

Allegato D6

Allegato D6-Identificazione
e Quantificazione degli
Effetti delle Emissioni in
Aria e Confronto con gli
Standard di Qualità
dell'Aria

INTRODUZIONE

Il presente allegato riporta e commenta i risultati studio modellistico condotto per quantificare l'entità delle emissioni e delle conseguenti ricadute al suolo (dette anche immissioni) di inquinanti (NO_x e CO) a seguito di eventi impiantistici che prevedano l'attivazione, con conseguente combustione di gas, della torcia PK 600 (ground flare) dello stabilimento *Basell Poliolefine Italia Srl* di Brindisi.

Lo studio, che si configura come un'integrazione dei precedenti allegati D6 presentati nell'ambito della procedura di Autorizzazione Ambientale per lo stabilimento Basell Poliolefine Italia di Brindisi, si concentra sull'entità delle emissioni e delle conseguenti ricadute al suolo generate dalla possibilità che l'off-gas comunemente inviato alla rete di raccolta del polo multisocetario sia trattato direttamente dalla ground flare PK 600.

In particolare, considerando la modifica proposta, l'approccio metodologico adottato si è focalizzato sulla realizzazione di uno studio di tipo "worst-case", finalizzato alla:

- quantificazione delle emissioni e delle immissioni nelle peggiori condizioni, emissive (eventi rilevanti in termini di gas inviato alla torcia) e meteo diffusive, al fine di stimare le massime concentrazioni medie orarie indotte al suolo;
- quantificazione delle concentrazioni medie annua (NO_x) alla luce della possibilità che la torcia PK 600, prodotto in caso di fermata programmata per manutenzione dell'unità cracker di Polimeri Europa o in caso di eventuali altre fermate dell'unità stessa (improvvisi disservizi, o altre motivazioni), possa trattare l'off-gas anche per alcune settimane consecutive (fino a due mesi).

Lo studio illustrato nella presente Relazione è stato realizzato, mediante l'ausilio del sistema di modelli CALMET-CALPUFF.

Ciò premesso, le simulazioni hanno evidenziato, per la modifica oggetto della richiesta di autorizzazione, il rispetto delle soglie fissate dalla normativa nazionale sulla qualità dell'aria.

Per l'analisi dello stato della qualità dell'aria presente nell'area circostante il sito produttivo *Basell Poliolefine Italia* di Brindisi sono stati utilizzati i dati disponibili desunti da documenti elaborati da ARPA Puglia:

- la Relazione sullo Stato dell'Ambiente relativa all'anno 2009 e rapporti mensili del 2010, per gli ossidi di azoto;
- la Relazione sullo Stato dell'Ambiente relativa all'anno 2007, per il monossido di carbonio (tale indicatore non è invece stato considerato nei successivi rapporti del 2008 e 2009).

Come anticipato, dunque, l'analisi dello stato di qualità dell'aria è stata condotta considerando, sulla base delle caratteristiche tecniche della torcia e sulla natura dei gas scaricati in torcia (§ 2.2 - 2.3), che gli inquinanti potenzialmente emessi dalla combustione del gas in torcia siano principalmente NO_x e CO.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa vigente in materia di qualità dell'aria per gli inquinanti considerati.

1.1 *NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA*

La normativa relativa agli standard di qualità dell'aria in Italia nasce con il *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri, modificati successivamente dal *DPR 203 del 24/05/1988* che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

A queste si sono susseguiti una serie di decreti che hanno definito livelli e limiti.

Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994 (aggiornato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994)

Tale decreto ha introdotto i *livelli di attenzione* (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i *livelli di allarme* (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), valido per gli inquinanti in aree urbane. Il decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

D. Lgs 351 del 04/08/1999

Rappresenta il recepimento della *Direttiva 96/62/CEE* in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.

D.M. 60 del 2 Aprile 2002

Il decreto recepisce rispettivamente la *Direttiva 1999/30/CE*, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo, e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio. Il decreto ha abrogato le disposizioni della normativa precedente relative a: biossido di zolfo, biossido d'azoto, alle particelle sospese, al PM 10, al piombo, al monossido di carbonio ed al benzene, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

Il *DM 60/2002* ha introdotto, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi. Per l'ubicazione su macroscale, ai fini della protezione umana, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano. Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 Km².

L'*Allegato IX del DM 60/2002* riporta, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Ossidi d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀), Piombo, Benzene e Monossido di Carbonio nell'aria ambiente. Per la popolazione umana vengono dati dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base della densità delle emissioni, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Il *Decreto Ministeriale n°60 del 02/04/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, Ossidi di Azoto, PM₁₀, Benzene e Monossido di Carbonio:

- i valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire;

- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- i periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

D. Lgs 183 del 21/05/2004

Il Decreto ha recepito la *Direttiva 2002/3/CE* relativa all'ozono nell'aria; con tale decreto vengono abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e vengono fissati i nuovi limiti.

D. Lgs 152 del 03/04/2006

La parte V (Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera) di tale Decreto, noto come Testo Unico Ambientale, abroga il *DPR 203 del 24/05/1988* precedentemente descritto.

Il *D. Lgs 152* è applicato agli impianti (compresi quelli termici civili) e alle attività che producono emissioni in atmosfera stabilendo i valori di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri della conformità dei valori misurati ai valori limite. Il Decreto definisce, inoltre, le caratteristiche merceologiche dei combustibili (precedentemente disciplinate con l'abrogato *DPCM 08/03/2002*) che possono essere utilizzati negli impianti che producono emissioni dando anche indicazioni riguardo i metodi di misura da utilizzare per determinarle.

Si precisa che il *D. Lgs 152 del 2006* non modifica quanto stabilito dai precedenti decreti in materia di qualità dell'aria.

D.Lgs 120 del 26/06/2008

Il decreto intitolato "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152,...*", sostituisce l'allegato I al *D. Lgs. 152/2007* mantenendo gli stessi valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

D.Lgs. 155 del 13/8/2010

La recente emanazione del *D. Lgs. 155/2010* di fatto armonizza la preesistente normativa in materia di qualità dell'aria riportando in un solo atto normativo i limiti di qualità dell'aria per tutti i gli inquinanti.

Vengono riportati nella successiva *Tabella* i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria (Esposizione Acuta) per gli inquinanti considerati nel

presente studio; i valori limite sono espressi di concentrazione normalizzate ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Tabella 1.1a

Concentrazioni Limite Previste dal D. Lgs. 155/2010

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
NO ₂	Soglia di allarme*	400 µg/m ³	
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	
NO ₂	Concentrazione media annuale	40 µg/m ³	D. Lgs. 155/2010
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³	

* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estese.

1.2

OSSIDI DI AZOTO

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N₂O;
- ossido di azoto: NO;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N₂O₃;
- biossido di azoto: NO₂;
- tetrossido di diazoto: N₂O₄;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N₂O₅.

In termini di inquinamento atmosferico gli ossidi di azoto che destano più preoccupazione sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂).

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell'NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente

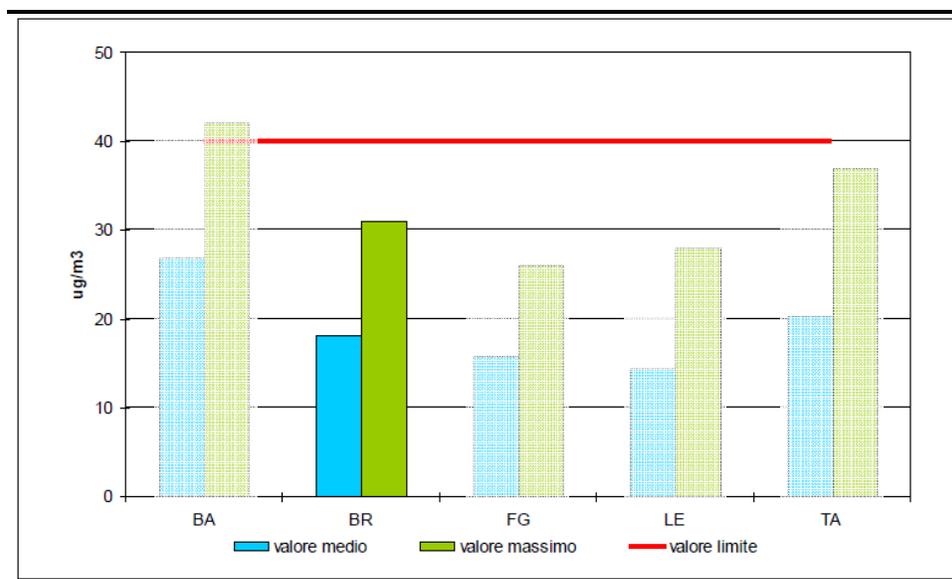
dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali.

Per la salute umana l'NO₂ è quattro volte più tossico dell'NO esercitando, ad elevate concentrazioni, un'azione irritante sugli occhi e sulle vie respiratorie; entrambi, riescono a penetrare nell'apparato respiratorio ed entrano nella circolazione sanguigna.

Nel corso del 2009 i livelli di NO₂ sono stati inferiori ai limiti di legge in tutti i siti di monitoraggio della Regione; in particolare, le stazioni della provincia di Brindisi nel 2009 hanno registrato valori medi pari a circa 18 µg/m³ e valori massimi di circa 31 µg/m³ (Figura 1.2a).

Figura 1.2a

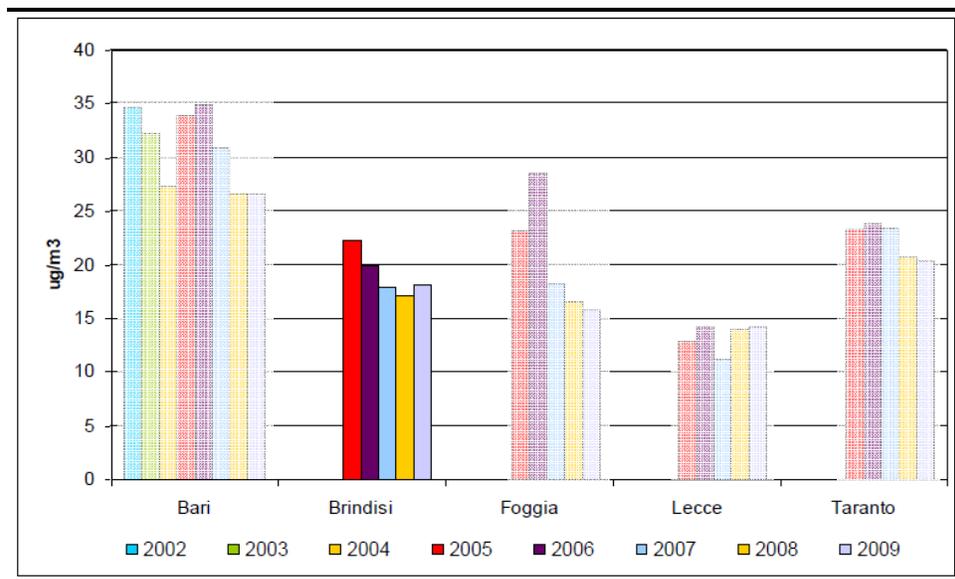
Valori Massimi e Medi della Media Annuale delle Concentrazioni di NO₂, per Provincia (Fonte: ARPA Puglia, 2009)



L'analisi dei trend temporali, per provincia (Figura 1.2b) rileva una situazione di sostanziale stazionarietà delle concentrazioni medie annue di NO₂. I dati relativi alla sola Provincia di Brindisi confermano la tendenza regionale, rilevando un leggero calo delle concentrazioni medie di NO₂ a partire dal 2005 (22 µg/m³), primo anno di dati disponibile, fino al minimo del 2008 (17 µg/m³).

Figura 1.2b

Andamento della Media Annuale di NO₂, per Provincia (Fonte: ARPA Puglia, 2009)



Come per i precedenti anni anche i per il 2010 i valori di NO₂ si attestano su livelli inferiori ai limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Tabella 1.2a

NO₂, Concentrazioni rilevate nel 2010 presso le Centraline di Qualità dell'Aria di ARPA Puglia

Scenario	Casale [µg/m ³]	Sisri [µg/m ³]	Via dei Mille [µg/m ³]	Via Taranto [µg/m ³]	Torchiarolo [µg/m ³]	Limite D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
Concentrazione media annua	13	14	27	25	19	40 ⁽¹⁾
N° superamenti concentrazione media oraria	0	0	0	0	0	200 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Limite concentrazione medi annua
⁽²⁾ Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile

1.3

MONOSSIDO DI CARBONIO

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste, a livello globale, il 90% deriva dal traffico veicolare).

È un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

Già da diversi anni il monossido di carbonio non è più un inquinante critico poiché le sue concentrazioni in aria ambiente sono molto basse. Esso comunque continua ad essere rilevato in modo sistematico.

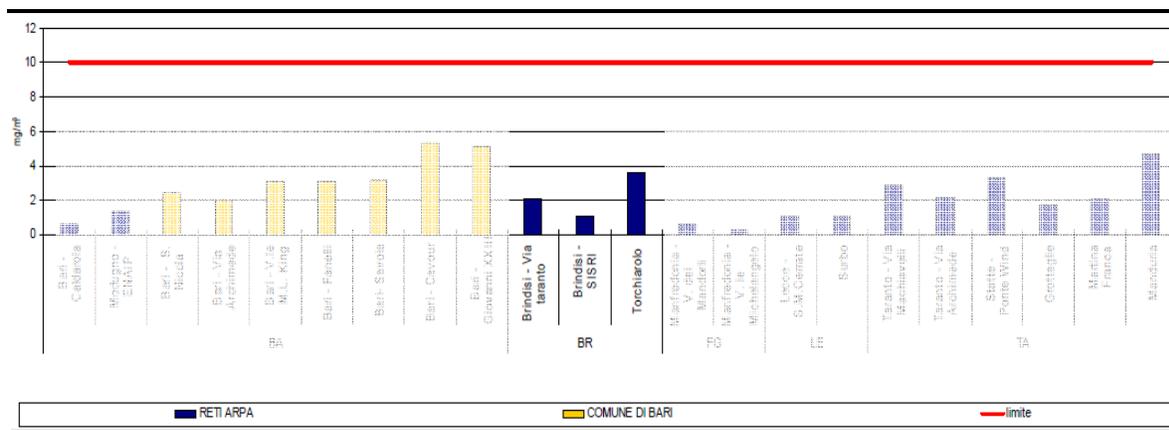
Il CO è scarsamente reattivo e permane in atmosfera per circa 3-4 mesi e viene rimosso attraverso reazioni di ossidazione ad anidride carbonica o attraverso reazioni fotochimiche coinvolgenti il metano e i radicali OH.

Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.

Nel corso del 2007 i livelli di CO sono stati inferiori ai limiti di normativa in tutti i siti di monitoraggio della Regione. In particolare, nelle tre stazioni di monitoraggio della Provincia di Brindisi, i valori massimi della media mobile sulle 8 ore risultano compresi tra 1 e 4 mg/m³.

Figura 1.2b

Valori Massimi della Media Mobile sulle 8 Ore delle Concentrazioni di CO, per Provincia (Fonte: ARPA Puglia, 2007)



Il presente *Capitolo* riporta la metodica, i dati di input (scenario emissivo) utilizzati ed i risultati delle simulazioni condotte con l'ausilio del sistema di modelli CALMET-CALPUFF per valutare gli effetti delle emissioni in atmosfera generate dal funzionamento della torcia PK per lo scenario emissivo simulato.

Il sistema di modelli, meglio descritto nell'*Allegato D5*, CALMET-CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. È sviluppato dalla *Sigma Research Corporation*, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di *California Air Resources Board* (CARB); attualmente è inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "*Guideline on Air Quality Models*".

Premessa Metodologica

Come anticipato nella introduzione, lo studio è stato realizzato al fine di valutare quali possano essere le ricadute al suolo dei prodotti di combustione rilasciati a seguito della ipotetica combinazione tra l'esercizio del sistema di torce in condizioni particolarmente gravose (scenario worst case) in termini di quantitativo di gas da trattare e le "peggiori" condizioni meteo-climatiche (dal punto di vista delle ricadute al suolo) verificatesi nel corso dell'intero anno di riferimento (anno 2008).

Lo scenario considerato è stato simulato continuamente per tutto l'arco dell'anno (24 ore su 24 ore) e quindi evidentemente sovrastimando enormemente ed intenzionalmente le emissioni.

Tale operazione è stata fatta al fine di identificare con certezza, tra tutte le possibili condizioni meteorologiche (anno 2008), quelle in grado di massimizzare la ricaduta al suolo.

È chiaro che un simile approccio considera, in maniera volutamente non realistica l'attività delle torce come continua durante tutte le ore dell'anno, quando invece, per loro stessa natura, gli eventi simulati sono temporalmente limitati al più ad alcune settimana per lo scenario off-gas qui presentato.

In particolare i risultati espressi come massime concentrazioni orarie, riportati in dettaglio di seguito, rappresentano, con modalità estremamente cautelative, le concentrazioni indotte al suolo dall'esercizio della torcia ipotizzando che tale esercizio si verifichi esattamente in concomitanza all'instaurarsi delle peggiori condizioni meteo-diffusive, per ogni recettore del dominio di calcolo.

Lo studio modellistico è stato quindi impostato come segue:

- ricostruzione della meteorologia dell'area in esame, con il preprocessore meteorologico CALMET, per l'intero anno 2008 sulla base dei dati meteorologici monitorati dalle centraline meteo dell'ARPA Puglia, NCDC e Stazione Nord Petrolchimico (Allegato D5);
- costruzione di uno scenario emissivo ad hoc, rappresentativo del flusso di off-gas trattato dalla torcia nel caso in cui la rete di raccolta dell'off-gas del polo multi societario non sia in grado di riceverlo;
- simulazione del suddetto scenario mediante il processore CALPUFF considerando le emissioni in atmosfera costanti per tutto l'anno, al fine di individuare nell'intero 2008 le peggiori condizioni meteorologiche che massimizzino le ricadute al suolo. È chiaro che tale simulazione appare come estremamente conservativa dal punto di vista della durata delle emissioni; gli scenari emissivi sono infatti rappresentativi di episodi caratterizzati da un'intensa attività delle torce, ma che per loro natura sono limitati tempo
- elaborazione dei risultati con il postprocessore CALPOST al fine di individuare le aree del dominio di calcolo maggiormente interessate dalle potenziali ricadute, mediante la redazione di mappe di isoconcentrazione degli inquinanti al suolo calcolate dal modello;
- confronto dei risultati con i rispettivi limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono stabiliti dal *D. Lgs. 155/2010*. Tali limiti fanno riferimento sia a condizioni di esposizione cronica, fissando concentrazioni medie annue massime, sia acuta prevedendo concentrazioni medie orarie massime da non superare per un numero definito di episodi (percentili delle concentrazioni medie orarie).

Si precisa che la metodica descritta è da intendersi come finalizzata alla realizzazione di una simulazione di uno scenario *worst case*; l'esercizio proposto mira come detto ad individuare quali potrebbero essere le potenziali ricadute al suolo dei prodotti di combustione nel caso in cui l'attività delle torce coincidesse con il presentarsi delle condizioni meteo diffuse più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, per ognuno dei recettori presenti nell'intero dominio di calcolo.

I risultati presentati non sono quindi da intendersi in nessun modo come rappresentativi delle normali attività svolte nel sito produttivo *Basell Poliolefine Italia* di Brindisi e nemmeno legati agli sporadici episodi di funzionamento della torcia, ma esclusivamente di ciò che si potrebbe ipoteticamente verificare a seguito di particolari concomitanze di eventi, meteorologici e impiantistici, caratterizzati sempre comunque da una limitata estensione temporale.

Il Sistema di Torce dello Stabilimento di Brindisi di *Basell* è costituito da due installazioni identificabili come: torcia BT601 e torcia PK600 aventi in comune un sistema di abbattimento liquidi denominato Knock-Out Drum D6001. La torcia in esercizio è la Ground Flare PK600 (coordinate UTM 33N 752695, 4502681); la torcia elevata BT601 è isolata da organi fissi di intercettazione e viene mantenuta in efficienza solo come sistema di back-up in caso di necessità manutentive sulla PK600 (prevista ogni 4 anni per una durata indicativa di 7 giorni). E' prassi che tale variazione di assetto venga notificata all'Autorità competente locale.

All'interno, coperti da uno strato di ghiaia, sono disposti i collettori che portano il gas ai 7 stadi di bruciatori montati verticalmente e accesi mediante fiamme pilota dotate di sistema di rilevamento degli spegnimenti (termocoppie). Tali bruciatori sono capaci di produrre una combustione *smokeless* (assenza di fumo) degli idrocarburi leggeri senza l'ausilio di vapore o aria forzata, con efficienza fino al 99.9% dal prodotto da ossidare. I bruciatori sono disposti a livello del terreno, all'interno un'area di combustione delimitata da una barriera protettiva di perimetro rettangolare, completamente aperta superiormente.

Nella parte inferiore dei pannelli posti ai lati maggiori della recinzione, sono presenti delle feritoie opportunamente dimensionate per consentire il corretto afflusso di aria necessaria alla combustione.

I bruciatori sono dotati di ugelli progettati appositamente per ottenere una combustione completa dei gas, ottenuta da un'ottima miscelazione tra il gas combustibile e l'aria richiamata nelle immediate vicinanze del bruciatore stesso.

Affinché il sistema torcia possa bruciare con continuità portate variabili di gas e garantire sempre l'assenza di fumo, è previsto il raggruppamento dei bruciatori in 7 stadi, aventi numero crescente di bruciatori, che vengono inseriti progressivamente a seconda del valore di pressione esistente nel collettore di alimentazione dei gas alla torcia.

Ogni stadio è caratterizzato da un numero di bruciatori capaci di garantire il corretto funzionamento entro un certo campo di portata. L'avviamento progressivo degli stadi assicura la totale copertura del campo di portata per cui la torcia è stata progettata.

Ciascuno degli stadi costituenti la torcia è equipaggiato con n. 2 bruciatori pilota, opportunamente posizionati e mantenuti sempre accesi, al fine di garantire l'accensione dello stadio. In caso di diminuzione della pressione nella linea di alimentazione ai piloti, si avrà l'apertura automatica dell'elettrovalvola di erogazione del fuel gas di stabilimento.

2.3 SCENARIO EMISSIVO

Nel presente studio lo scenario emissivo simulato (off-gas) è corrispondente alle seguente tipologia di stream così come definite dal MATTM: con la nota DVA – 2011 – 0009754 del 21 Aprile 2011:

2 - Stream non riconducibile a stati di emergenza, sicurezza, anomalie e guasti;

2.3.1 *Approccio Modellistico Adottato per la Simulazioni delle Emissioni da Torcia*

Nel presente *Paragrafo* è riportata in dettaglio la metodica adottata al fine di costruire e simulare i vari scenari emissivi.

Le formule impiegate, le assunzioni fatte ed i coefficienti utilizzati sono desunti da documentazione tecnica EPA (U.S. Environmental Protection Agency) in particolare dal volume *EPA-454/R-92-024 WORKBOOK OF SCREENING TECHNIQUES FOR ASSESSING IMPACTS OF TOXIC AIR POLLUTANTS (REVISED)* e *EPA-454/B-95-004*.

Le torce sono usualmente impiegate come dispositivi essenziali per la sicurezza ed il controllo ambientale, ove vengono trattati, tramite ossidazione termica (combustione) potenziali scarichi di gas idrocarburici durante situazioni di emergenza, transitorio, fermata o avviamento degli impianti.

Nel simulare un'emissione gassosa proveniente da una torcia i problemi principali riguardano il calcolo delle emissioni e la modellizzazione della dispersione. Per quanto riguarda la dispersione è necessario considerare una spinta di galleggiamento dovuta alle perdite di calore raggiante e tenere in conto la lunghezza della fiamma nella stima dell'altezza del pennacchio.

Per il calcolo del rateo emissivo di un generico prodotto di combustione da una torcia la formula impiegata è la seguente:

$$Q_m (g / s) = \frac{(Vol(\%) / 100) \cdot V (m^3 / s) \cdot M_w (g / g - mole) \cdot 0.02}{0.0224 \cdot (m^3 / g - mole)}$$

Dove:

Vol (%) : è la frazione in volume del prodotto di combustione analizzato;

V (m³/s) : è la portata dei fumi alla torcia;

M_w (g/g-mole) : è il peso molecolare della sostanza rilasciata.

Per calcolare invece il rateo di emissione del calore totale proveniente dalla combustione in torcia, si utilizza la seguente equazione (Lahey & Davis, 1984):

$$H_r = 44.64 \cdot V \sum_{i=1}^n f_i H_i$$

Dove:

H_r (J/s) : è il rateo di rilascio del calore totale;

f_i : è la frazione in volume di ogni componente della miscela di gas convogliata alla torcia;

H_i (J/g-mole) : è il potere calorifico inferiore di ciascun componente;

n : è il numero di componenti della miscela gassosa che convoglia alla torcia.

Il valore 44.6 è stimato per l'aria come:

$$\frac{\rho_{aria} (g / m^3)}{M_w (g / g - mole)} = \frac{1292}{28.97} = 44.6 (g - mole / m^3)$$

Infine l'altezza effettiva di rilascio si ottiene sommando l'altezza della fiamma a quella del camino, come segue (Beychok, 1979):

$$H_{sl} = H_s + 4.56 \times 10^{-3} \left(\frac{H_r}{4.1868} \right)^{0.478}$$

Dove:

H_{sl} (m) : è l'altezza effettiva di rilascio prima della risalita del pennacchio;

H_s (m) : è l'altezza dal suolo del camino.

Il valore 4.1868 è il fattore di conversione da Joules a calorie.

La risalita del pennacchio ("*plume rise*") viene calcolata in seguito, in base all'effettiva altezza di rilascio, dal modello di dispersione impiegato.

2.3.1.1 Fattori emissivi Inquinanti

La torcia garantisce la combustione (efficienza del 99,9% - § 2.1) degli idrocarburi leggeri ($C_1 - C_2 - C_3$) gassosi convogliati con conseguente emissione nei prodotti di combustione in massima parte di *anidride carbonica* (CO_2), *ossidi di azoto* (NO_x) e *vapor d'acqua* (H_2O) e monossido di carbonio (CO).

Nel presente studio sono quindi state valutate le ricadute al suolo delle emissioni di NO_x e CO e coerentemente con le caratteristiche tecniche della torcia non sono state considerate le emissioni di particolato poiché la torcia PK 600, come descritto nel § 2.1, è *smokeless*.

Tipicamente è molto difficile una misura diretta delle concentrazioni delle specie chimiche emesse a seguito della combustione di gas in torcia, poiché a causa delle altissime temperature di combustione dei gas, dell'impossibilità di convogliare i fumi esausti e delle chiare difficoltà logistiche, risulta estremamente complicato installare strumenti di monitoraggio.

Al fine di costruire uno scenario emissivo si è proceduto quindi all'adozione di fattori emissivi quanto più referenziati che correlino la quantità di

inquinante emesse a grandezze più facilmente misurabile legate all'esercizio delle torce.

Di seguito sono riportati i fattori emissivi adottati per il calcolo delle emissioni di NO_x e CO, proposti dall'EPA all'interno del documento *Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (capitolo 13.5 *Industrial Flares*):

- NO_x = 0,068 [lb/10⁶] BTU (*EPA_AP42_13.5 Industrial Flares*);
- CO = 0,37 [lb/10⁶] BTU (*EPA_AP42_13.5 Industrial Flares*);

2.3.2 **Definizione Scenario Emissivo**

Di seguito sono riportati diverse possibili composizioni del off-gas in relazione alle diverse produzioni operative nell'impianto. Sulla base dei dati sotto riportati è stato costruito un unico scenario emissivo, denominato "off-gas" tale da poter rappresentare le emissioni per tutti e tre i successivi casi, sovrastimandone ulteriormente le emissioni al fine di mantenere un approccio conservativo per la stima delle ricadute al suolo.

1) *Composizione chimica media annua del gas – P9T e PP2:*

- propilene: 95 % [vol]
- propano: 4 % [vol]
- idrogeno: 0,9 % [vol]
- etilene: 0,01 % [vol]
- etano: 0,05 % [vol]
- esano: 0,05 % [vol]

Portate:

- P9T = 460 [kg/hr]
- PP2 = 680 [kg/hr]

2) *Composizione chimica relativa alla produzione di polimeri con butene – P9T:*

Da PFD, la composizione dell'off gas è la seguente:

- Propilene: 45 % [vol]
- Propano: 17,1 % [vol]
- Idrogeno: 21,1 % [vol]
- Etilene: 0,4 % [vol]
- Butene: 16,5 % [vol]

Portata:

- P9T = 20,5 [kg/hr]

3) *Composizione chimica relativa scenario relativo alla produzione di polimeri con esene – P9T:*

- propilene: 85,1 % [vol]
- propano: 12,7 % [vol]
- idrogeno: 1,4 % [vol]

- esene: 0,6 % [vol]

Portata:

- P9T = 550 [kg/hr]

Nella successive *Tabella* sono riportate la composizione chimica ed il quantitativo di gas trattato dalla torcia PK 600 per lo scenario Off-Gas.

Tabella 2.3.2a *Caratteristiche della Corrente Inviata alla Torcia, Scenario Emissivo Off-Gas*

Torcia PK 600								
Scenario	Impianto	Gas inviato [kg/h]	Idrogeno [% vol]	Etilene [% vol]	Propilene [% vol]	Propano [% vol]	Etano [% vol]	Peso Molec [g/mol]
Scenario off gas	P9T + PP2	1670	1	-	95	4	-	41,76

Il gas trattato dalla torcia, consiste sostanzialmente in un una miscela di idrocarburi leggeri fino a C₃; in nessun caso è possibile che siano avviati alla combustione alcun tipo di idrocarburi aromatici o policiclici aromatici. Alla torcia PK 600 non vengono inviate sostanze tossiche per l'ambiente o per l'uomo, ma esclusivamente sostanze infiammabili, il cui rilascio in atmosfera potrebbe generare l'insorgere di situazione critiche dal punto di vista della sicurezza operativa di impianto.

Tabella 2.3.2.b *Scenario Emissivo off-gas Torcia PK 600*

	Temp. Fumi * [°C]	Velocità Fumi [m/s]	Portata NO _x [g/s]	Portata CO [g/s]
Scenario off gas	1273	<1	0,63	3,40

* come da specifiche EPA-454/R-92-024 WORKBOOK OF SCREENING TECHNIQUES FOR ASSESSING IMPACTS OF TOXIC AIR POLLUTANTS (REVISED)

2.4

RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati del sistema di modelli CALMET-CALPUFF in termini di concentrazioni a livello del suolo di NO_x e CO.

I risultati sono presentati prendendo in considerazione i rispettivi limiti di legge per gli inquinanti considerati.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCMAP (ESRI) specifico per operazioni di interpolazioni geostatistiche.

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive *Figure* riportanti rispettivamente le mappe di isoconcentrazione al suolo per i diversi inquinanti simulati.

Oltre alle concentrazioni massime all'interno del dominio di calcolo saranno anche indicate le concentrazioni calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline della rete di monitoraggio dell'ARPA Puglia di seguito elencate:

- Casale;
- SISRI;
- Via dei Mille;
- Via Taranto;
- Torchiarolo.

2.4.1 *Ossidi di Azoto (NO_x)*

I risultati delle modellazioni effettuate per l'NO_x sono riportati nelle seguenti *Figure*:

- *Figura 2.4.1a*: Scenario off-gas – 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie di NO_x;
- *Figura 2.4.1b*: Scenario off-gas – Concentrazione Media Annua Concentrazione Oraria di NO_x.

Nelle successive *Table* sono riportati i massimi valori registrati nel dominio di calcolo e in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria dell'ARPA Puglia presenti nel dominio di calcolo.

Si precisa inoltre che nel presente studio si è scelto di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D. Lgs 155/2010* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂.

L'efficacia di tale conversione dipende, infatti, da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza in atmosfera di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

Tabella 2.3.1a *NO_x, Scenario off-gas Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo*

Scenario off-gas	Concentrazione Massima oraria nel Domino [µg/m ³]	Limite Normativo D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
Massima Concentrazione Oraria	41,97	400 ⁽¹⁾
99,8° Percentile	9,38	200 ⁽²⁾
Concentrazione media annua	1,03	40

⁽¹⁾ Soglia di Allarme della Concentrazione Media Oraria da non superare per tre ore consecutive
⁽²⁾ Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile

Tabella 2.3.1b *NO_x, Scenario off-gas Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello alle Centraline di Qualità dell'Aria di ARPA Puglia*

Scenario	Casale [µg/m ³]	Sisri [µg/m ³]	Via dei Mille [µg/m ³]	Via Taranto [µg/m ³]	Torchiarol o [µg/m ³]	Limite D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
Massima Concentrazione Oraria	2,87	8,56	3,00	3,35	1,03	400 ⁽¹⁾
99,8° Percentile	0,89	2,11	0,74	0,88	0,47	200 ⁽²⁾
Concentrazione media annua	0,010	0,031	0,007	0,010	0,009	40

⁽¹⁾ Soglia di Allarme della Concentrazione Media Oraria da non superare per tre ore consecutive⁽¹⁾ Soglia di Allarme della Concentrazione Media Oraria da non superare per tre ore consecutive
⁽²⁾ Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile

Dai dati riportati nella precedente *Tabella* si evince che, le massime concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori molto inferiori ai rispettivi limiti normativi che pur si riferiscono ad un limite superabile fino a 18 volte nell'anno o ad una massima concentrazione trioraria. Confrontando inoltre i valori calcolati da modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria con lo stato della qualità dell'aria, riportato nel *Capitolo 1*, si può concludere che nonostante l'approccio conservativo adottato i risultati del modello sono già inferiori alle concentrazioni medie annue registrate nel periodo analizzato.

In relazione alla distribuzione spaziale delle aree di massima ricaduta si evidenzia che le massime concentrazioni di NO_x al suolo sono identificate entro i confini dell'area industriale di Brindisi.

2.4.2 *Monossido di Carbonio (CO)*

I risultati delle modellazioni effettuate per il CO sono riportati nelle seguenti *Figure*:

- *Figura 2.4.2a: off-gas – Massima Concentrazione Media Mobile 8 ore di CO;*

Nelle successive *Table* sono riportati i massimi valori registrati nel dominio di calcolo e in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria dell'ARPA Puglia presenti nel dominio di calcolo.

Tabella 2.3.2a *CO, Scenario off-gas Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo*

Scenario	Concentrazione Massima oraria nel Domino [µg/m ³]	Limite Normativo D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
Massima Concentrazione Oraria	226,5	-
Massima Concentrazione Media Mobile 8 ore	76,0	10000 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Massimo giornaliero della media mobile di 8 h

Tabella 2.3.2b *CO, Scenario off-gas Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello alle Centraline di Qualità dell'Aria di ARPA Puglia*

Scenario	Casale [µg/m ³]	Sisri [µg/m ³]	Via dei Mille [µg/m ³]	Via Taranto [µg/m ³]	Torchiarol o [µg/m ³]	Limite D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
Massima Concentrazione Oraria	5,49	10,89	3,44	4,85	2,87	-
Massima Concentrazione Media Mobile 8 ore	15,50	46,20	16,19	18,10	5,54	10000 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Massimo giornaliero della media mobile di 8 h

Anche in questo caso sulla base dei dati riportati nelle precedenti *Table* si evince che le concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori molto inferiori ai rispettivi limite di legge.

Confrontando inoltre i valori calcolati da modello in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria con lo stato della qualità dell'aria, riportato nel *Capitolo 1*, si può concludere che nonostante l'approccio conservativo adottato i risultati del modello sono già ampiamente inferiori registrate le quali si attestano su valori compresi tra 1000 e 4000 µg/m³ (vedi *Capitolo 1*).

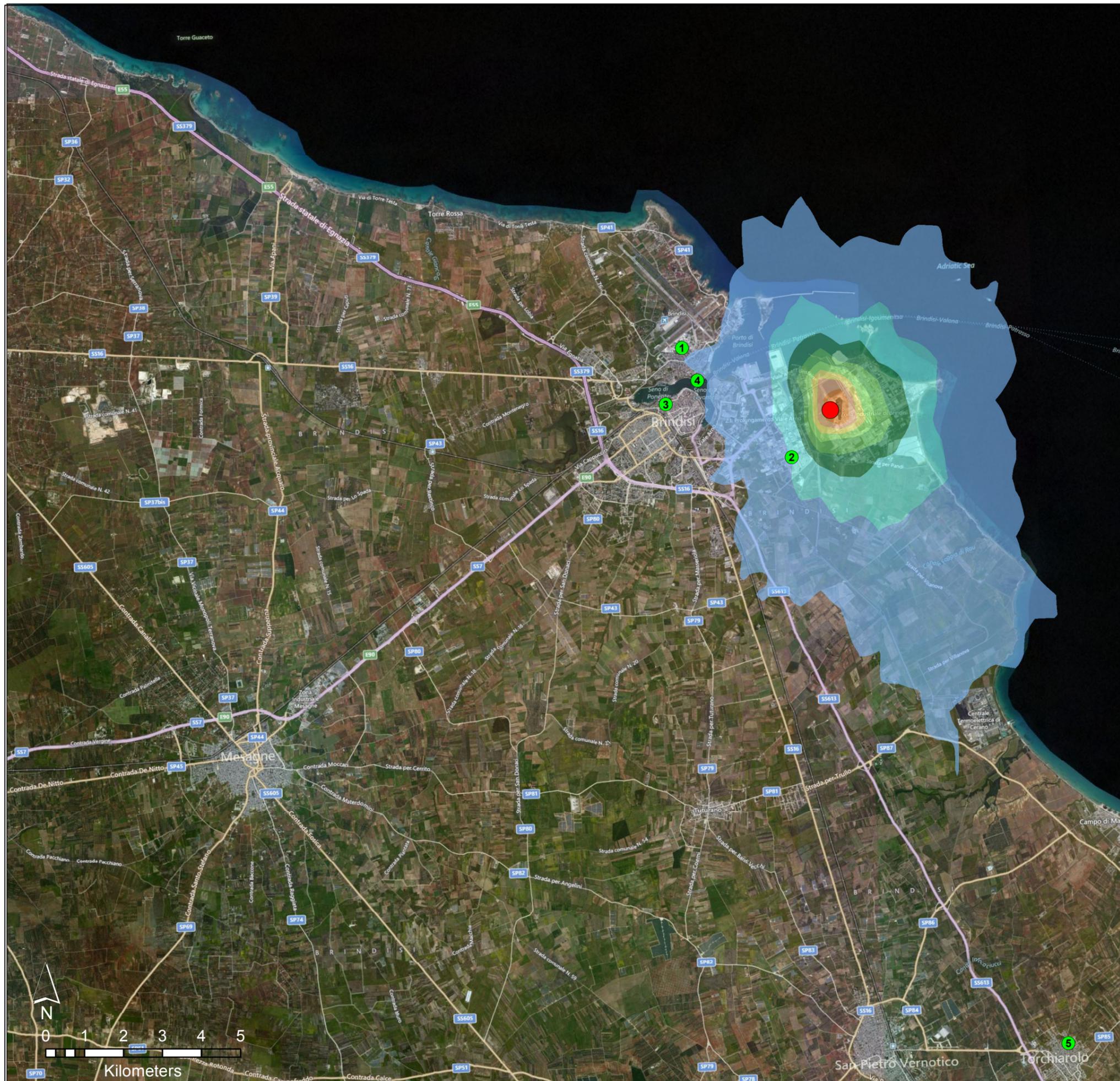
Nel presente rapporto sono state presentate le ipotesi adottate ed i risultati dello studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera, in accordo alla modifica proposta, emessi dalla torcia PK 600 dell'impianto di *Basell Poliolefine Italia Srl* di Brindisi.

Lo studio, in accordo all'approccio *worst-case* identificato, si è basato su una serie di assunzioni particolarmente conservative che sono state adottate in tutte le diverse fasi dello studio.

In particolare si evidenzia:

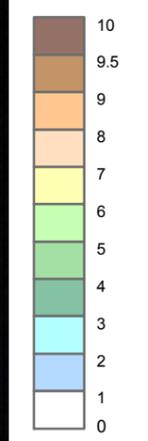
- la scelta di sovrastimare le emissioni di inquinanti durante gli eventi simulati;
- identificazione delle peggiori condizioni meteo diffusive e conseguente calcolo delle immissioni al suolo durante il loro instaurarsi;

In conclusione, i risultati ottenuti testimoniano come il contributo atteso, pur nelle condizioni di conservatività con cui gli studi sono stati effettuati, è estremamente limitato. Pertanto il criterio di verifica $C_A \ll SQA$ (laddove C_A indica il Contributo Aggiuntivo addotto dalla modifica proposta, mentre SQA indica lo Standard di Qualità Ambientale) risulta **ampiamente soddisfatto**.



Legenda

● PK600 Ground Flare
 Concentrazione NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Centraline QA

- ① Casale
- ② SISRI
- ③ Torchiarolo
- ④ Via Taranto
- ⑤ Via dei Mille

Sistema di coordinate:
 Proiezione: UTM 33N
 Datum: WGS84

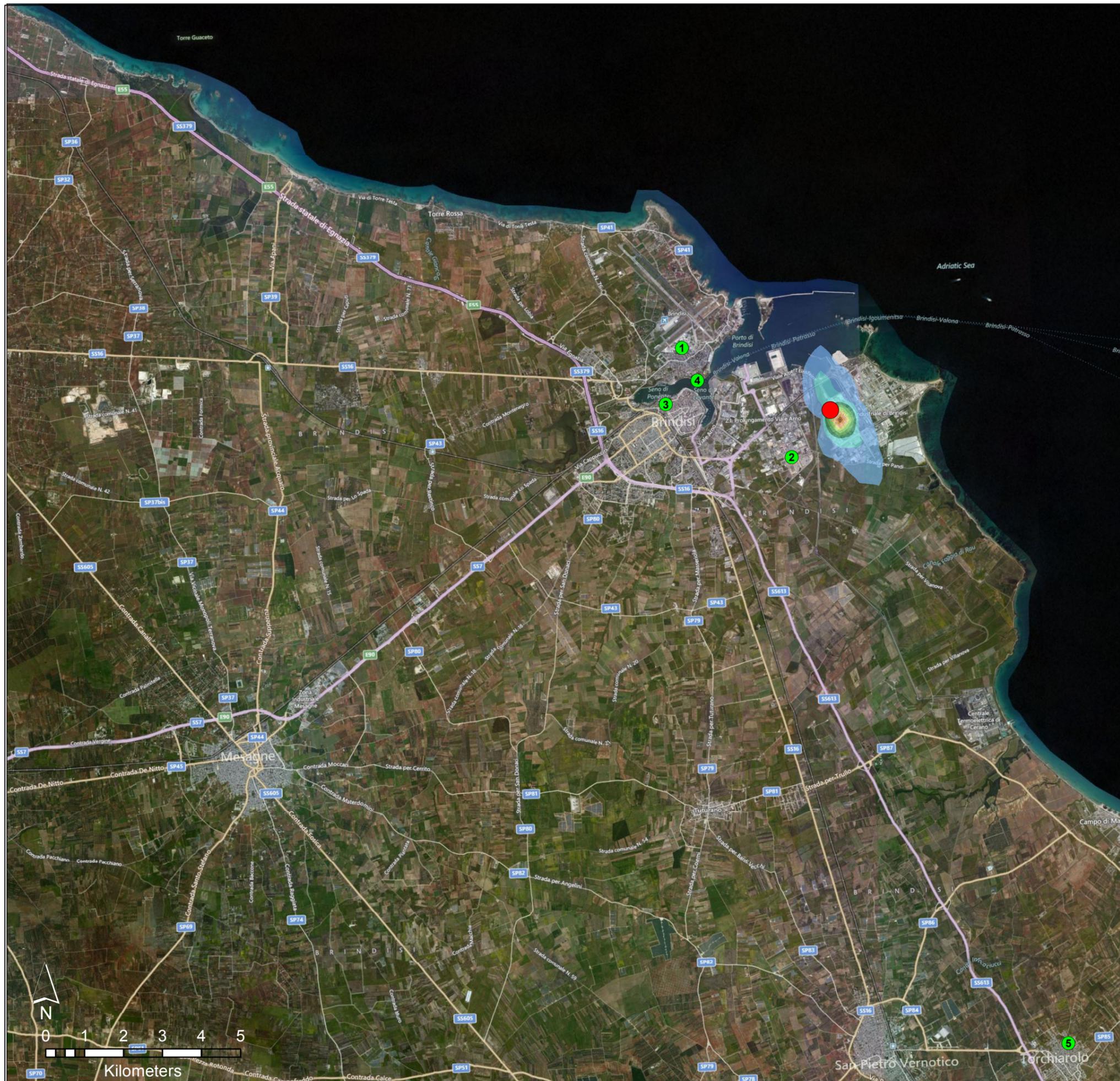


ERM Italia S.p.A.
 Via San Gregorio, 38
 I-20124 Milano
 Tel. +39 02 6744 01
 Fax +39 02 6707 8382
 Email info.italy@erm.com

Progetto	Allegato D6	Sito	Brindisi (Br)
----------	-------------	------	---------------

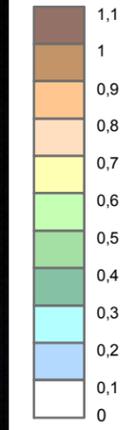
Figura: **2.4.1a** | Scenario off-gas
 99,8 Percentile
 delle Concentrazioni Medie Orarie di NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Scala	1:100000	Codice progetto	0124398	Cliente	lyondellbasell
Revisione	00	Data	Novembre 2012		
Formato	A3	Layout	-	Controllato	JAS
				PM	DAS
				File	NOx_PK600_1.mxd



Legenda

● PK600 Ground Flare
 Concentrazione NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Centraline QA

- ① Casale
- ② SISRI
- ③ Torchiarolo
- ④ Via Taranto
- ⑤ Via dei Mille

Sistema di coordinate:
 Proiezione: UTM 33N
 Datum: WGS84

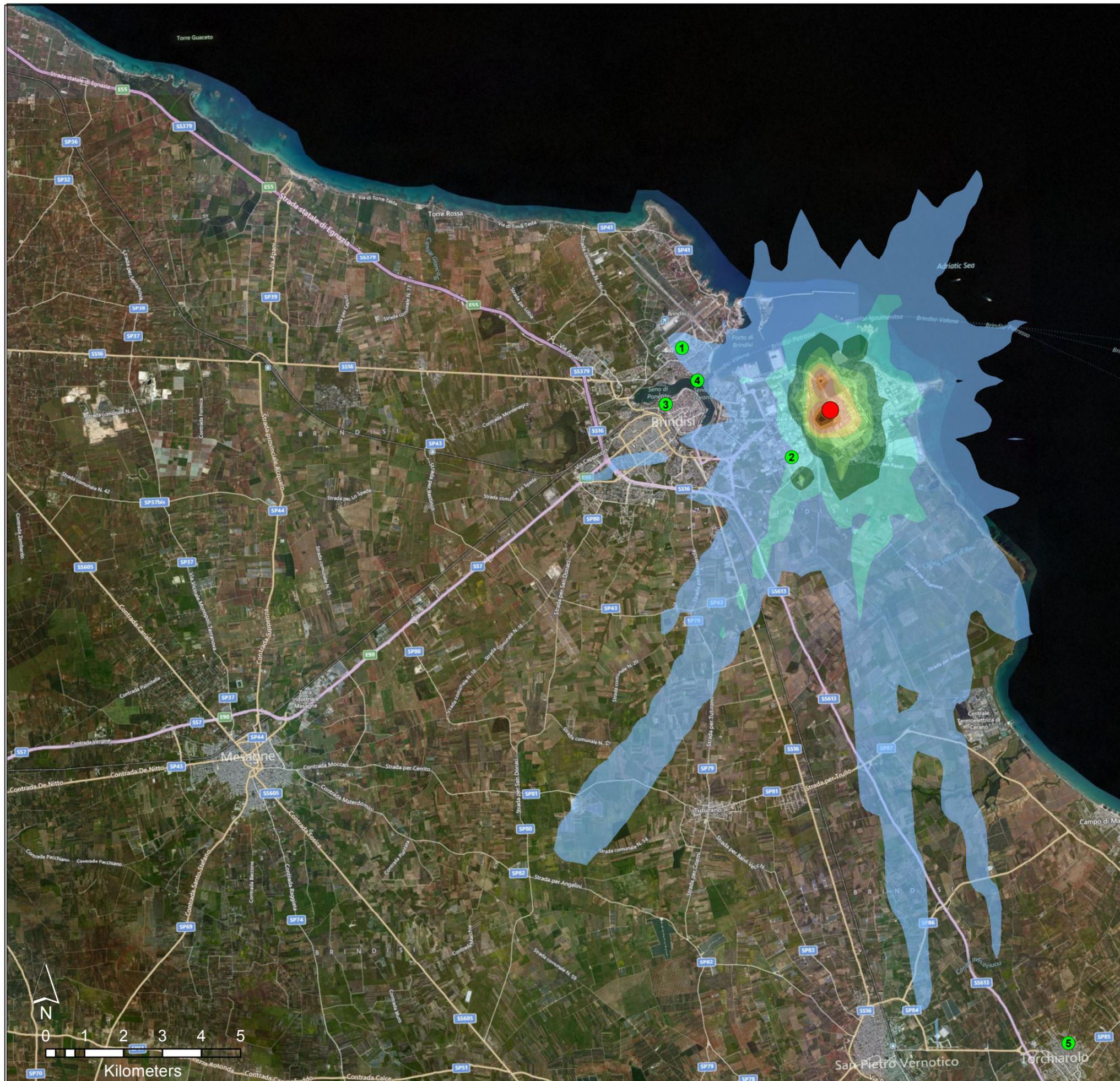


ERM Italia S.p.A.
 Via San Gregorio, 38
 I-20124 Milano
 Tel. +39 02 6744 01
 Fax +39 02 6707 8382
 Email info.italy@erm.com

Progetto	Allegato D6	Sito	Brindisi (Br)
----------	-------------	------	---------------

Figura: **2.4.1b** Scenario off-gas
 Concentrazione Media Annuia di NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Scala	1:100000	Codice progetto	0124398	Cliente	lyondellbasell				
Revisione	00	Data	Novembre 2012						
Formato	A3	Layout	-	Controllato		JAS	PM	DAS	File



Legenda

- PK600 Ground Flare
- Concentrazione CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- | |
|----|
| 80 |
| 70 |
| 60 |
| 50 |
| 40 |
| 30 |
| 25 |
| 20 |
| 15 |
| 10 |
| 5 |
| 0 |
- Centraline QA
- ① Casale
 - ② SISRI
 - ③ Torchiarolo
 - ④ Via Taranto
 - ⑤ Via dei Mille

Sistema di coordinate:
 Proiezione: UTM 33N
 Datum: WGS84



ERM Italia S.p.A.
 Via San Gregorio, 38
 I-20124 Milano
 Tel. +39 02 6744 01
 Fax +39 02 6707 8382
 Email info.italy@erm.com

Progetto	Allegato D6	Sito	Brindisi (Br)
----------	-------------	------	---------------

Figura: **2.4.2a** | **Scenario off-gas**
Massima Concentrazione
Media Mobile 8 ore di CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Scala	1:100000	Codice progetto	0124398	Cliente	lyondellbasell
Revisione	00	Data	Novembre 2012		
Formato	A3	Layout	-	Controllato	JAS
				PM	DAS
				File	NOx_PK600_1.mxd