

Allegato D6

**Identificazione e Quantificazione degli Effetti
delle Emissioni in Atmosfera e Confronto con
gli Standard di Qualità dell'Aria**

SOMMARIO

<i>1</i>	<i>INTRODUZIONE</i>	<i>3</i>
<i>2</i>	<i>QUADRO NORMATIVO</i>	<i>4</i>
<i>2.1</i>	<i>NORMATIVA NAZIONALE</i>	<i>4</i>
<i>3</i>	<i>STIMA DEGLI IMPATTI</i>	<i>5</i>
<i>3.1</i>	<i>PREMESSA METODOLOGICA</i>	<i>5</i>
<i>3.2</i>	<i>DESCRIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DELL'IMPIANTO</i>	<i>7</i>
<i>3.3</i>	<i>EFFETTO EDIFICIO INDOTTO DALLE STRUTTURE DELL'IMPIANTO</i>	<i>9</i>
<i>3.4</i>	<i>RISULTATI</i>	<i>12</i>
<i>4</i>	<i>CONCLUSIONI</i>	<i>16</i>

1 *INTRODUZIONE*

Nel presente allegato sono riportati i risultati delle simulazioni modellistiche condotte al fine di identificare e quantificare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dalle emissioni di formaldeide rilasciate dall'impianto di *Sadepan Chimica Srl* sito in Viadana (MN).

2 QUADRO NORMATIVO

Il *D.Lgs. 155/2010*, che costituisce il riferimento fondamentale all'interno della normativa italiana in materia di qualità dell'aria riportando i valori limite per alcuni degli inquinanti di maggior interesse, non prevede alcuna indicazione circa le soglie di concentrazione della formaldeide in aria ambiente.

In particolare nel 2004 tale inquinante è stato indicato dallo IARC (*International Agency for Research on Cancer*) tra i composti del gruppo I (cancerogeni certi).

Essendo un agente con probabile azione cancerogena è raccomandabile un livello di concentrazione il più basso possibile.

Per tale motivo si è provveduto ad effettuare una analisi della bibliografia internazionale di settore che ha portato alla luce i riferimenti previsti dall'OMS (*Organizzazione Mondiale della Sanità*), la quale ha definito per tale inquinante le seguenti linee guida:

- un valore limite short-term (30 minuti) pari a 0,1 mg/m³ (1, 2);
- un valore limite long-term (media annua) pari a 0,21 mg/m³, per la protezione dagli effetti sulla salute umana che la formaldeide può avere su medio-lungo periodo, incluso il cancro⁽²⁾.

Il valore guida indicato dall'OMS per lo short-term è riportato dal Ministero della Sanità italiano come valore di riferimento³.

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

Sebbene il *D.Lgs. 155/2010* non definisca alcun valore soglia di concentrazione in aria ambiente per la formaldeide, sono presenti all'interno della normativa nazionale riferimenti a tale inquinante e ai suoi potenziali effetti sulla salute umana, come riportati di seguito⁽³⁾.

Nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm (124 µg/m³) negli ambienti di vita e di soggiorno in via sperimentale e provvisoria.

Tale orientamento è confermato nel decreto del 10 ottobre 2008 "Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno".

¹ World Health Organization – Regional Office for Europe, *Air Quality Guidelines for Europe*, 2000.

² World Health Organization, *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants*, 2010

³ Ministero della Sanità, *Formaldeide*, 2015 (www.salute.gov).

Nel presente capitolo si presentano la struttura e i risultati dello studio modellistico condotto al fine di quantificare la ricaduta al suolo delle emissioni di formaldeide (CH_2O) rilasciate a seguito dell'attività dell'impianto *Sadepan Chimica* sito in Viadana. Si precisa che lo studio modellistico è stato condotto seguendo un approccio conservativo, ossia considerando le emissioni dell'impianto alla massima capacità produttiva per l'intero periodo di simulazione.

Lo studio è stato realizzato mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF, meglio descritto nell'*Allegato D5*. In particolare CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. Il sistema 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*".

3.1

PREMESSA METODOLOGICA

Come anticipato nell'introduzione, lo studio è stato realizzato al fine di valutare le ricadute al suolo delle emissioni di formaldeide rilasciata dalle sorgenti emissive dell'impianto.

Utilizzando le emissioni di formaldeide dell'impianto alla massima capacità produttiva riportate nella scheda B.7.2 ("Emissioni in atmosfera di tipo convogliato"), la quale è parte della documentazione presentata a supporto del riesame parziale dell'AIA, si è provveduto a simulare tale scenario emissivo considerandolo continuo durante tutto l'arco dell'anno (24 ore su 24 ore).

In particolare i risultati espressi come massime concentrazioni rispetto ai periodi di mediazione definiti dalle linee guida dell'OMS, riportati in dettaglio di seguito, rappresentano, con modalità cautelative, le massime concentrazioni indotte al suolo dall'esercizio dell'impianto, 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 2017 sulla base di dati meteorologici sito specifici monitorati dalla centralina meteorologica di Casalmaggiore di ARPA Lombardia e dalle centraline meteorologiche site

in Viadana e Sabbioneta del Consorzio di difesa delle produzioni agricole di Mantova (CO.DI.MA.) e calcolati dal modello MM5 presso il sito dell'impianto (si veda l'Allegato D5 per maggiori dettagli);

- costruzione dello scenario emissivo alla massima capacità produttiva dell'impianto;
- simulazione del suddetto scenario mediante il processore CALPUFF considerando le emissioni in atmosfera costanti per tutto l'anno;
- 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 dell'inquinante al suolo calcolate dal modello;
- confronto dei risultati con i valori guida per la formaldeide definiti dall'OMS. A tale proposito, si specifica che il processore CALPUFF è in grado di effettuare stime su un periodo minimo di mediazione pari a 1 ora. Pertanto, per confrontare i risultati ottenuti con il valore guida sullo short-term (30 minuti), è stata utilizzata la seguente formula suggerita da US EPA¹:

$$C_t = C_{1-hr} \left(\frac{60 \text{ min}}{t} \right)^{0,2}$$

Dove:

$t \leq 30$ minuti;

C_t = concentrazione media in un periodo minore o uguale a 30 minuti;

C_{1-hr} = concentrazione media oraria.

¹ U.S. EPA Workbook of screening techniques for assessing impacts of toxic air pollutants (revised) epa-454/r-92-024

3.2

DESCRIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DELL'IMPIANTO

Le sorgenti emmissive di formaldeide dell'impianto considerate sono di tipo convogliato ed in particolare dovute all'esercizio di 12 camini, la cui localizzazione è riportata in *Figura 3.1*.

Figura 3.1

Localizzazione delle Sorgenti Emissive dell'impianto



Le caratteristiche geometriche ed emissive di tali camini sono riportate nella tabella successiva. Per un maggior dettaglio in merito alla definizione dello scenario emissivo si rimanda a quanto riportato alla scheda B quadro 7.2 e nell'allegato B18 che è parte della documentazione presentata a supporto del riesame parziale dell'AIA

Tabella 3.1 *Caratteristiche delle Sorgenti Emissive dell'impianto considerate nella simulazione.*

Sorgente	X UTM	Y UTM	Altezza Camino	Diametro	Temp. Fumi	Velocità Fumi	Limite	Emissione CH ₂ O
	32 N	32 N					emissivo di CH ₂ O in conc.	
	[m]	[m]	[m]	[m]	[K]	[m/s]	[mg/Nm ³] (*)	[g/s]
E3	618757	4976255	12	1,80	308,6	11,55	5	0,13000
E10	618742	4976311	9	0,60	290,5	9,10	10	0,02417
E12	618740	4976406	4	0,20	298	0,29	-	0,00002
E14	618713	4976408	8	0,20	298	1,11	-	0,00023
E15	618722	4976462	19	1,20	353	33,06	5	0,13822
E18	618753	4976383	16	1,24	298	14,50	-	0,01528
E22	618745	4976400	14,65	0,168	298	7,07	-	0,00013
E23	618745	4976400	13,85	0,114	298	14,85	-	0,00008
E24	618745	4976400	14	0,25	298	9,58	-	0,00021
E25	618745	4976400	14,65	0,25	294	12,70	-	0,00041
E26	618751	4976396	9,6	0,324	293	17,10	-	0,00023
E27	618751	4976396	9,6	0,20	293	24,30	-	0,00028

(*) Camini per cui non è definito alcun valore limite di concentrazione alle emissioni come da Deliber. R. Lomb. X/6030.

3.3 EFFETTO EDIFICIO INDOTTO DALLE STRUTTURE DELL'IMPIANTO

Il fenomeno, noto con il nome di "effetto edificio" oppure "building downwash", è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Se il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio vengono inseriti nel modello dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

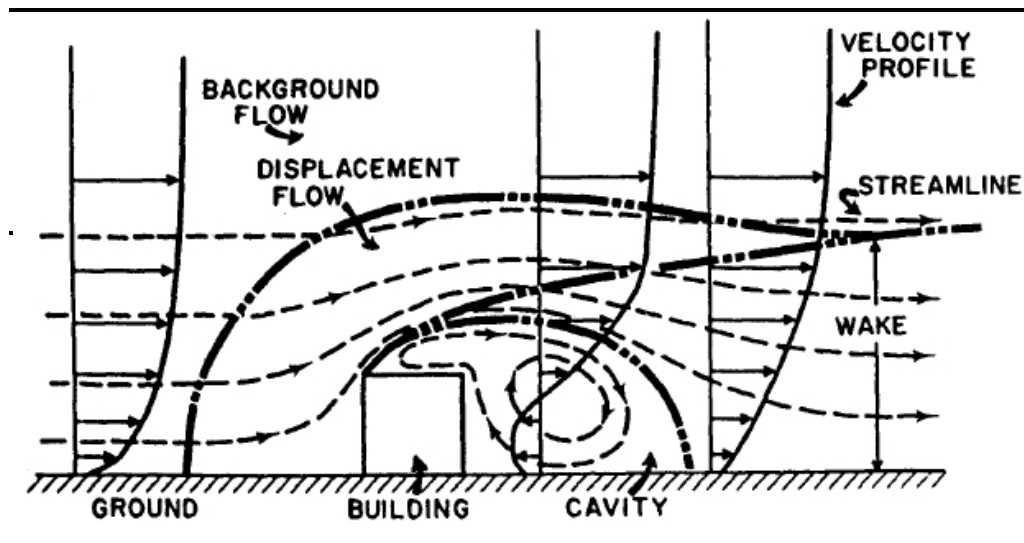
I risultati di molti esperimenti in galleria a vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella *Figura 3.2*. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento circa logaritmico con la quota. Quello che si viene a creare è (Hanna e al., 1982):

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnate;
- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporre sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

Figura 3.2

Perturbazione del Flusso delle Masse d'Aria in Presenza di un Edificio (Fonte, APAT)



Scopo della seguente analisi è di verificare se sussistono le condizioni per implementare l'opzione "building downwash" nell'esecuzione del codice di calcolo.

Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad un camino tanto da generare effetti di scia si utilizza la relazione:

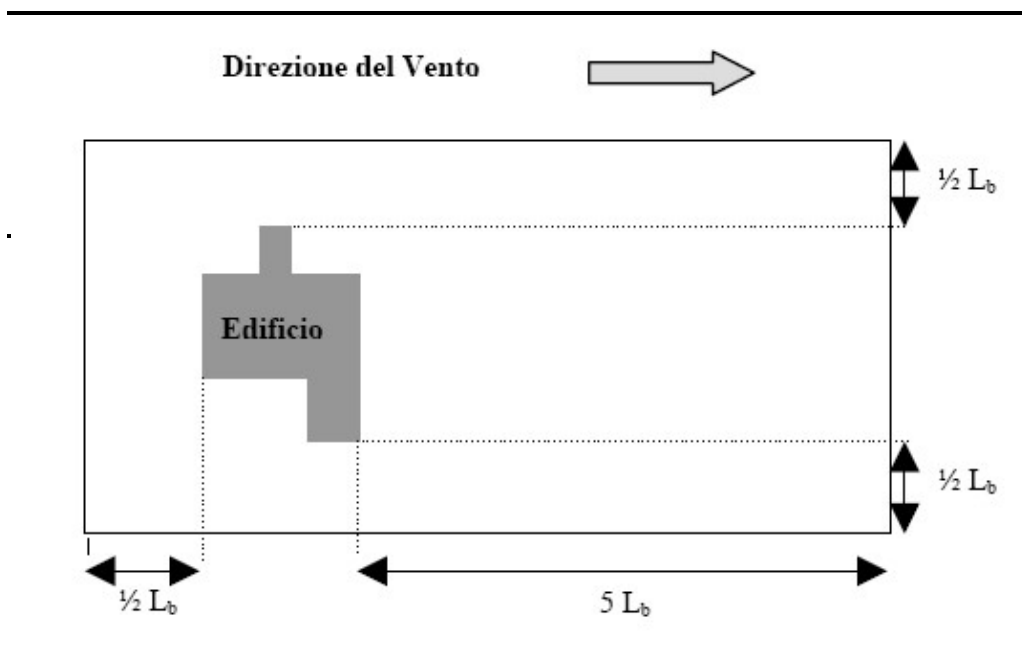
$$D \leq 5L_b$$

dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio ed il camino, mentre L_b è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva si può escludere che un edificio possa generare effetto building downwash se il camino non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in *Figura 3.3* attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 3.3

Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio.



Se la condizione sopra proposta non è verificata è impossibile escludere la presenza di possibili effetti di scia; per poterne quindi valutare l'influenza si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni e seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Un camino posto all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzato dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la disequazione seguente:

$$H_e > H + 1,5L_b$$

H_e = innalzamento del pennacchio all'equilibrio

H = altezza dell'edificio

L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio che viene normalmente modellizzato, soprattutto nei modelli Gaussiani a Plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini medi l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale

da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore 2 volte la velocità del vento appare ragionevole (si veda *Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height technical Support document for the stack height regulation*).

La presenza di effetto building downwash è stata considerata nel presente studio modellistico; in particolare si è tenuto conto dell'effetto perturbante provocato dagli edifici dell'impianto sulle emissioni rilasciate da tutte le sorgenti emissive simulate.

3.4

RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati dello studio modellistico in termini di concentrazioni a livello del suolo di formaldeide (CH₂O). Si precisa che lo studio modellistico non ha preso in considerazione né le reazioni fotochimiche né le deposizioni secche e umide che possono aver luogo nell'atmosfera contribuendo a ridurne che invece hanno luogo in atmosfera e riducono la concentrazione d'inquinanti. Pertanto le immissioni simulate riflettono questa sovrastima del contributo effettivo delle sorgenti emissive.

I risultati sono presentati coerentemente con i parametri statistici definiti dalle Linee Guida dell'OMS, ossia un periodo di mediazione short-term di 30 minuti e long-term di 1 anno.

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

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive figure, *Figura 3.4* e *Figura 3.5* **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, le quali riportano le mappe di isocentratura delle massime ricadute al suolo all'interno del dominio di calcolo per la formaldeide stimate su 30 minuti e 1 anno.

Figura 3.4

Mappa di isoconcentrazione della Media su 30 minuti di Formaldeide nell'area circostante l'impianto.

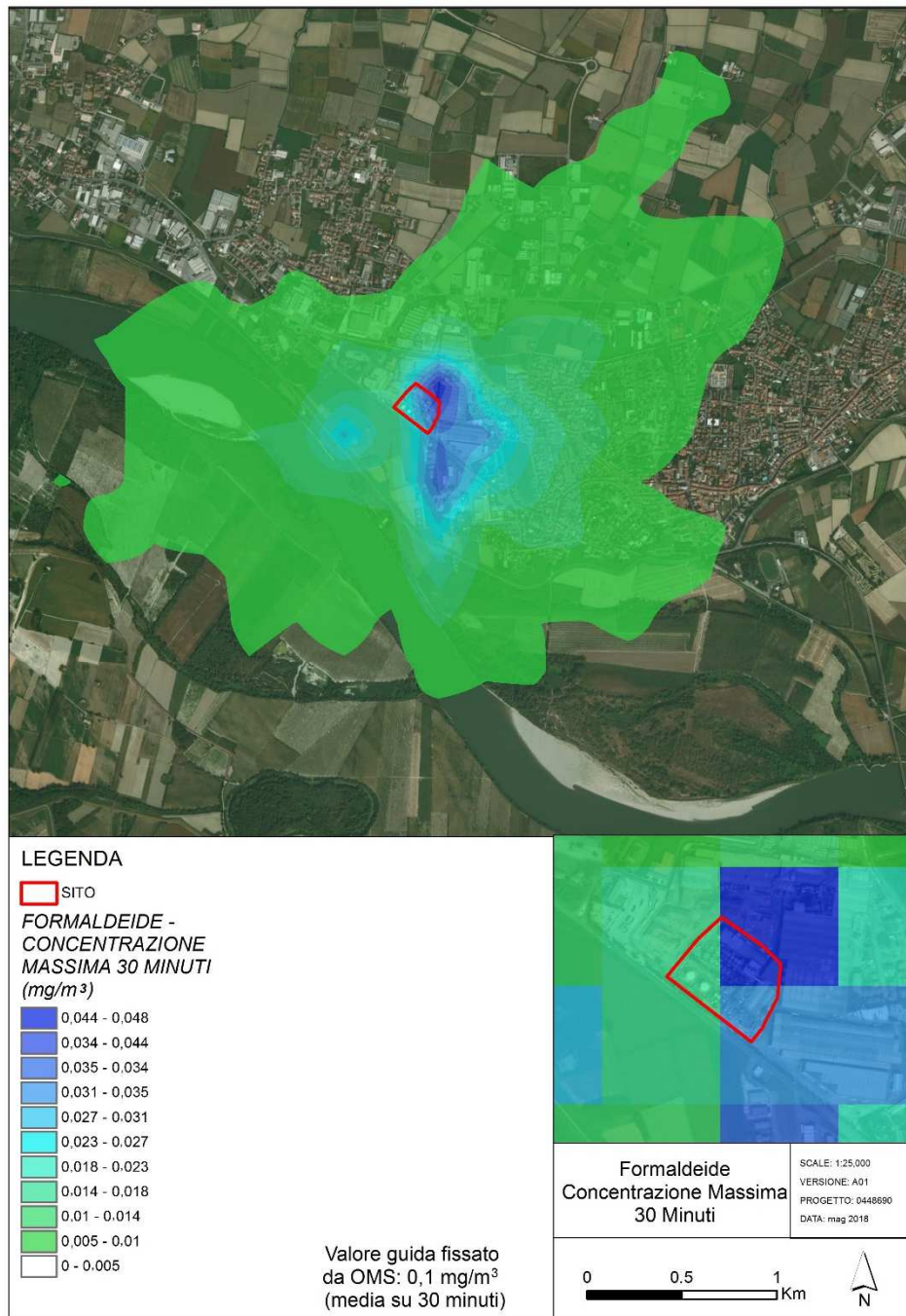
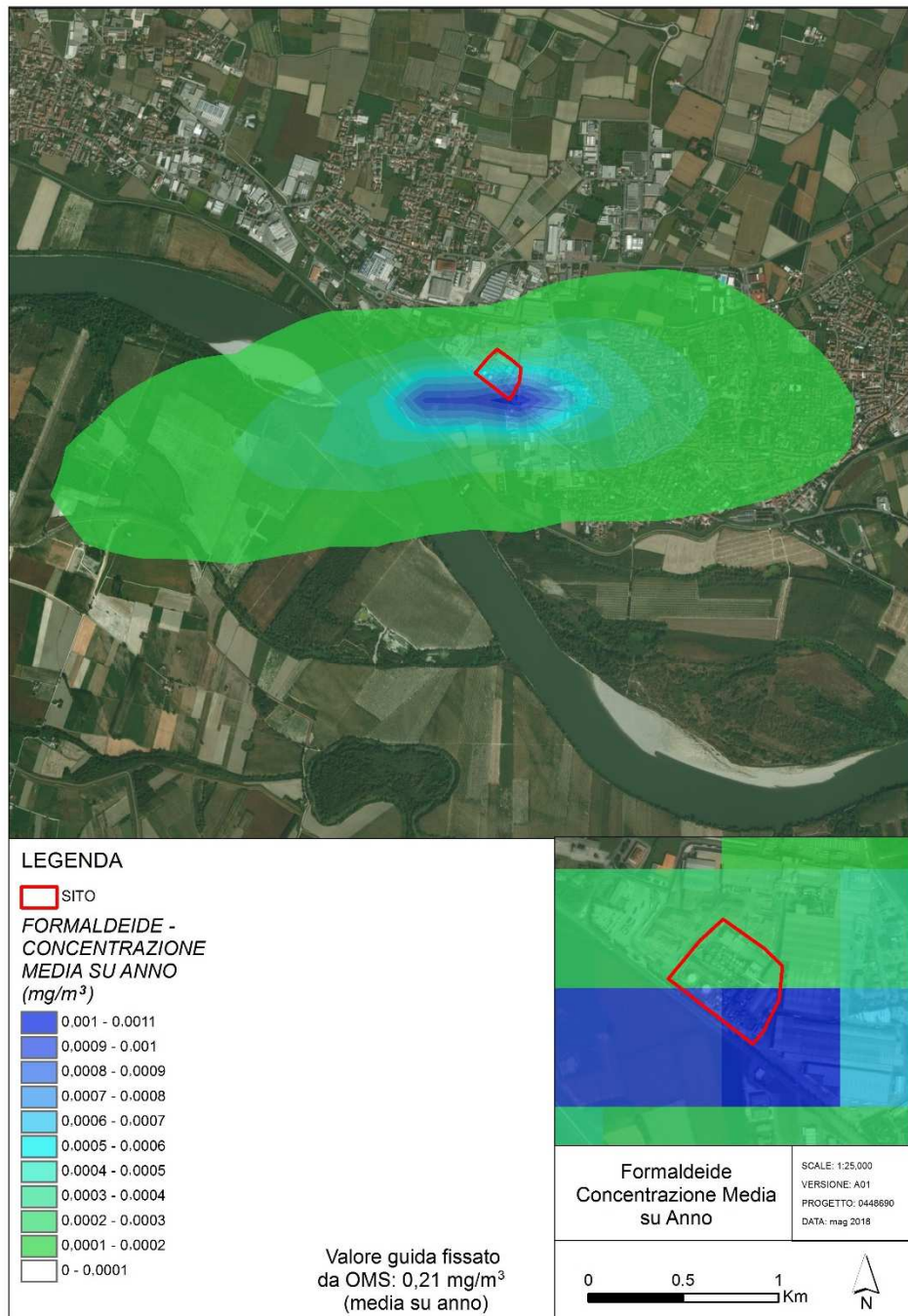


Figura 3.5

Mappa di isoconcentrazione della Media Annua di Formaldeide nell'area circostante l'impianto.



I risultati evidenziano che i valori di massima concentrazione stimati entro il dominio di calcolo risultano decisamente al di sotto dei rispettivi valori guida di riferimento. In particolare, la concentrazione massima di formaldeide calcolata sui 30 minuti (short-term) è pari a 0,048 mg/m³, valore inferiore alla metà di quello guida (0,1 mg/m³) e localizzato in corrispondenza dell'impianto stesso e lontano dalle aree abitate.

Anche la massima concentrazione media annua calcolata è pari a 0,001 mg/m³, valore ulteriormente inferiore rispetto a quello guida di riferimento (0,21 mg/m³).

Le mappe di isoconcentrazione mostrano che i valori massimi di ricaduta si verificano nell'area immediatamente circostante l'impianto.

La simulazione effettuata mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF ha permesso di stimare le ricadute al suolo delle emissioni di formaldeide rilasciate a seguito dell'attività dell'impianto *Sadepan Chimica* sito in Viadana (MN). I risultati evidenziano che le emissioni dell'impianto non generano alcun superamento dei valori guida di riferimento definiti dall'OMS sull'intero dominio di calcolo, sia in short-term che in long-term. La simulazione è stata eseguita in condizioni conservative, ovvero considerando tutti i camini dell'impianto che emettono formaldeide alla massima capacità produttiva e funzionanti costantemente a pieno carico per tutto l'anno.