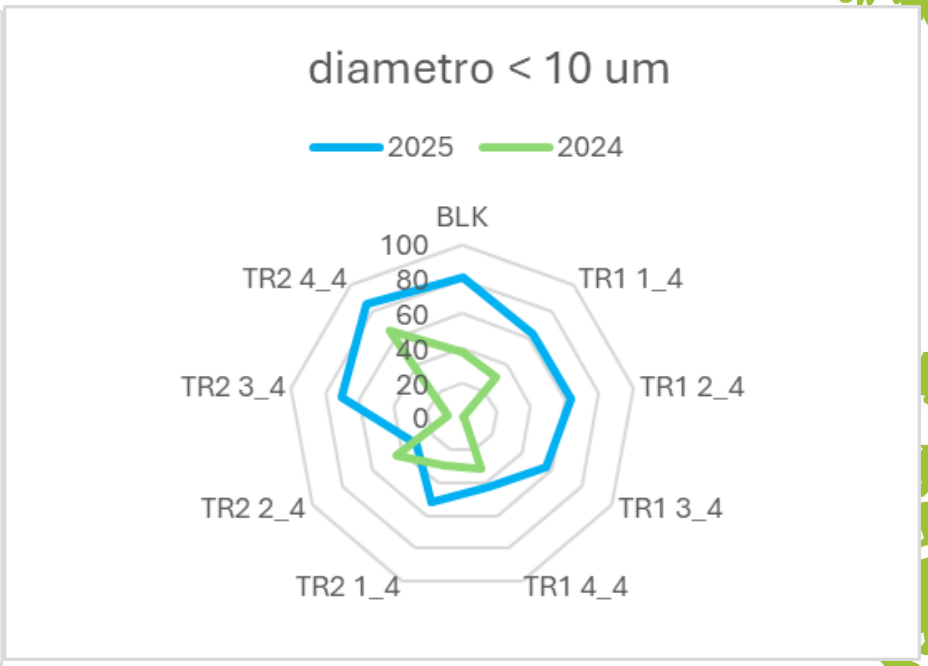
GRANULOMETRIA





GRANULOMETRIA

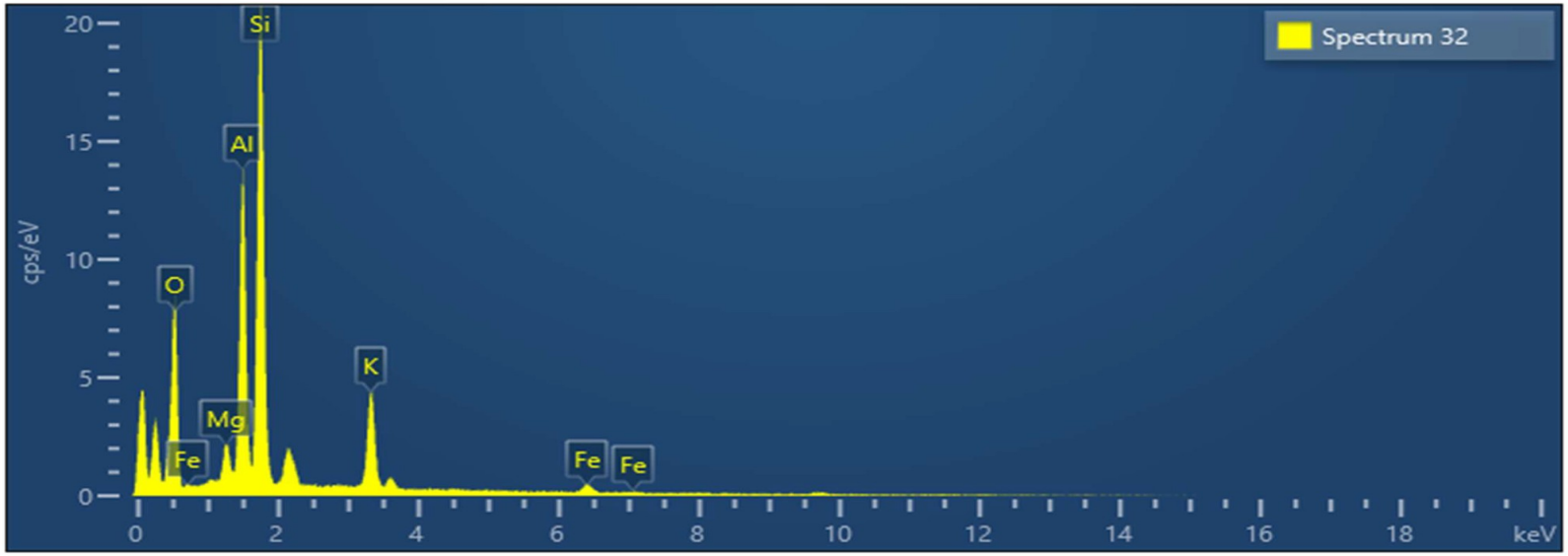


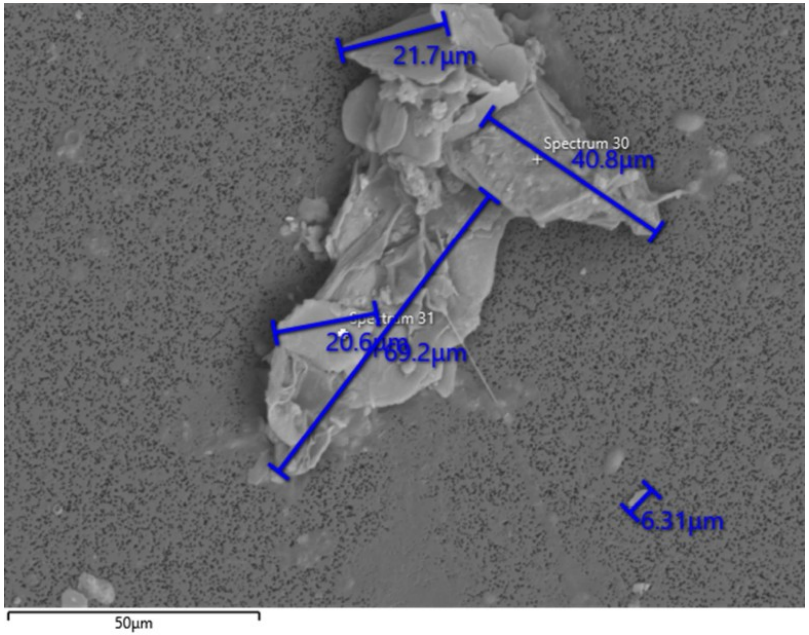


Nel 2025 vi è stato una riduzione dei campioni con granulometria >10um con conseguente incremento delle frazioni “sottili” su quasi tutti i punti di misura rispetto a quanto rilevato nella campagna del 2024.

E’ quindi più marcata la presenza di particelle molto fini il cui comportamento aerodinamico è generalmente associato ad un comportamento simile ai gas in quanto tali particelle vengono considerate “galleggianti” nell’atmosfera

MORFOLOGIA


Spectrum 32
cps/eV
keV
O
Si
Al
Mg
Fe
K
Fe
Fe

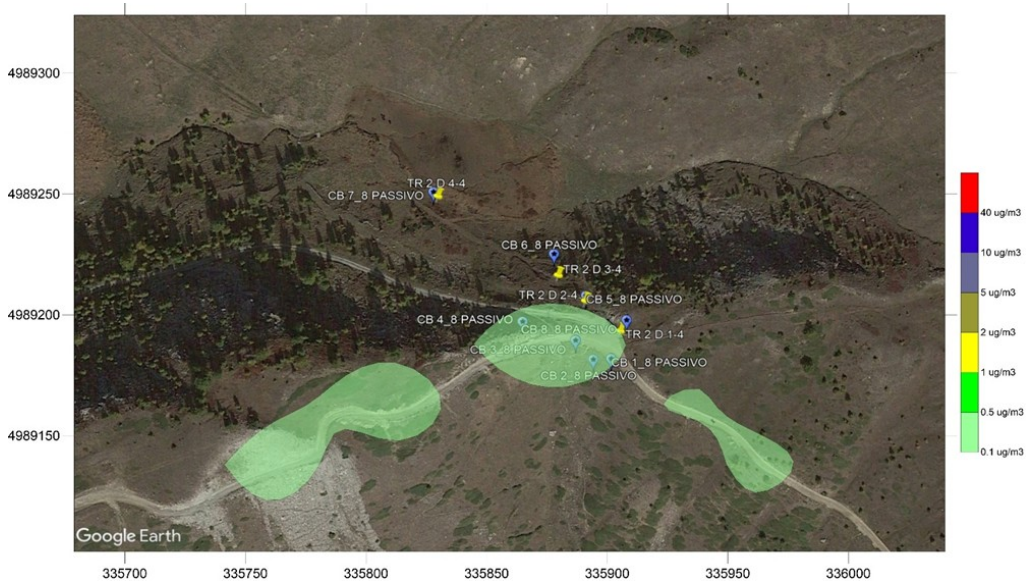

21.7µm
Spectrum 30
40.8µm
69.2µm
6.31µm
50µm

ELABORAZIONI MODELLISTICHE – NOX

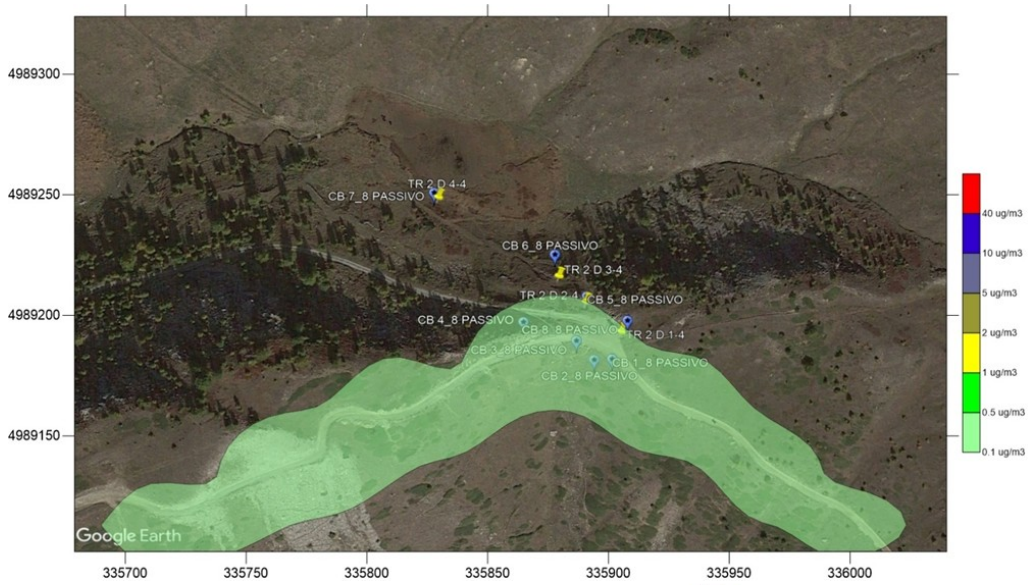
ID	Coord. GB. Fuso W		2024		2025	
	X	Y	Misura NOx (NO2)	Modello NOx (NO2)	Misura NOx (NO2)	Modello NOx (NO2)
	m	m	ug/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3
T2 D1-4 (CB 8_8)	335904	4989191	0,07	0,11	0,09	0,12
T2 D2-4 (CB 5_8)	335889	4989203	0,06	0,10	0,06	0,14
T2 D3-4 (CB 6_8)	335879	4989214	0,05	0,03	< 0,02	0,01
T2 D4-4 (CB 7_8)	335829	4989247	0,03	0,01	< 0,02	0,00

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA
BiodivTourAlps

ELABORAZIONI MODELLISTICHE - NOX

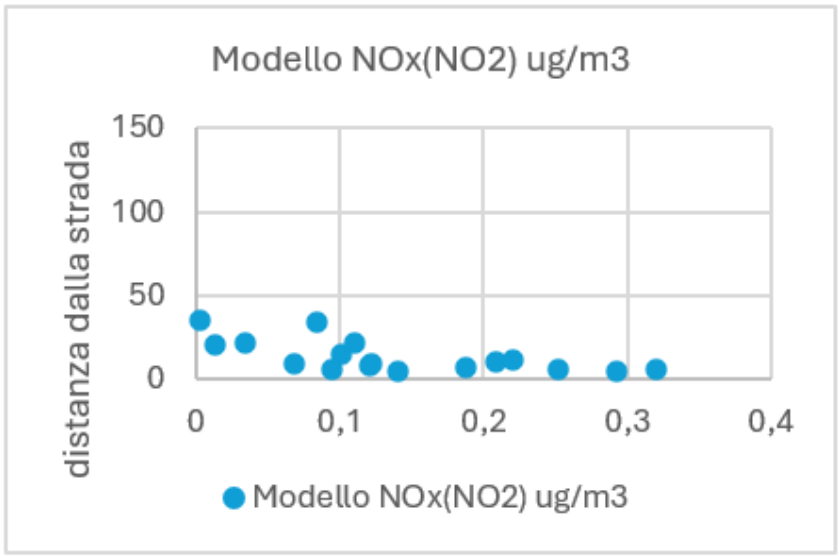


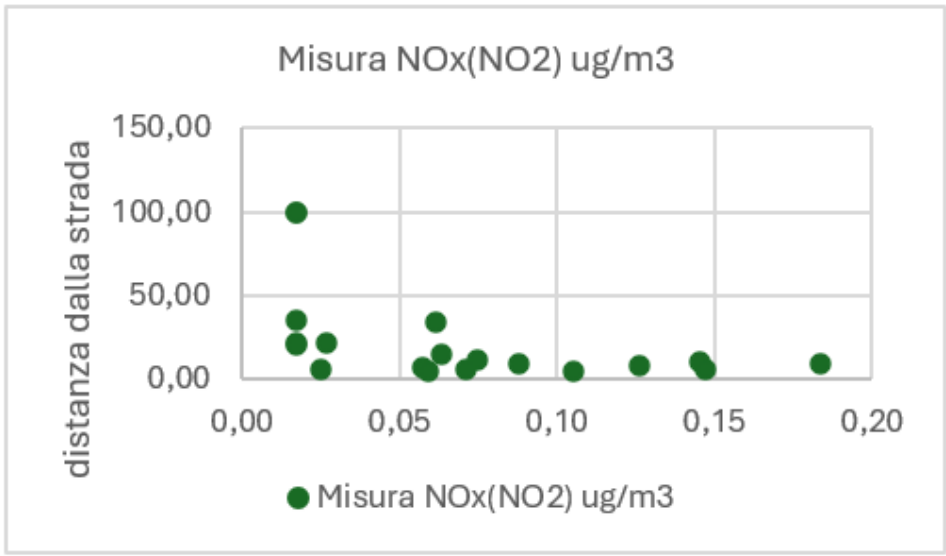
2024



2025

ELABORAZIONI MODELLISTICHE - NOX





POLVERI

- .





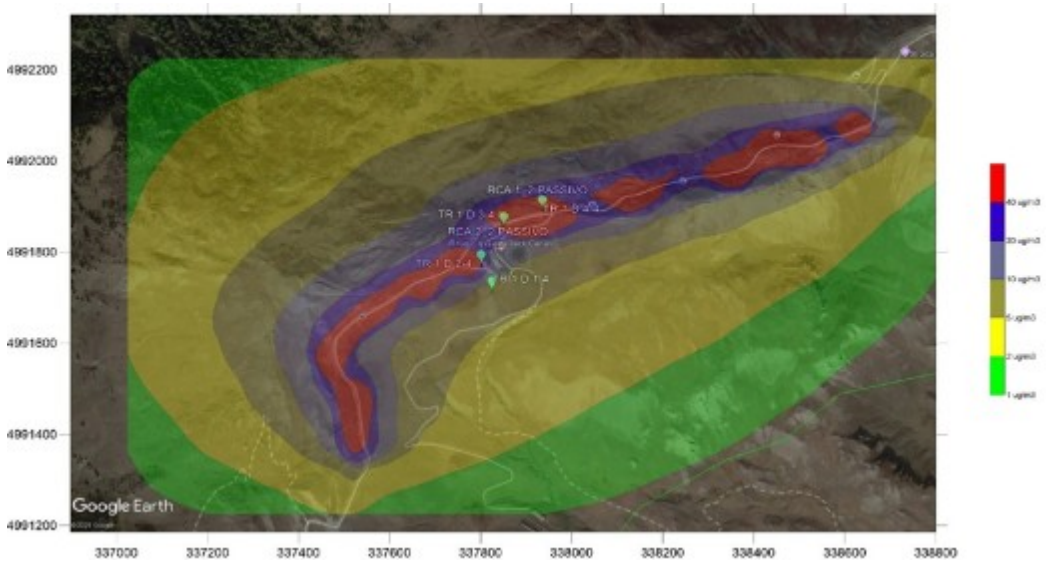
POLVERI

Le polveri totali sono state valutate secondo due metodologie diverse:

- METODO ANALITICO
  Campionamento delle acque , trattamento in laboratorio, determinazione del residuo secco , elaborazione per esprimere il valore in **mg/m2/giorno** di polvere totale depositata

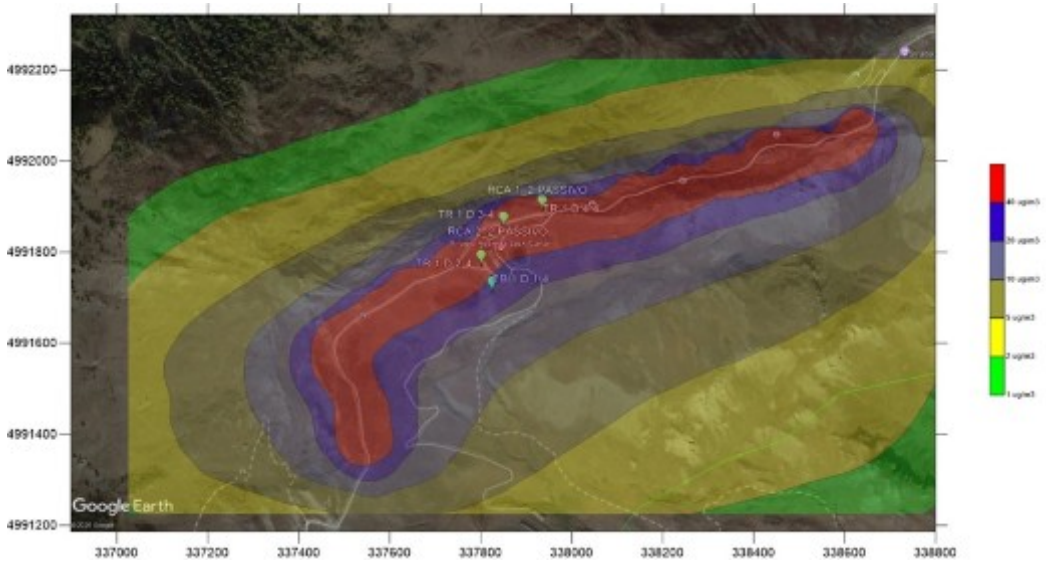
  METODO MODELLISTICO
  utilizzando come dati di input al modello:
  i dati relativi al traffico suddiviso per le diverse tipologie di mezzi
  I valori di emissione di polveri (tratti da US-EPA AP42 cap. 13.2.2 “unpaved road”) in funzione del peso dei mezzi in transito. L’approccio modellistico permette di valutare sia la distribuzione spaziale delle polveri totali in **mg/m3** che, utilizzando un algoritmo inserito nel modello, sia la quantità di polveri totali ricadute al suolo espressa in **g/m2/giorno**

POLVERI TOTALI



2024

Distribuzione spaziale delle polveri totali [mg/m3]

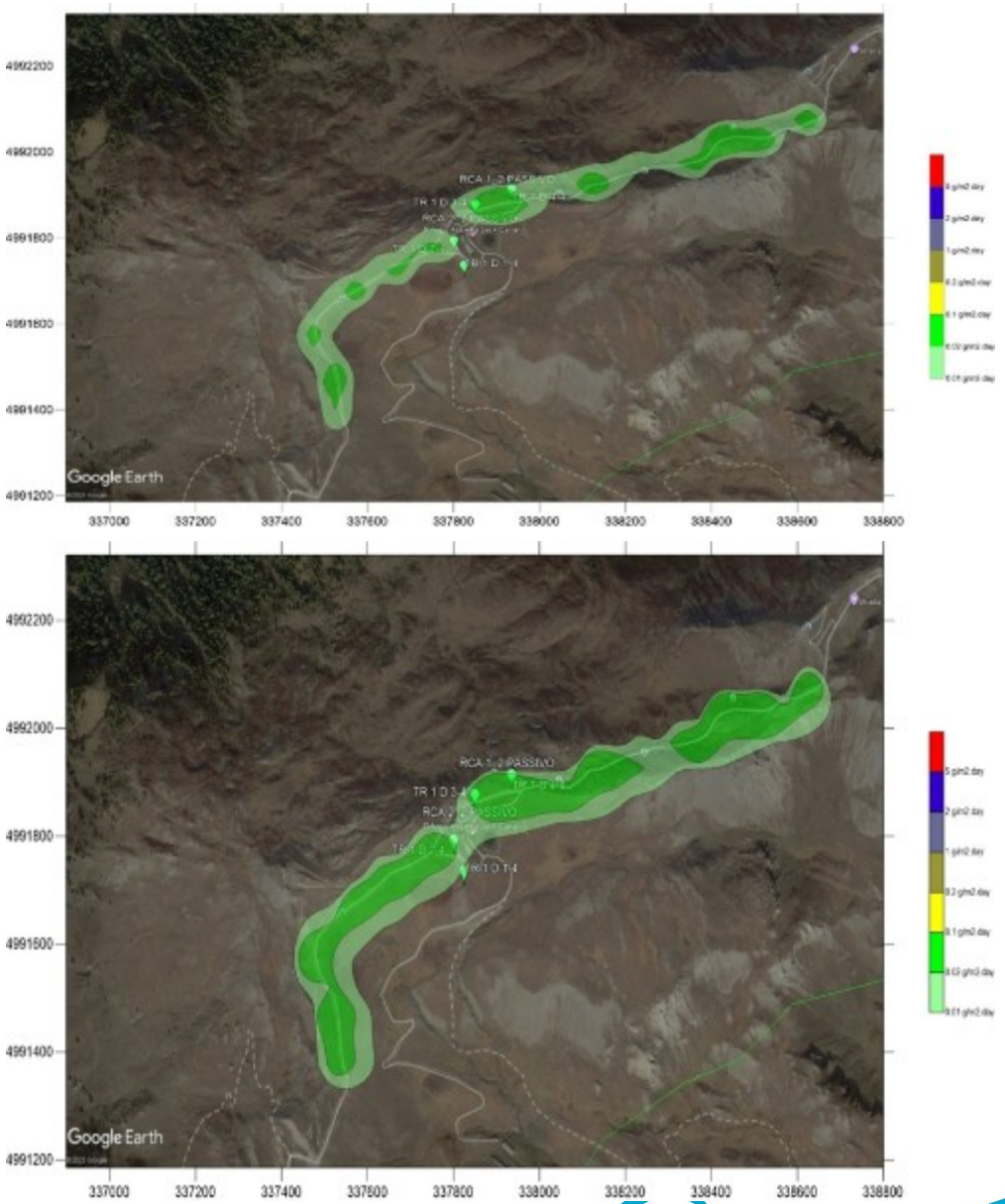


2025

Interreg
Cofinancé par l'Union Européenne
Cofinanziato dall'Unione Europea
France – Italia ALCOTRA

BiodivTourAlps

POLVERI TOTALI



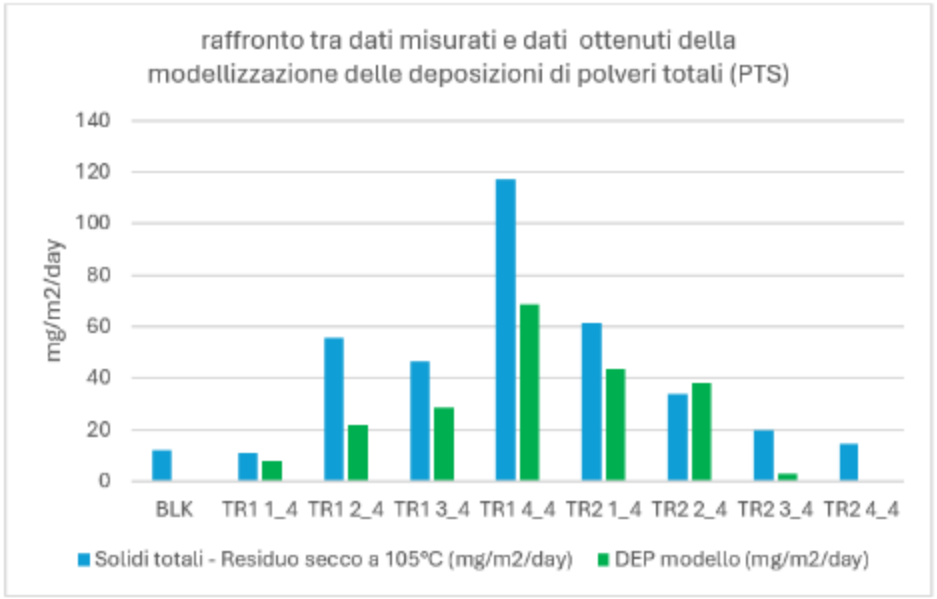
2024

Distribuzione spaziale delle polveri totali [g/m2/giorno]

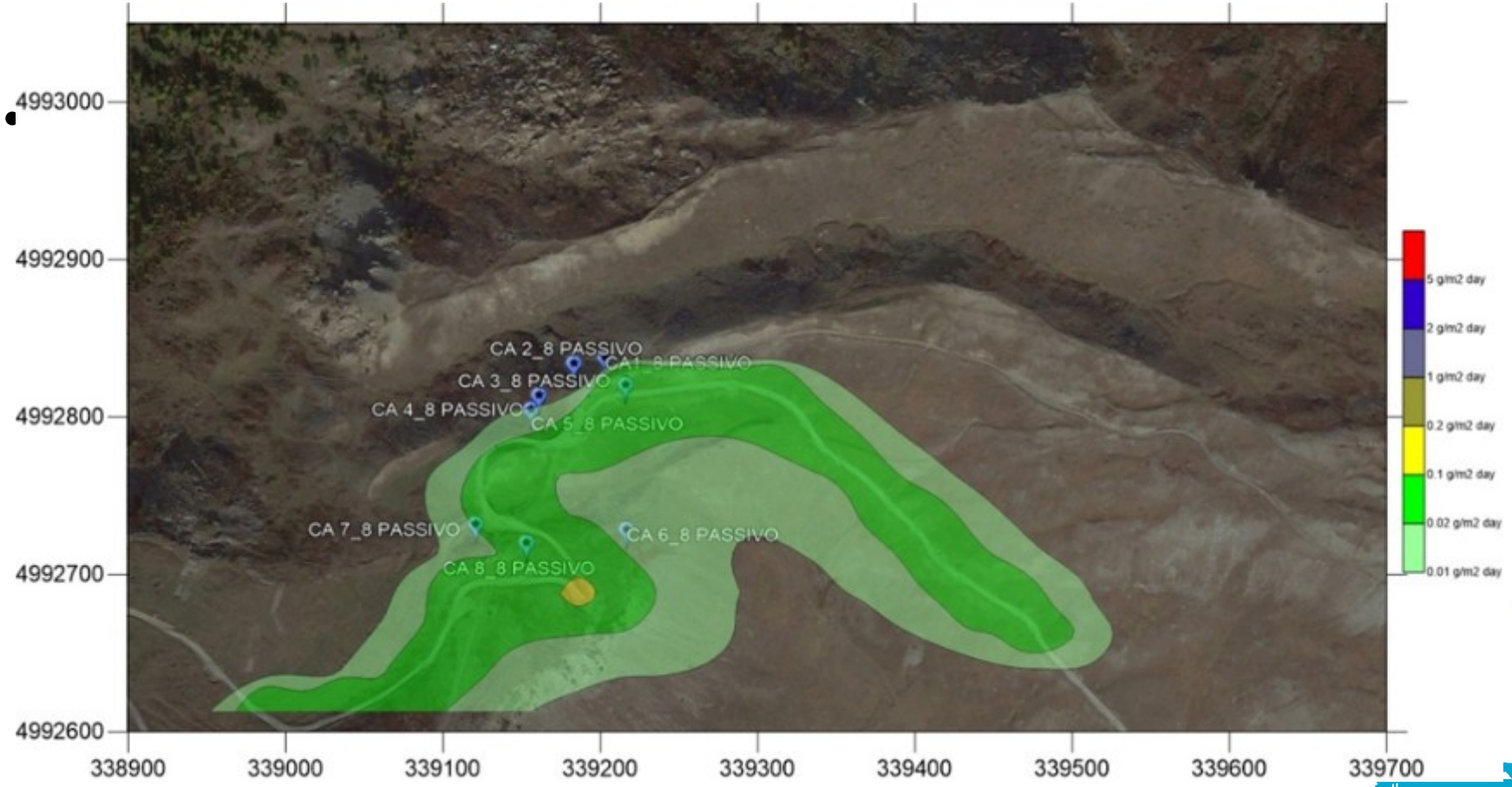
2025

POLVERI TOTALI

mg/m2/giorno	BLK	TR1 1_4	TR1 2_4	TR1 3_4	TR1 4_4	TR2 1_4	TR2 2_4	TR2 3_4	TR2 4_4
misurati	12	11	56	47	117	62	34	20	15
modello	--	7,9	21,8	28,7	68,6	43,6	38.1	3,0	0,7



POLVERI TOTALI



CONCLUSIONI

- Le campagne effettuate nel bimestre 2024-2025 permettono di fare le seguenti considerazioni:
- non sono stati rilevati IPA ne metalli tossici (As, Cd, Pb, Hg).
- I metalli rilevati sono di natura litogenica (Fe, Mn, Al, Ca) e questa affermazione è supportata dall'analisi eseguita in microscopia elettronica (SEM) con l'ausilio di sonda EDX
- La concentrazione di NOx rilevata non è raffrontabile con i limiti previsti dal Dlgs 155/2010 (40ug/m3 media annuale)
- L'utilizzo di modellistica diffusionale è risultato essere un sistema che, in condizioni particolari come quelle valutate in questo progetto, da risultati che non si discostano molto dai dati chimici "tradizionali"

CONCLUSIONI

A livello di impatto sull'ambiente naturale del parco:

- Le concentrazioni di **NOx** si esauriscono a circa 50 m dalla sorgente, e le concentrazioni rilevate sono comunque trascurabili
- La concentrazione delle **polveri totali** non è normato a livello legislativo, (limiti solo per le frazioni fini PM10 e PM 2,5). ma , come nel caso degli Ossidi di Azoto, le metodologie applicate al caso di studio non sono tra quelle previste dalle Norme per cui tali dati non sono raffrontabili

Per quanto concerne l'impatto sulla flora e sulla fauna la situazione rilevata non permette di effettuare valutazioni di merito solo con l'utilizzo dei dati "dalla sorgente"; immaginiamo che gli impatti su queste particolari tipi di matrice debbano essere eseguiti tramite rilievi sui bersagli.