



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

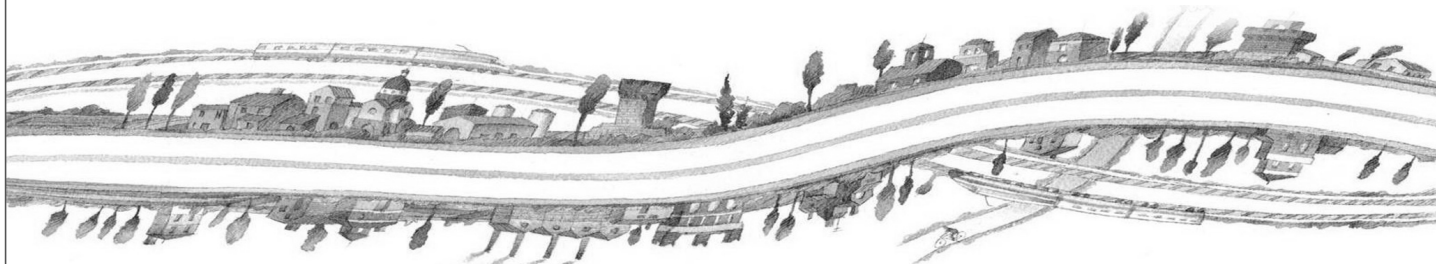
PROGETTO DEFINITIVO

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA PARTE GENERALE

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONI SPECIALISTICHE

RELAZIONI SPECIALISTICHE
COMPONENTE ATMOSFERA



IL PROGETTISTA

Arch. Sergio Beccarelli
Ord. Arch. Prov. PR n° 377



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE				CATTANI	BECCARELLI	SALSI		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: _
0231	PD	0	000	00000	0	MN	RH	01	A	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.1. NORMATIVA UNIONE EUROPEA.....	4
2.2. NORMATIVA NAZIONALE.....	4
3. PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	10
3.1. SISTEMA MODELLISTICO DI CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	12
4. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA.	16
5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI.....	22
5.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	22
5.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	23
5.3. MONITORAGGIO POST OPERAM	24

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce la sezione specialistica del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) dedicata a descrivere la componente **Atmosfera**.

Il PMA della matrice atmosfera deve verificare che la produzione di sostanze inquinanti legate alle fasi di costruzione (operazioni di scavo, di preparazione materiali, di trasporto ecc) e di esercizio (traffico veicolare sull'asse autostradale e opere di adduzione) sia compatibile con le prescrizioni normative volte alla tutela dell'ambiente ed alla salvaguardia della salute pubblica e deve evidenziare rapidamente eventuali criticità consentendo di agire immediatamente con appropriate azioni di mitigazione.

Le attività di monitoraggio sono programmate anche tenendo conto delle informazioni scaturite dalle analisi e dalle simulazioni sviluppate nei relativi paragrafi contenuti nello Studio di Impatto Ambientale allegato al progetto, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata delle condizioni al contorno e degli effetti generati sia in fase di costruzione dell'opera, che in fase di esercizio, attraverso l'utilizzo di complessi modelli in grado di simulare differenti scenari evolutivi partendo dai dati aggiornati di emissione locali e di traffico presunto generato dall'opera.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo alla componente atmosfera è redatto in modo da rappresentare un elemento operativo capace di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo delle emissioni di inquinanti, in relazione alle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto.

L'articolazione del monitoraggio viene programmato in modo da consentire un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio.

Il Piano di Monitoraggio si articola temporalmente su tre fasi: Stato attuale o *Ante Operam* (AO), Fase di Costruzione o Corso d'Opera (CO) e Fase di Esercizio o *Post Operam* (PO).

Tutte le indagini di monitoraggio previste sono tese a integrarsi e a completare la rete di monitoraggio esistente sul territorio. Pertanto i punti sono stati scelti in quest'ottica, privilegiando zone in cui la verifica dei parametri non era ancora "coperta" dalla presenza di strumenti di rilevazione esistenti. In generale, i periodi di monitoraggio sono stati scelti anche con il criterio di offrire al modello di calcolo la possibilità di assimilarsi alle misure in tutte le stagioni dell'anno.

Con riferimento alla struttura del PMA legato al tema delle emissioni di inquinanti in atmosfera, di seguito vengono illustrati i seguenti punti:

- Il quadro normativo di riferimento;
- i parametri e le metodologie di campionamento e rilevamento;
- i criteri di selezione e localizzazione dei punti di monitoraggio;
- la cadenza temporale dei rilevamenti;

- le procedure tecnico-operative utilizzate dagli operatori.

L'obiettivo è quello di ottenere dal monitoraggio indicazioni immediatamente fruibili per la predisposizione dei necessari interventi correttivi.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1. NORMATIVA UNIONE EUROPEA

Attualmente le direttive di riferimento sugli standard di qualità dell'aria a livello europeo sono le seguenti:

- Dir 96/62/CE ("Direttiva madre") - In materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir 99/30/CE - Concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo;
- Dir 2000/69/CE - Concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Dir 2002/03/CE - Concernente i valori limite per l'ozono (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2004/107/CE - Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2008/50/CE – Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

2.2. NORMATIVA NAZIONALE

Il riferimento normativo unico nazionale è rappresentato, a partire dal 30 settembre 2010, da:

- D. Lgs. 13 Agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto stabilisce:

Allegato I: Obiettivi di qualità dei dati

Si applicano gli obiettivi di qualità previsti dalle seguenti tabelle:

RELAZIONI SPECIALISTICHE - COMPONENTE ATMOSFERA

	SO₂, NO₂, NO, NO_x, CO	C6H6	PM10, PM2,5, Pb	O3, e relativi NO e NO₂
Misurazioni in siti fissi				
Incertezza	15%		25%	15%
Raccolta minima dei dati	90%		90%	90% in estate
Periodo minimo di copertura				75% in inverno
- Stazioni di fondo in siti urbani e stazioni traffico	-		-	-
- Stazioni industriali	-		-	-
Misurazioni indicative				
Incertezza	25%	30%	50%	30%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14%	14%	14%	>10% in estate
Incertezza della modellizzazione				
Medie orarie	50%	-	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	-	50%
Medie giornaliere	50%	-	Da definire	-
Medie annuali	30%	50%	50%	-
Stima obiettiva				
Incertezza	75%	100%	100%	75%

TABELLA 2.2-1 – OBIETTIVI DI QUALITÀ PREVISTI DAL D. LGS. 13 AGOSTO 2010, N.155

	B(a)P	As, Cd, Ni	IPA, diversi dal B(a)P, HG gassoso totale	Deposizione totale
Incertezza				
Misurazione in siti fissi e indicative	50%		50%	70%
Tecniche di modellizzazione	60%		60%	60%
Tecniche di stima obiettiva	100%		100%	
Raccolta minima di dati validi				
Misurazione in siti fissi e indicative	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura				
Misurazione in siti fissi	33%	50%	-	-
Misurazione indicative	14%	14%	14%	33%

TABELLA 2.2-2 – OBIETTIVI DI QUALITÀ PREVISTI DAL D.LGS 13 AGOSTO 2010, N.155

Nell'allegato in esame sono anche stabilite le metodologie per la stima dell'incertezza (UNI CEI ENV 13005-2000), per le misurazioni in siti fissi, per le tecniche di modellizzazione e per le tecniche di stima obiettiva. Inoltre, il decreto dà indicazione circa le modalità di campionamento per le stime in esame.

Allegato II: Soglie di valutazione superiore e inferiore

Si applicano le seguenti soglie di valutazione superiore e inferiore:

BIOSSIDO DI ZOLFO

	Protezione della salute umana	Protezione della vegetazione
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite sulle 24 ore (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite sulle 24 ore (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

BIOSSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO

	Protezione della salute umana (NO_2)	Protezione della salute umana (NO_2)	Protezione della vegetazione (NO_x)
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80% del valore limite annuale (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	65% del valore limite annuale (19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

MATERIALE PARTICOLATO

	Media su 24 ore PM10	Media annuale PM10	Media annuale PM2,5
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70% del valore limite (17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50% del valore limite (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PIOMBO

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (0,35 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (0,25 µg/m ³)

BENZENE

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3,5 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 µg/m ³)

MONOSSIDO DI CARBONIO

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m ³)

ARSENICO, CADMIO, NICHEL E BENZO(A)PIRENE

	Arsenico	Cadmio	Nichel	B(a)P
Soglia di valutazione superiore	60% (3,6 ng/m ³)	60% (3 ng/m ³)	70% (14 ng/m ³)	60% (0,6 ng/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% (2,4 ng/m ³)	40% (2 ng/m ³)	50% (10 ng/m ³)	40% (0,4 ng/m ³)

Il superamento delle soglie deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nei 5 anni civili precedenti. In caso di insufficienza dei dati, il superamento deve essere determinato mediante una combinazione di campagne di misurazione di breve durata, da effettuare nei periodi dell'anno e nelle aree dove si ipotizza possano essere registrati i livelli massimi di inquinamento.

L'uso della modellistica nel monitoraggio della qualità dell'aria

Le informazioni sperimentali fornite dai sistemi di monitoraggio è consigliabile siano integrate dai campi prodotti da *modelli matematici*, secondo quanto raccomandato dalla direttiva 2008/50/CE, recepita dal d.lgs. N. 155 del 13 agosto 2010, che prevede l'utilizzo di tecniche di modellazione in combinazione alle misurazioni in siti fissi, ove il livello degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione superiore, ed addirittura in via esclusiva ove il livello di degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione inferiore (Articolo 2, comma 2) ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (cfr figura seguente).



FIGURA 2.2-1 – ZONE DI CONFORMITÀ/NON CONFORMITÀ RELATIVAMENTE LA VALORE LIMITE E USO DI TECNICHE DI MODELLAZIONE IN RELAZIONE ALLE SOGLIE DI RIFERIMENTO SUPERIORE ED INFERIORE

Il richiamo alla suddetta direttiva ci permette di meglio evidenziare le funzioni che le tecniche di modellazione sono chiamate a svolgere e che possiamo riassumere in funzioni di tipo *interpretativo*, *decisionale* e *predittivo*. Nel campo della Qualità dell'aria, i modelli numerici svolgono una funzione interpretativa nel senso che permettono di comprendere e descrivere i fenomeni *meteorologici* ed i processi *chimico-fisici* che danno luogo alla *formazione ed all'accumulo dei diversi inquinanti nella bassa troposfera*. Ciò è reso possibile dal fatto che tali modelli includono, con diverso livello di dettaglio, quel complesso di leggi fisiche e chimiche mediante le quali cerchiamo di "mimare" il comportamento dei complessi sistemi naturali ed in definitiva di riprodurre i dati osservati dai diversi strumenti di misura. Verificata la capacità di tali modelli di riprodurre i dati osservati, è quindi possibile pensare ad un loro utilizzo per la stima dell'effetto di differenti strategie di controllo delle emissioni sui livelli di inquinamento (*piani di risanamento*) e per la *previsione* dello stato futuro dell'atmosfera. Le informazioni fornite da tali modelli risultano inoltre particolarmente utili per le zone non coperte da stazioni di misura o per quegli inquinanti per i quali non si dispone di alcuna informazione sperimentale (es. particolari composti organici).

Mediante l'effettiva integrazione di modelli numerici ed informazioni sperimentali si prevede quindi di migliorare ulteriormente la nostra comprensione e capacità di descrivere i fenomeni che determinano il degrado della qualità dell'aria ed in prospettiva di meglio individuare le più efficaci strategie di mitigazione e risanamento. A tale proposito è opportuno riportare quanto affermato nella "Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives - FINAL DRAFT" [...there is an almost continuous spectrum of combinations of measurements and other assessment methods. Neither of the two extremes is useful for investigating the

state of compliance in a zone: 100% measuring (i.e. doing measurements that are not generalised at all) gives incomplete information, while, at the other extreme, 100% modelling (i.e. applying models that have not in any sense been validated) gives unreliable information. So, a useful assessment comprises elements of both] (cfr. figura seguente).

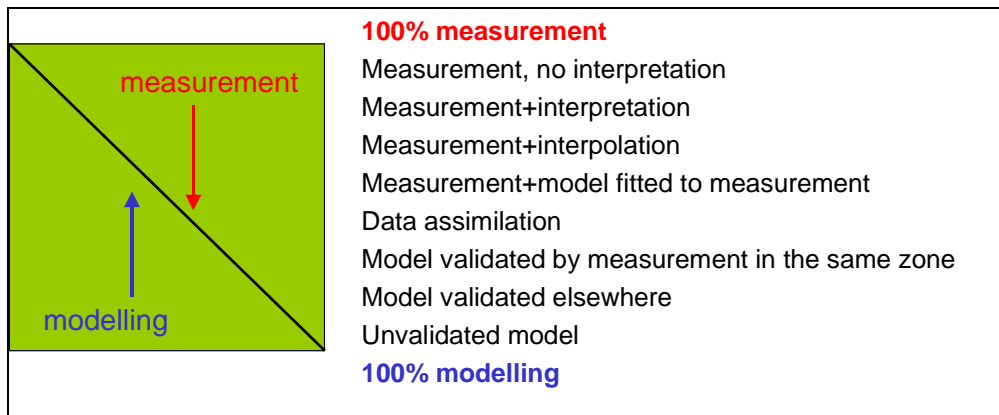


FIGURA 2.2-2 – INTEGRAZIONE DI MODELLI NUMERICI ED INFORMAZIONI SPERIMENTALI
 ([HTTP://EC.EUROPA.EU/ENVIRONMENT/AIR/PDF/GUIDANCEUNDERAIRQUALITY.PDF](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/guidanceunderairquality.pdf))

3. PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Si prevede l'utilizzo di metodiche standardizzate, comunemente adottate nella verifica ambientale della matrice atmosfera legata ad opere di infrastrutture stradali, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una adeguata ripetibilità, queste metodiche sono:

- Metodica "A1": misura della qualità dell'aria attraverso mezzo mobile;
- Metodica "A2": misura delle polveri sottili PM₁₀ presso le di aree di cantiere;
- Metodica "A3": misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

Metodica "A1": rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada, dei cantieri e delle viabilità di cantiere.

Le campagne di misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato vengono definite attraverso delle procedure di misura che permettono di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

La frequenza dei rilievi è trimestrale (da effettuarsi uno per ogni stagione). Ciascuna campagna è prevista della durata di 15 giorni in modo da garantire la copertura di un periodo di monitoraggio di 8 settimane distribuite nell'arco dell'anno. E' prevista l'acquisizione di un campione di ogni parametro previsto per ogni giorno di campionamento.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O₃), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene (C₆H₆), BaP (secondo le indicazioni del D.lgs 13 agosto 2010 n.155), Cd e Ni, As, Hg.

Il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali. Anche i metalli Cd e Ni, As, Hg andranno determinati su campioni aggregati (secondo le indicazioni del D.lgs 13 agosto 2010 n.155).

Inoltre nel corso della misura degli inquinanti da traffico saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura la campagna andrà opportunamente allungata di un numero di giorni tale da garantire almeno l'acquisizione del 90% dei dati.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici (Direzione del vento, Velocità del vento, Temperatura, Pressione atmosferica, Umidità relativa, Radiazione solare, globale Precipitazioni).

Metodica "A2": rilievo delle polveri sottili (PM10) nelle aree di cantiere

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili prodotte in prossimità delle aree di cantiere.

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

La frequenza dei rilievi è trimestrale con una campagna prevista in ciascuna delle stagioni dell'anno

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati D.Lgs.155/10 e dalle altre normative di settore.

La metodica prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. Anche in questo caso si prevede una copertura di 8 settimane distribuite nell'arco dell'anno con l'acquisizione di almeno il 90% dei campioni previsti.

La strumentazione per la misura delle polveri aerodisperse è prescritta dalle leggi nazionali vigenti.

Metodica "A3":rilievo qualità aria con centralina fissa

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada, delle vie di adduzione e delle viabilità di cantiere.

Nel presente documento vengono definite le procedure in continuo per il monitoraggio della qualità dell'aria con centralina fissa (Metodica A3), al fine di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

La frequenza dei rilievi prevede l'acquisizione dei dati in continuo.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O₃), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene (C₆H₆), BaP (secondo le indicazioni del D.lgs 13 agosto 2010 n.155), Cd e Ni, As, Hg. Il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali.

Anche i metalli Cd e Ni, As, Hg andranno determinati su campioni aggregati ed a frequenza trimestrale (secondo le indicazioni del D.lgs 13 agosto 2010 n.155).

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici (Direzione del vento, Velocità del vento, Temperatura, Pressione atmosferica, Umidità relativa, Radiazione solare, globale Precipitazioni).

3.1. SISTEMA MODELLISTICO DI CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il monitoraggio della qualità dell'aria di tipo tradizionale sarà integrato con un sistema modellistico di controllo le cui caratteristiche sono di seguito brevemente descritte. La sua architettura è conforme a quanto espresso dalle nuove normative nazionali e comunitarie riguardanti la valutazione della qualità dell'aria ambiente (es. D. Lgs. 155/2010 e Dir 2008/50/CE): come già detto, esse prevedono esplicitamente l'utilizzo integrato delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, degli inventari delle emissioni e dei modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera. I sistemi tradizionali di monitoraggio della qualità dell'aria rimangono uno strumento indispensabile per il controllo delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera: non sono in grado però di rappresentare con continuità e su tutto il territorio interessato le conseguenze delle pressioni antropiche e dei fenomeni atmosferici; né sono facilmente utilizzabili ai fini dell'individuazione delle relazioni di causa-effetto, in quanto le misure di qualità dell'aria possono essere interferite da più sorgenti.

Un aiuto a migliorare le possibilità di controllo proviene dall'utilizzo di modelli matematici; in questo senso, anche in tempo reale o in modalità previsionale, un sistema di controllo è in grado di:

- determinare la pressione ambientale delle attività umane attraverso la stima delle emissioni inquinanti atmosferiche;
- integrare l'informazione emissiva con quanto contenuto nelle basi dati (inventari delle emissioni) regionali o nazionali, per completare l'input emissivo locale e caratterizzare le condizioni al contorno;
- simulare dinamicamente ed in modo tridimensionale il trasporto, la diffusione e la trasformazione chimica degli inquinanti in atmosfera, ottenendo mappe di concentrazione per tutti i parametri statistici (medie, percentili, massimi, numero di superi, ecc.) e per i diversi inquinanti, compresi tutti i secondari (polveri fini incluso il PM2.5, O₃, NO₂, ecc.);
- integrare le misure puntuali di qualità dell'aria e i risultati modellistici ("data assimilation") al fine di produrre mappe di qualità dell'aria più realistiche;
- effettuare un monitoraggio continuo dell'opera lungo tutto l'arco dell'anno e non solo nel corso di campagne sperimentali di durata limitata.

Il sistema può essere di supporto attivo nell'esecuzione delle seguenti attività:

- interpretazione del fenomeno dispersivo ed individuazione delle situazioni potenzialmente in grado di aumentare oltre misura i livelli di inquinanti in aria;
- ottimizzazione delle reti di monitoraggio ed estensione della loro significatività;
- separazione e quantificazione dei contributi delle diverse sorgenti (in linea con la normativa europea);
- studio dell'impatto di inquinanti non monitorati;
- previsione di eventi critici (in linea con la normativa europea, che prevede inoltre l'informazione del pubblico sui livelli previsti su base giornaliera e, possibilmente, con frequenza oraria);

- gestione delle attività di cantierizzazione anche in riferimento alle misure di contenimento dei livelli di qualità dell'aria a breve (superamenti dei livelli di attenzione e di allarme) e lungo termine (superamenti degli standard annuali);
- pianificazione di azioni di mitigazione tramite ipotesi di "scenari emissivi" futuri o alternativi (bagnatura delle superfici, cambio della calendarizzazione delle attività o della tipologia di mezzi, blocco temporaneo delle attività, limitazione della velocità in fase di esercizio, ecc.);
- tariffazione dinamica in funzione della qualità del servizio offerto (fase di esercizio).

Le informazioni provenienti dalle reti di monitoraggio sono indispensabili nelle fasi di alimentazione e taratura dei parametri dei modelli, di assimilazione dati e per verificare l'accuratezza dei risultati. Il sistema modellistico è dunque in sinergia con la rete di monitoraggio (regionale o locale): la rete consente la corretta esecuzione dei modelli – i modelli, attraverso la definizione delle mappe spaziali, estendono la validità delle misure della rete a tutto il dominio in esame e a tutto l'anno, che è il periodo minimo di estensione delle statistiche di riferimento per gli standard di qualità dell'aria.

Tra le caratteristiche del sistema di controllo, in funzione della significatività degli impatti e della fase d'opera, sarà valutato l'inserimento delle seguenti modalità operative:

- "tempo reale" – per la supervisione continua dell'evoluzione di particolari fenomeni di inquinamento (picchi di attività, situazioni meteorologiche critiche, ecc.) e l'eventuale adozione di misure correttive (es. deviazione temporanea dei veicoli verso parti della rete meno cariche, ecc.);
- "storica" – per la stima dei parametri annuali confrontabili con i limiti di legge;
- "previsionale" – per effettuare previsioni di qualità dell'aria fino a 48 ore successive e l'eventuale attivazione di piani di allerta ed emergenza in caso di previsti superamenti dei livelli di attenzione ed allarme;
- "scenario" – per la valutazione d'incidenza di misure pianificabili quali la diversa calendarizzazione delle attività, la restrizione dell'uso di mezzi particolarmente impattanti, ecc.

Il sistema modellistico può includere i seguenti strumenti:

- modulo per la stima delle emissioni inquinanti dai mezzi di cantiere;
- modulo per la generazione e gestione dei file di orografia e di uso del suolo;
- modulo per la gestione delle emissioni inquinanti delle altre sorgenti (caratteristiche, localizzazione, temporizzazione);
- modulo per l'integrazione delle misure meteorologiche al suolo (anemometri) ed in quota (profili verticali), nonché i campi tridimensionali forniti da servizi meteorologici regionali e/o nazionali;
- modello diagnostico/prognostico per la ricostruzione dei campi meteorologici 3D;
- modulo meteorologico per la definizione delle caratteristiche turbolente dell'atmosfera;
- modulo di assimilazione dati della rete di monitoraggio della qualità dell'aria;

- modello di dispersione tridimensionale degli inquinanti primari e secondari;
- modulo di visualizzazione grafica tridimensionale dei risultati dei modelli;
- strumento di organizzazione ed esecuzione delle catene operative di simulazione dei vari modelli del sistema;
- strumento di accesso alla base dati del centro di raccolta reti di monitoraggio per il controllo off-line della presenza di dati e lo scarico rapido di serie storiche;
- strumento per la generazione completa dell'input modellistico a partire da quanto estratto dalla base dati;
- strumento di gestione della base dati delle emissioni puntuali;
- strumento di calcolo di campi bidimensionali di statistiche di base (medie, massimi, percentili) a partire da serie di matrici tridimensionali di concentrazione calcolate modellisticamente e memorizzate;
- strumento di esportazione delle matrici in output nei formati più diffusi (es. Golden Software Surfer, ESRI ArcGIS, ...).

Le informazioni sperimentali fornite dal monitoraggio tradizionale saranno dunque integrate con campi di concentrazione prodotti da *modelli matematici* al fine di completare l'informazione della qualità dell'aria derivante dalle varie fasi dell'opera:

- in zone del territorio non coperte da punti di misura (consentendo anche una razionalizzazione degli stessi);
- per quegli inquinanti per i quali non si dispone, localmente o in assoluto, di alcuna informazione sperimentale (es. particolari composti organici, inquinanti secondari come l'ozono);
- consentendo una analisi di contributo relativo dell'opera rispetto alle altre sorgenti presenti sul territorio.

Tale integrazione può essere effettuata a posteriori utilizzando i risultati di simulazioni modellistiche (metodi di tipo passivo, es. "*data fusion*") o nel corso della simulazione mediante l'implementazione di tecniche di assimilazione dati all'interno dei modelli di trasporto e chimica dell'atmosfera (metodi di tipo attivo, "*data assimilation*").

Metodi di tipo passivo vengono comunemente utilizzati nei sistemi di "*nowcast*" al fine di ottenere campi di "analisi" di qualità dell'aria più realistici rispetto a quelli prodotti dal modello di simulazione. Nella Figura seguente viene mostrato un esempio di integrazione di informazioni sperimentali e ottenute dall'applicazioni di modelli considerando un caso test relativo alla Regione Piemonte (cfr figura seguente). In tale esempio il campo di background è il risultato di simulazioni effettuate mediante il modello di trasporto e chimica dell'atmosfera FARM.

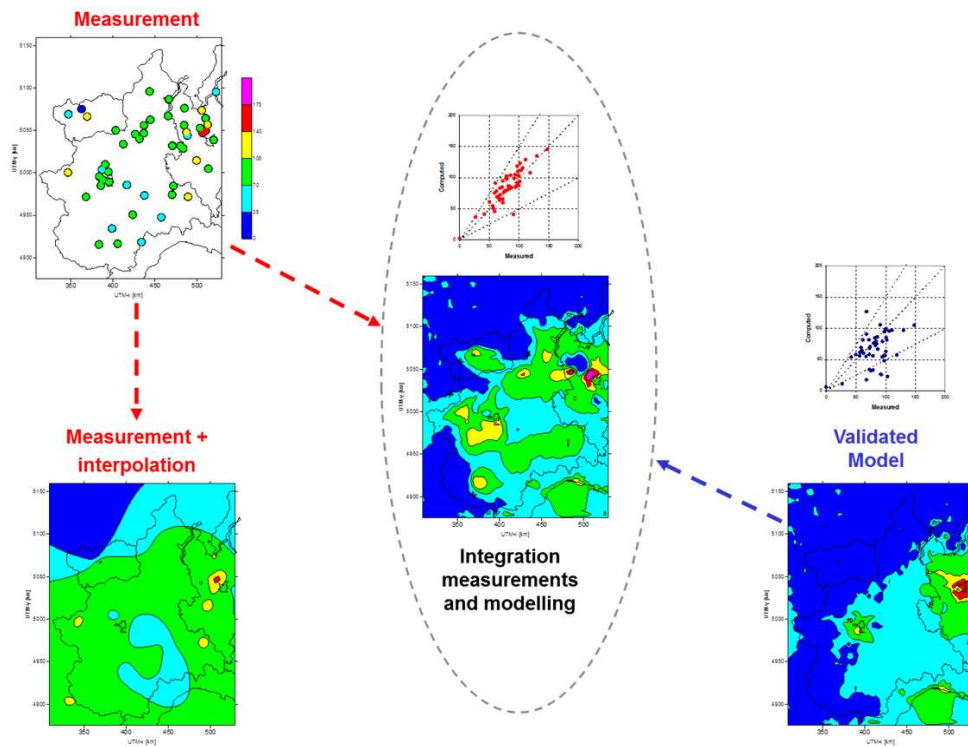


FIGURA 3.1-1 – ESEMPIO DI EFFETTIVA INTEGRAZIONE DI MODELLI ED INFORMAZIONI SPERIMENTALI. DIFFERENZA RISPETTO A SEMPLICI METODI INTERPOLATIVI

4. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

La scelta della localizzazione dei monitoraggi e dell'ubicazione dei punti di misura è stata valutata partendo dai dati di progetto, relativi sia alle metodologie costruttive adottate, al posizionamento dei cantieri, alle fasi evolutive della costruzione e sia relativi alle fasi di esercizio con la proiezione del traffico stimato sui diversi archi autostradali che delle opere di adduzione. In questa fase si è valutata nello specifico la possibilità di un uso integrato di un modello matematico; i punti sono stati cioè selezionati, in numero e posizione, anche considerandone la significatività rispetto al più corretto output modellistico.

La metodologia applicata prevede che i dati di qualità dell'aria forniti da punti di monitoraggio, distribuiti non uniformemente nello spazio, possono essere opportunamente integrati con i campi di concentrazione prodotti da modelli matematici al fine di ottenere una stima "ottimale" su una griglia regolare. Tale approccio, detto di analisi oggettiva, consente da un lato di ottimizzare il numero di punti di misura (e conseguentemente ridurre i costi del campionamento) e dall'altro di produrre una informazione relativa alla qualità dell'aria che si estende all'intero dominio considerato dal modello. Nel corso degli ultimi anni, Arianet S.r.l. ha messo a punto un modulo di calcolo che implementa tecniche di interpolazione spaziale o "analisi oggettiva". Tale modulo, denominato ARpMEAS (ARchive plus MEASurements) produce, a corredo del campo di analisi, un campo bidimensionale detto IDI ("*Integral Data Influence*", <http://www.magritte.it/francesco.uboldi/isita/IDI.html>) che fornisce una indicazione dell'area influenzata dalla rete osservativa. Mediante tale modulo è quindi possibile verificare la capacità di tale rete di "coprire" l'area di studio ed eventualmente di meglio localizzare i punti di misura. Il campo IDI è ottenuto applicando l'algoritmo di analisi ad un campo di background posto uguale a zero e ad una rete di osservazioni poste ad uno. In aree dense di osservazioni il campo IDI risulta approssimativamente uniforme e uguale a uno, al crescere della distanza l'informazione fornita dalla stazione di misura è sempre meno rappresentativa e pertanto in aree lontane da tutte le osservazioni il campo IDI risulta approssimativamente uniforme e uguale a zero. In aree intermedie il campo IDI presenta valori compresi tra zero ed uno.

FASE DI CANTIERE

Il principale impatto generato sulla matrice atmosfera legato alla presenza del cantiere è certamente connesso alla generazione di traffico veicolare in ingresso/uscita dal cantiere, dovuto alla necessità di:

- allontanare dal cantiere i quantitativi di terra risultanti dalle attività di scavo non recuperabili in sito, nonché i rifiuti generati dalle demolizioni dell'esistente;
- conferire in cantiere i materiali da costruzione necessari alla realizzazione delle opere in progetto;
- consentire l'accesso in cantiere alle maestranze impegnate nei lavori.

La scelta del posizionamento dei punti di monitoraggio previsto per la fase di cantiere deve essere pensata per garantire la valutazione sia delle emissioni generate dai motori delle macchine utilizzate a vario titolo nella realizzazione dell'opera, sia delle emissioni proprie generate dall'esecuzione (essenzialmente polveri).

Per quanto riguarda le emissioni generate dalle macchine deve essere considerata la valutazione delle **emissioni esauste dell'attività di movimentazione materiali** (che è basata sul numero e sulla lunghezza dei viaggi dei mezzi di trasporto materiali in entrata, interni ed uscita dai cantieri), la valutazione delle emissioni delle **macchine da cantiere** (con impatto più localizzato e legato invece dal tipo e dalla durata dell'attività, oltre che dall'estensione del cantiere) ed infine la valutazione del contributo emissivo dei **veicoli privati in accesso al cantiere**, di minore entità rispetto agli altri, legato al numero di persone impiegate nel cantiere e alla lunghezza media del tragitto casa-lavoro del personale.

Per quanto riguarda la valutazione delle emissioni da **risollevamento** dovuta alle operazioni giornalmente svolte nei cantieri essa è legata ad operazioni del tipo scorticamento e dissodamento, scavo, formazioni di piazzali, pavimentazione, e viabilità di cantiere, trasporto dei materiali sia su viabilità di cantiere che ordinaria, apertura di cave, depositi di materiali, impianti di preparazione e di betonaggio.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevamento di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal risollevamento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti, dello smarino e degli impianti di betonaggio.

La dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, si tratta infatti di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, ecc.)

Nella figura seguente vengono mostrati i campi IDI relativi alle tre diverse configurazioni della rete di monitoraggio proposte per la fase di cantiere:

- configurazione di partenza con 13 punti di misura (**configurazione 0**);
- configurazione con 13 punti di misura modificando la localizzazione di due punti di misura (**config. 1**);
- configurazione con 9 punti di misura distribuiti lungo l'opera (**config. 2**).

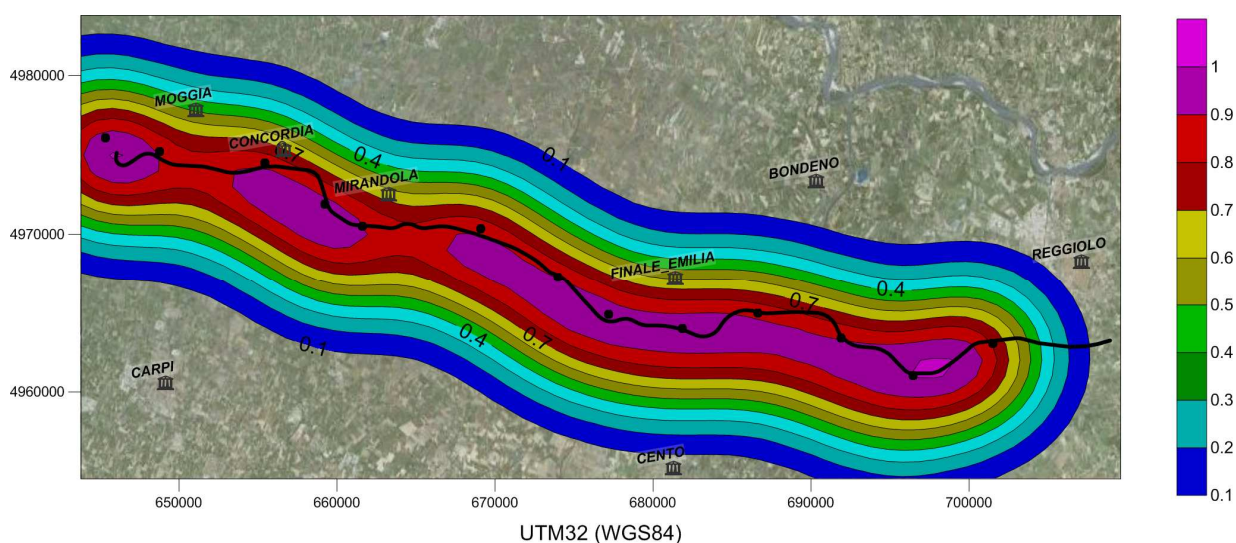
Il campo IDI è stato ottenuto mediante l'utilizzo di un algoritmo di "Optimal Interpolation". Un parametro essenziale è costituito dalla lunghezza di correlazione che rappresenta la distanza superata la quale ogni stazione risulta decorrelata dalle altre. Se la scala di decorrelazione è troppo piccola, il campo IDI presenta una struttura a "bolle": ogni stazione influenza di fatto solo i suoi immediati dintorni; viceversa se la scala di decorrelazione è troppo grande il campo IDI diventa uniforme; le informazioni a piccola scala fornite dalle osservazioni vengono di fatto filtrate dal campo di analisi.

In questo studio si è utilizzato per tale parametro un valore pari a 5 km.

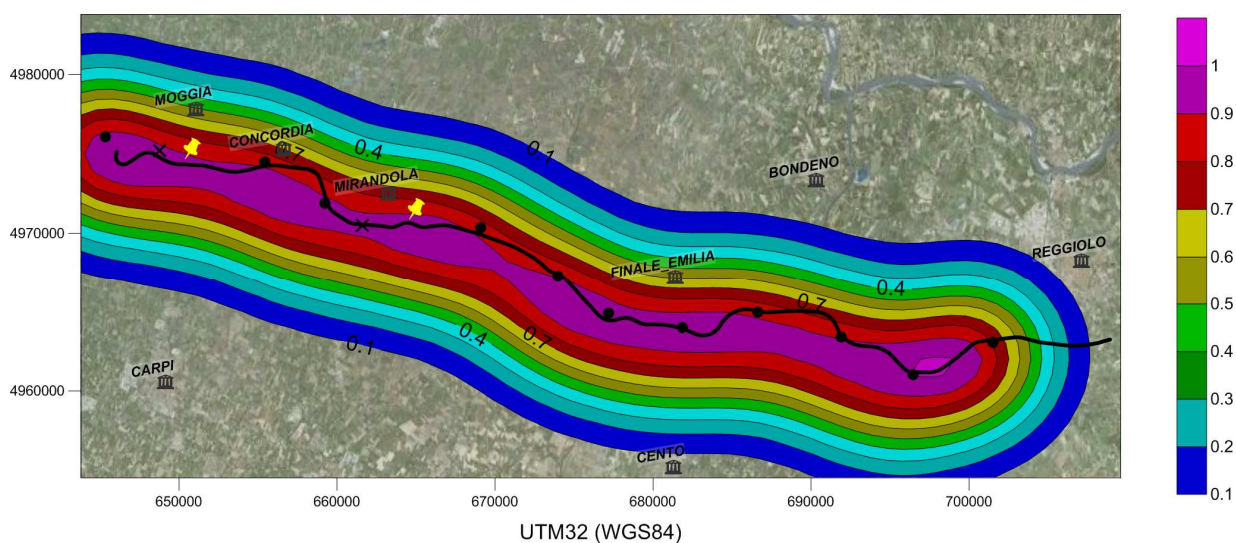
Come è possibile evidenziare dall'esame di tale figura la configurazione 1 consente una migliore copertura del tracciato, si vedano in particolare le aree a sud di Moglia e Mirandola; riducendo a nove il numero di punti di misura (config. 2), il campo IDI risulta meno uniforme rispetto alla configurazione precedente pur presentando, per tale parametro, valori superiori a 0.8.

Mediante tale approccio viene quindi confermata l'opportunità di modificare la localizzazione dei due punti di misura così come proposto nella configurazione 1.

CONFIGURAZIONE 0



CONFIGURAZIONE 1



CONFIGURAZIONE 2

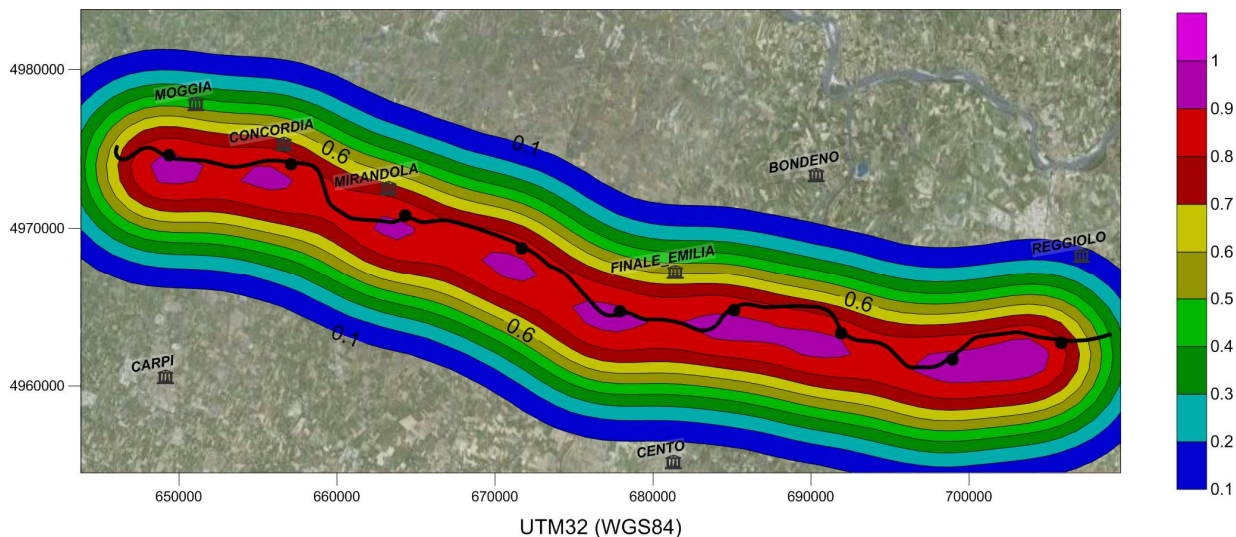


FIGURA 3.1-1 – FASE DI CANTIERE – CAMPO DI RELATIVO ALLE TRE CONFIGURAZIONI DELLA RETE DI MONITORAGGIO.

Come conferma visiva della corretta localizzazione dei punti di monitoraggio relativi alla configurazione 1 si riporta una mappa di ricaduta di NOx, scelto tra gli inquinanti più significativi per questa fase, generata dai modelli di simulazione per l'analisi delle dispersioni da attività di cantiere contenute nello Studio di Impatto Ambientale. La figura mostra come tutti i ricettori siano collocati laddove più significativa era l'iterazione tra opera e ricettori sul territorio, tenendo conto che gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati principalmente da aree coltivate con possibile insorgere di danni materiali e in misura minore da aree urbanizzate, con possibile insorgere di problemi sanitari. Proprio per questo a valle dell'analisi verranno inseriti nel PMA anche alcuni punti inseriti in aree "verdi" o di coltivo, il cui posizionamento viene riproposto identico alla versione originaria

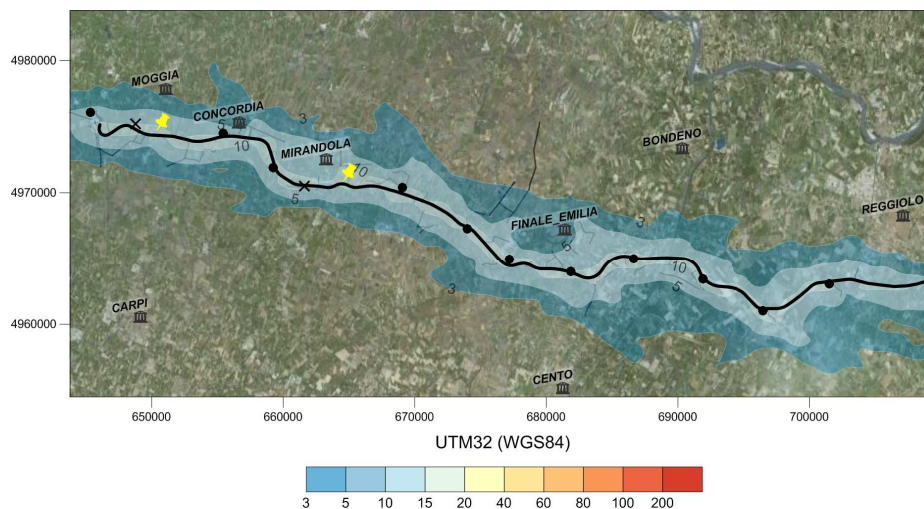


FIGURA 3.1-2 – FASE DI CANTIERE – MASSIMO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NOx (MICROG/ M3) EMESSE DALL'INSIEME DELLE SORGENTI CONSIDERATE

FASE DI ESERCIZIO

Per quanto riguarda invece il monitoraggio in fase di esercizio esso è ovviamente legato al numero di veicoli previsti in transito sui vari archi stradali di adduzione ed autostradali generati principalmente dalle emissioni dei motori anche se non deve essere dimenticato il risollelamento delle polveri generato dal passaggio dei veicoli anche se il fenomeno non è paragonabile a quello in cui si può assistere nella fase di cantiere.

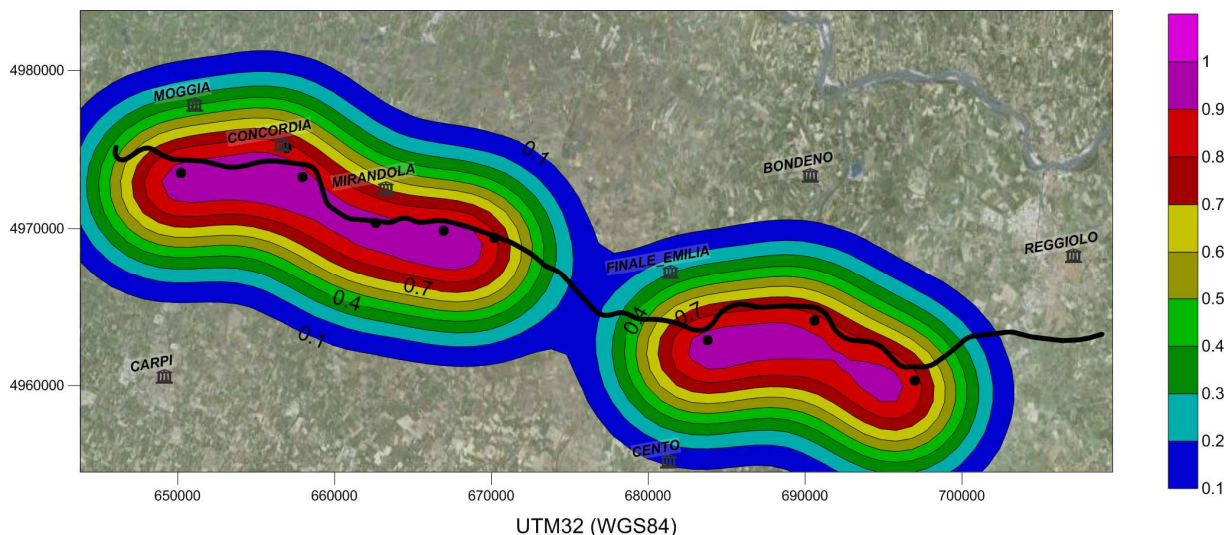
La diversità nel monitoraggio della fase di esercizio rispetto alla fase di realizzazione dell'opera può essere quindi riassunta nei due principali punti qui di seguito riportati:

- la permanenza temporale del fenomeno contrapposta alla temporaneità delle emissioni generate dalle attività di cantiere;
- la natura predominante delle emissioni legati ai motori dei veicoli, contrapposta alla natura prevalentemente legata alle polveri delle attività di cantiere.

La scelta dei punti di monitoraggio è stata effettuata anche in questo caso partendo dalle mappe di ricaduta dei principali contaminanti generati dall'esercizio dell'opera, contenute nello Studio di Impatto Ambientale. Le simulazioni di ricaduta degli inquinanti contenute nello SIA sono state effettuate per differenti scenari che prevedono sia l'assenza che la presenza dell'opera. L'analisi delle mappe ha consentito di individuare i punti dove maggiormente risulta evidente l'effetto dell'esercizio dell'opera e dei ricettori prossimi ad essi.

Analogamente a quanto svolto per la fase di cantiere, nelle figure seguenti vengono mostrati i campi IDI relativi alle seguenti due diverse configurazioni della rete di monitoraggio costituita da 9 punti di misura: configurazione di partenza (caso 0) e nuova allocazione dei punti di misura (caso 1). Il confronto dei campi IDI ottenuti evidenzia la migliore copertura del tracciato dell'opera considerando la configurazione relativa al caso 1 per la quale risultano valori per il campo IDI superiori a 0.8 per la maggior parte del tracciato dell'opera e superiori a 0.7 a SW di Mirandola.

CONFIGURAZIONE 0



CONFIGURAZIONE 1

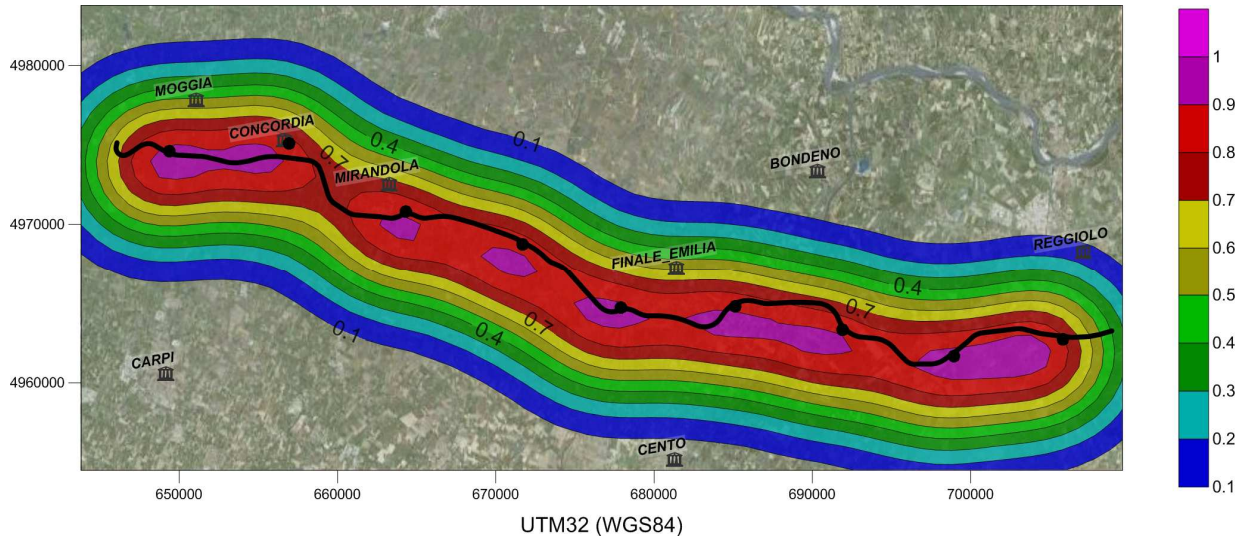


FIGURA 3.1-3 – FASE DI ESERCIZIO – CAMPO IDI RELATIVO ALLE DUE CONFIGURAZIONI DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio post operam, essendo principalmente legato alle emissioni dei motori dei veicoli assume un aspetto maggiormente legato alla salute pubblica e ad aspetti sanitari. Gli aspetti sanitari possono essere indirettamente derivati dalle ricadute delle emissioni esauste prodotte dagli autoveicoli anche sulle aree coltivate e destinate all'allevamento, attraverso la catena alimentare. Pertanto anche in fase di esercizio si sono mantenuti alcuni monitoraggi su aree prettamente verdi/agricole.

Si può notare come il posizionamento dei punti nella configurazione 1 della fase di esercizio sia coincidente alla localizzazione dei punti nella configurazione 2 della fase di cantiere, eccetto che la seconda stazione a partire da NW coincidente con il polo scolastico di Concordia, come da richiesta esplicita relativamente al monitoraggio per l'ambito di esercizio.

Le configurazioni proposte per i due ambiti coincidono in quanto sono frutto entrambe del procedimento di "analisi oggettiva", la quale potrà esser integrata con i criteri di scelta che hanno condotto all'originaria localizzazione fornita, la quale presentava i punti di monitoraggio della fase di cantiere distinti da quelli relativi alla fase di esercizio.

In base alle informazioni disponibili si suggerisce che tale localizzazione (coincidente con la configurazione 1 della fase di esercizio) venga utilizzata anche per il monitoraggio ante operam.

In generale le localizzazioni proposte per ciascuna fase sono da intendersi un riferimento per la corretta distribuzione spaziale dei punti in funzione di un efficace monitoraggio della qualità dell'aria ma non prendono in considerazione problematiche di natura pratica (presenza di ostacoli fisici o edifici, impossibilità di allacciamento alla rete elettrica..) che potranno influenzare localmente il posizionamento della stazione. La localizzazione precisa andrà quindi definita in sede di Progetto Esecutivo.

5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI

Il Piano di Monitoraggio, come già evidenziato, si articola temporalmente su tre fasi: Stato attuale o *Ante Operam* (AO), Fase di Costruzione o Corso d'Opera (CO) e Fase di Esercizio o *Post Operam* (PO).

Tutte le indagini di monitoraggio previste sono tese a integrarsi e a completare la rete di monitoraggio esistente sul territorio. Pertanto i punti sono stati scelti in quest'ottica, privilegiando zone in cui la verifica dei parametri non era ancora "coperta" dalla presenza di strumenti di rilevazione esistenti.

In generale, i periodi di monitoraggio sono stati scelti anche con il criterio di offrire al modello di calcolo la possibilità di assimilarsi alle misure in tutte le stagioni dell'anno.

5.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM

I punti di monitoraggio destinati a completare il quadro di riferimento *ante operam* (AO) sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore:

- prossimo ai futuri tracciati autostradali e delle opere di adduzione (≤ 1 km dal tracciato autostradale; ≤ 500 m dall'opera di adduzione);
- prossimo al futuro posizionamento dei cantieri principali e secondari (≤ 250 dal cantiere);
- prossimo alla futura viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri; (≤ 500 dal tracciato autostradale ≤ 250 m dall'opera di adduzione).

Si è privilegiato l'uso della Metodica A1 e della Metodica A3 per le verifiche sul futuro tracciato autostradale e delle opere di adduzione, mentre per quanto riguarda la futura posizione dei cantieri si è privilegiata la Metodica A1.

In sede preliminare al progetto definitivo è già stata effettuata una campagna di monitoraggio nel corso del mese di agosto 2011 riportata tra gli Allegati al Progetto ed allo Studio di Impatto Ambientale, i cui risultati sono stati utilizzati nelle valutazioni contenute negli elaborati. Il monitoraggio ha previsto la verifica di:

- 1 punto in un centro abitato entro una fascia di 1000 m rispetto al tracciato principale
- 1 punto all'interno di un'area sensibile (aree verdi, parco oasi naturale, aree SIC, ZPS) entro una fascia di 5000m rispetto al tracciato principale

La campagna di monitoraggio è stata svolta utilizzando due mezzi mobili di rilevamento dell'inquinamento atmosferico in parallelo, di ugual configurazione ed attrezzati con analizzatori chimici e sensori meteo conformi alla normativa vigente. La campagna si è svolta presso il Comune di Carpi (MO) e il Comune di Finale Emilia (MO) nel periodo dal 29 Luglio al 29 Agosto.

I dati relativi nella campagna di monitoraggio sono stati raccolti ed elaborati a seconda della durata delle misure effettuate, ai relativi valori di legge espressi, soprattutto, dai valori medi giornalieri e dai valori massimi orari.

I parametri oggetto di monitoraggio sono stati:

- Ozono (O₃);
- Ossidi di azoto (NO_x, NO, NO₂);
- Polveri (PM₁₀);
- Polveri Totali Sospese (PTS);
- Monossido di carbonio (CO);
- Ossidi di Zolfo (SO₂);
- BTX (Benzene, Toulene, Xilene);
- Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio, Mercurio, Nicheli);
- IPA.

La strumentazione ha acquisito, durante l'intero periodo di monitoraggio, anche i seguenti dati meteorologici

- Direzione del vento;
- Velocità del vento;
- Temperatura;
- Umidità Relativa;
- Pressione Barometrica;
- Radiazione Solare Totale;
- Pioggia

I risultati del monitoraggio sono riportati nella Relazione Finale della campagna di monitoraggio, allegata ai documenti progettuali.

5.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

I punti di monitoraggio per il corso d'opera (CO) sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevente:

- prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni in corrispondenza dei tracciati autostradali e delle opere di adduzione (≤ 500 dal tracciato autostradale ≤ 250 m dall'opera di adduzione);
- prossimo ai cantieri principali e secondari (≤ 250 dal cantiere);
- prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri (≤ 500 dal tracciato autostradale ≤ 250 m dall'opera di adduzione).

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati, in fase di monitoraggio *ante operam*, per caratterizzare la qualità dell'aria nelle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, cave, depositi e viabilità di servizio.

Si è privilegiato l'uso della **Metodica A1** per quanto riguarda la posizione dei cantieri principale mentre per le verifiche lungo il costruendo tracciato autostradale e delle opere di adduzione, e soprattutto dei fronti di avanzamento lavori si è privilegiata la **Metodica A2**.

I monitoraggi con metodica A1 ed A2 (mezzi mobili) prevedono per legge campagne per la durata minima di 15 gg con una copertura minima annuale di 8 settimane. Quindi sono state previste n. 4 campagne annuali della durata ciascuna di 15 gg. Sono metodologie previste essenzialmente per i cantieri, quindi ovviamente dureranno per il periodo di attività del cantiere con 4 campagne anno.

5.3. MONITORAGGIO POST OPERAM

I punti di monitoraggio per il *post operam* sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema riceettore prossimo ai tracciati autostradali.

Il monitoraggio *post operam* sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati, in fase di monitoraggio *ante operam*, per caratterizzare la qualità dell'aria delle aree interessate dall'attuale esercizio.

La metodica privilegiata in questa fase è ovviamente la A3, con centraline fisse che misurano in continuo i principali parametri. La rete di centraline andrà quindi ad integrarsi con quella regionale ad oggi esistente.

Per la verifica di situazioni particolari o di esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (*ante*, *corso* e *post operam*) potranno essere previste modifiche o integrazioni della rete di monitoraggio proposta e prevedere campagne di analisi ad hoc utilizzando la metodica A1.

Per quanto riguarda le centraline fisse (**Metodica A3**), per i principali parametri legati all'inquinamento da traffico il monitoraggio avviene in continuo. Per il benzo(a)pirene BaP è previsto il monitoraggio per soli 15 gg nel periodo invernale. Per quel che riguarda i parametri climatologici, le centraline li rileveranno su base oraria.