

Società agricola Nicolin Giuliano e Gabriele

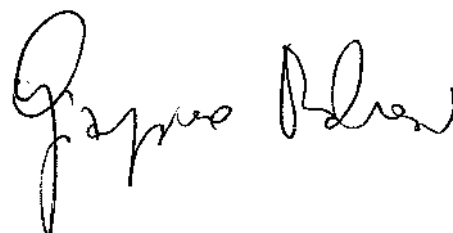
**Ampliamento delle capacità produttiva di un
allevamento avicolo in comune di Poiana Maggiore (VI)**

**STUDIO DELLE RICADUTE DELLE EMISSIONI IN
ATMOSFERA DI AMMONIACA, IDROGENO SOLFORATO,
POLVERI ED ODORE**

Committente: Nicolin Giuliano e Gabriele s.s. – via Sanmcheli, 3 – Lonigo (RO)

Redazione dello studio :

Giampiero Dr. Malvasi



Fisico

Padova, 10 dicembre 2017

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
1.1	inquadramento e localizzazione del progetto.....	3
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	5
3	INQUINANTI CONSIDERATI	6
3.1	Polveri PM10	6
3.2	Ammoniaca	6
3.3	Idrogeno solforato	7
3.4	Composti odorigeni	8
3.5	Odori e tossicità.....	8
3.6	La normativa per le immissioni di sostanze odorigene	9
3.6.1	La normativa nazionale	9
3.6.2	I limiti previsti dalla direttiva tedesca	10
3.6.3	I limiti previsti dall'Environmental Agency del Regno Unito (IPPC-H4)	11
3.6.4	Criteri di accettabilità della normativa della Regione Lombardia	12
4	EMISSIONI CONSIDERATE NELLO STUDIO.....	13
4.1	Fattori di emissione utilizzati nel presente studio	13
4.2	Scenari emissivi considerati	15
5	VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI	15
5.1	Approccio metodologico	15
5.2	Applicazione del modello matematico CALPUFF.....	15
5.2.1	Descrizione del modello diffusionale CALPUFF	15
5.2.2	Dominio di applicazione del modello / Ricettori	19
5.2.3	Dati meteorologici utilizzati per la modellizzazione matematica	19
5.2.4	Trattamento delle caratteristiche del terreno	21
5.2.5	Analisi di sensitività del modello	21
5.3	Risultati della modellazione	23
5.3.1	Mappe di concentrazione	23
6	CONCLUSIONI	27
	BIBLIOGRAFIA.....	29

1 PREMESSA

Il presente studio viene condotto su incarico di Marin Francesco e riguarda la valutazione delle ricadute delle emissioni in atmosfera di Ammoniaca, Idrogeno Solforato, Polveri PM10 e sostanze odorogene derivanti dall'allevamento avicolo.

1.1 inquadramento e localizzazione del progetto.

Il progetto prevede un capannone per l'allevamento avicolo localizzato nel Comune di Pojana Maggiore.

Le coordinate geografiche Gauss Boaga fuso Ovest del sito oggetto di intervento sono:

N: 5021050 m

E: 1694800 m



Figura 1 Inquadramento geografico dell'azienda agricola

In base al Piano Assetto del Territorio (P.A.T.), del Piano Interventi (P.I.) e dal Piano Regolatore Generale (P.R.G.) del comune di Pojana Maggiore. Nella Figura 2 viene riportata la tavola "Allevamenti zootecnici intensivi e relative fasce di rispetto".



Tavola 1.1.1

	Confine comunale				
	Zone significative Capolugo e Frazioni di Cagnano e Clogna - Tav. 1,2 Scala 1:2.000				
	Zona produttiva di Cagnano - Tav. 1,3 Scala 1:2.000				
SISTEMA INSEDIATIVO STORICO					
	Zona A - Residenziale - Centro Storico	Art. 9		n. edifici con utilizzazioni multiple, non più funzionali alle esigenze del fondo	
	Zona di degrado - centro storico	Art. 10		Azioni di riqualificazione e riconversione	
SISTEMA INSEDIATIVO RESIDENZIALE					
	Zona B - Residenziale di completamento	Art. 11		Azioni di mitigazione ambientale - Siepi e filari alberati di progetto	
	Zona C1 - Residenziale di espansione	Art. 11	SISTEMA DEI SERVIZI		
	Zona C2 - Residenziale di espansione con obbligo P.U.A.	Art. 11		Zona F1 - Zona per l'istruzione	Art. 17
SISTEMA INSEDIATIVO PRODUTTIVO					
	Zona D1 - Industriale, Artigianale, Commerciale	Art. 12		Zona F2 - Zona per attrezzature di interesse comune	Art. 18
	Zona D4 - Agroindustrie	Art. 13		Zona F3 - Zona attrezzata a parco, gioco, sport	Art. 19
	Attività produttive - fuori zona	Art. 14		Zona F4 - Zona a parcheggio	Art. 25.1
SISTEMA AGRICOLO					
	Zona E Agricola	Art. 15		Zona a verde pubblico	Art. 25.4
	Nucleo rurale	Art. 16	SISTEMA DELLA MOBILITA'		
	n. interventi in nucleo rurale	Art. 16.1		Viabilità di connessione extraurbana esistente	Art. 26
				Direttrici preferenziali per l'organizzazione delle connessioni extraurbane	Art. 26
				Percorsi pedonali	Art. 26.1
				Percorsi ciclo-pedonali e ciclabili di progetto	Art. 27
				Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004	Art. 28
				Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 - Corsi d'acqua	Art. 29
				Vincolo paesaggistico D.Lgs. 42/2004 e di destinazione Agro - Silvo - Pastorale - Usi civici	Art. 30
				Vincolo monumentale D.Lgs. 42/2004	Art. 31
				Vincolo archeologico D.Lgs. 42/2004	Art. 32
				Vincolo sismico - Zona 4	Art. 33
			PIANIFICAZIONE DI LIVELLO SUPERIORE		
				Zona a ripopolamento e cultura	Art. 34
				FASCE DI RISPETTO	
				Idrografia principale	Art. 35
				Viabilità - Fasce di rispetto	Art. 36
				Elettrodotto 132 kV Cologna V.ta - Noventa Vic.na - D.P.A.	Art. 37
				Elettrodotto 50 kV Legnago - Noventa Vic.na	Art. 37
				Metanodotto / Fasce di rispetto	Art. 38
				Fasce di rispetto cimiteriale	Art. 39
				Impianti di comunicazione elettronica ad uso pubblico	Art. 40
				Allevamenti zootecnici intensivi - Fasce di rispetto	Art. 41
				a - Distanze minime tra allevamenti e residenze civili spatio	
				b - Distanze minime tra allevamenti e residenze civili concentrate	
				c - Distanze minime reciproche degli allevamenti dai limiti della zona agricola	

ZONE O ELEMENTI DI TUTELA E INVARIANTI AMBIENTALI		
	Sistema agricolo produttivo di pianura ad elevata integrità	Art. 42
	Area lacuale - Area di sosta per la fauna	Art. 43
	Corsi d'acqua principali - Buffer ripari potenziali	Art. 43
	Siepi agrarie esistenti	Art. 43
INVARIANTI DI NATURA STORICO - MONUMENTALE - AMBIENTALE		
	Beni monumentali D. Lgs. 42/2004	Art. 44
	Contesti figurativi dei beni monumentali	Art. 45
	Coni visuali di PTCP	Art. 45
	Ville individuate nella pubblicazione dell'I.R.V.V. n.1 - Castello Pallinieri n.2 - Villa Pojana n.3 - Villa Arnaidi n.4 - Villa Miniscalchi Erizzo n.5 - Villa Marfo n.6 - Barco Gobbo - Verlate	Art. 46
	Edifici di interesse storico - architettonico - ambientale schedati dal PRG	Art. 47
	Edifici di interesse storico - architettonico - ambientale schedati dal PI	Art. 49
MODALITÀ DI INTERVENTO		
	Piano Urbanistico Attuativo Vigente	Art. 53
	Obbligo di Piano Urbanistico Attuativo	Art. 53
	Obbligo allineamento fabbricati	Art. 59,6

Figura 2 Estratto P.I. del comune di Pojana Maggiore

Nella tabella seguente sono riportati centri abitati prossimi al sito oggetto di intervento (cfr. Tabella 1).

Tabella 1. Centri abitati prossimi al sito oggetto di intervento.

Centro abitato	Distanza dal sito in oggetto (km)	Direzione dal sito in oggetto
Frazione di Conche	0,4	SW
Frazione di Scavezzà	0,5	ESE
Abitazioni Via Cagnano	0,6	NE

I ricettori più prossimi sono le abitazioni di Conche in direzione Sud-Ovest rispetto all'azienda.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento di progetto prevede l'aumento della capacità massima dell'allevamento di proprietà di Nicolin Giuliano, via Sanmicheli n.3 a Lonigo, gestito dalla Società Agricola Nicolin Giuliano e Gabriele s.s. con sede legale in via Sanmicheli n.3 a Lonigo che ne ha in affitto la struttura.

L'aumento di capacità massima di allevamento è indotta da una variazione nei parametri di calcolo e non da variazioni strutturali dell'allevamento stesso. Nello specifico, il parametro variato è relativo al peso di ciascun capo allevato che, diminuendo rispetto a quanto prodotto nel passato, determina un aumento del numero di capi allevabili a parità di peso vivo su metro quadrato.

La capacità massima attuale dell'allevamento è di 125.918 capi, mentre il progetto prevede un aumento fino alla capacità massima di 133.862 capi.

3 INQUINANTI CONSIDERATI

3.1 Polveri PM10

In riferimento alle **PM10** (dall'inglese "particulate matter", le polveri con un diametro inferiore a 10 µm) valgono i valori limite per la protezione umana riassunti nella tabella successiva.

Tabella 2. Limiti normativi per le polveri PM10.

Inquinante	Nome limite	Parametro statistico	Valore	Note	Riferimento legislativo
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³	Da non superare più di 35 volte per anno civile	D.Lgs 155/2010
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³		D.Lgs 155/2010

3.2 Ammoniaca

L'**ammoniaca** è un gas incolore, di odore pungente caratteristico, molto solubile nei principali solventi organici e solubile in acqua sino al 33,1 % in peso a 20 °C.

Dal punto di vista tossicologico a concentrazioni molto alte risulta irritante per gli occhi, per l'apparato respiratorio e per la pelle.

Non esiste normativa nazionale o europea relativa a limiti di qualità dell'aria per l'ammoniaca, mentre esiste normativa internazionale per quanto riguarda l'ambiente di lavoro, in tal senso il riferimento più autorevole è l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) che propone per l'ammoniaca:

ACGIH TLV: TWA 25 ppm; STEL 35 ppm.

Relativamente al limite di inalazione Rfc (Inhalation reference concentration) definito dalle schede tecniche della sostanza tale limite (cfr. determina 1414 del 9/7/2015 della Provincia di Rovigo) è pari a

$$Rfc \text{ NH}_3 = 4.9 \text{ mg/m}^3$$

Come da documento EPA di cui si riportano le conclusioni:

Inhalation Reference Concentration (RfC) for Effects Other Than Cancer

Table ES-1. Summary of reference concentration (RfC) derivation

Critical effect	Point of departure ^a	UF	Chronic RfC
Decreased lung function and respiratory symptoms	NOAEL _{LOAEL} : 4.9 mg/m ³	10	0.5 mg/m ³
Occupational epidemiology studies			
Holness et al. (1989) , supported by Rahman et al. (2007) , Ballal et al. (1998) , and Ali et al. (2001)			

^aAn estimate of the 95% lower confidence bound of the mean exposure concentration in the high-exposure group of the [Holness et al. \(1989\)](#) study was used as the NOAEL. Because the study involved workplace exposure conditions, the NOAEL of 13.6 mg/m³ was adjusted for continuous exposure based on the ratio of VE_h (human occupational default minute volume of 10 m³ breathed during an 8-hour workday) to VE_h (human ambient default minute volume of 20 m³ breathed during the entire day) and an exposure of 5 days out of 7 days.

NOAEL = no-observed-adverse-effect level; UF = uncertainty factor

3.3 Idrogeno solforato

L'**idrogeno solforato** è un acido debole che si forma per decomposizione delle proteine contenenti zolfo da parte dei batteri; tale sostanza risulta irritante anche a basse concentrazioni e presenta una bassa soglia di percettibilità olfattiva.

Non esiste normativa nazionale o europea relativa a limiti di qualità dell'aria per l'idrogeno solforato mentre, come per l'ammoniaca, esiste normativa internazionale per quanto riguarda l'ambiente di lavoro:

ACGIH TLV: TWA 10 ppm; STEL 15 ppm

Il documento dell'OMS "Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva, 2000" riporta una concentrazione valore guida di H₂S pari a 150 ug/m³ per "Eye irritation in humans" sulle concentrazioni medie delle 24 ore e un valore guida di 7 ug/m³ per "Odour Annoyance" sulle concentrazioni medie di 30 minuti. Tali valori sono basati su un livello LOAEL ("lowest-observed adverse-effect level) di 15 mg/m³ valore per il quale si inizia ad osservare un primo effetto che è l'irritazione degli occhi.

Tabella 3. Idrogeno solforato - Relazione concentrazione effetti.

Hydrogen sulfide concentration		Effect	Reference
mg/m ³	ppm		
1400–2800	1000–2000	Immediate collapse with paralysis of respiration	(2)
750–1400	530–1000	Strong central nervous system stimulation, hyperpnoea followed by respiratory arrest	(2)
450–750	320–530	Pulmonary oedema with risk of death	(2)
210–350	150–250	Loss of olfactory sense	(3)
70–140	50–100	Serious eye damage	(3)
15–30	10–20	Threshold for eye irritation	(3)

Relativamente al limite di inalazione Rfc (Inhalation reference concentration) definito dalle schede tecniche della sostanza tale limite (cfr. determina 1414 del 9/7/2015 della Provincia di Rovigo) è pari a

$$\text{Rfc H}_2\text{S} = 2 \text{ mg/m}^3 \text{ pari a } 1.314 \text{ ppm (@0}^\circ\text{C)}$$

3.4 Composti odorigeni

I composti odorigeni individuati negli allevamenti sono numerosi e derivano prevalentemente dagli effluenti. Gli odori si originano dagli elementi nutritivi della dieta non utilizzati dall'apparato digerente degli animali e sono il prodotto intermedio o finale dell'azione demolitiva dei batteri, che può avvenire all'interno dell'organismo dell'animale (conversione del cibo) o all'esterno, nel corso della degradazione delle deiezioni (feci + urine). Composti particolarmente offensivi sono associati ai processi di decomposizione che avvengono in condizioni anaerobiche. La produzione di odori è influenzata da numerosi fattori, in particolare dalla composizione della dieta e da diversi fattori ambientali. I principali gruppi di composti odorigeni sono quattro: composti dello zolfo (fra i quali particolarmente intenso è l'idrogeno solforato), indoli e fenoli, acidi grassi volatili, ammoniaca e ammine volatili.

Numerosi sono gli studi volti a individuare e quantificare i composti odorigeni negli allevamenti. O'Neill & Phillips (1992) ad esempio, ne hanno individuati 168, tuttavia la correlazione fra i vari composti e l'effetto odorigeno complessivo che essi, da soli o in miscela, producono sulla percezione umana è tutt'altro che stabilita. Non è, in sostanza, possibile individuare in modo univoco composti chimici indicatori dell'impatto olfattivo, che siano facilmente quantificabili per via analitica.

Il modo più affidabile per misurare gli odori è ancora basato sull'olfatto umano, mediante tecniche sensoriali. A questa categoria appartiene l'unica metodologia di misura che ad oggi è stata codificata in una norma europea: la misura della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica (UNI EN 13725:04). La concentrazione di odore viene misurata come numero di diluizioni necessarie per rendere il campione di aria odorosa appena percettibile per il 50% dei soggetti che effettuano la misura olfattometrica in veste di valutatori e viene espressa in Unità Olfattometriche su m³ di aria (OU_E/m³). Ad esempio, se un campione di aria ha una concentrazione di odore pari a 500 OU_E/m³ vuol dire che è necessario diluirlo 500 volte con aria "neutra" perché il suo odore diventi non più percettibile per la maggioranza dei valutatori.

3.5 Odori e tossicità

Non esiste una correlazione fissa fra odori e tossicità delle sostanze: la valutazione della tossicità comporta l'esame degli effetti in funzione della concentrazione e per gli ambienti di lavoro, si fa usualmente riferimento al parametro TLV (Threshold Limit Value fissati dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) che indica la massima concentrazione cui un lavoratore può

essere esposto durante la propria vita lavorativa (8 ore/giorno, per 5 giorni/settimana, per 50 settimane/anno) senza incorrere in effetti patogeni.

Normalmente la concentrazione dei composti odorigeni in atmosfera è di gran lunga inferiore alla TLV fissata dalle autorità sanitarie. Inoltre la loro soglia di rilevazione olfattiva (OT) è generalmente molto bassa, così che la loro presenza può essere rilevata dal nostro olfatto prima che si possano verificare effetti tossici (Davoli et al., 2000). Questo è riscontrabile in Tabella 4 in cui, per i più comuni odoranti di origine zootecnica, è presentato il rapporto OT/TLV: le sostanze che hanno questo rapporto inferiore a 1 saranno quelle percepite prima di raggiungere la concentrazione TLV.

Tabella 4. Soglie olfattive (OT – Olfactory Threshold) e valore di TLV (Threshold Limit Value) per alcuni composti odorigeni comunemente reperibili in atmosfera (da Davoli et al., 2000, modificato).

Sostanza odorigena	Sensazione odorosa	100%OT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TLV ACGIH 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OT/TLV
Idrogeno solforato	Uova marce	1,4	1400	0,001
Solfuro di Carbonio	Solfuro	60,0	3100	0,02
Metilmercaptano	Cavolo marcio	70,0	950	0,07
Etilmercaptano	Cipolla in decomposizione	5,2	1300	0,004
Acido acetico	Aceto	4980,0	25000	0,2
Acido propionico	Rancido, pungente	123,0	30000	0,004
Metilammina	Pesce Avariato	3867,0	6400	0,60
Dimetilammina	Pesce Avariato	9800,0	9200	1,07
Trimetilammina	Pesce Avariato	11226,0	12000	0,94
Etilammina	Ammoniacale	1497,0	9200	0,16
Dietilammina	Pesce Avariato	911,0	15000	0,06
Ammoniaca	Pungente	38885,0	17000	2,29

3.6 La normativa per le immissioni di sostanze odorigene

3.6.1 La normativa nazionale

Lo schema seguente riporta, in estrema sintesi, quanto prescritto dalla normativa italiana relativamente al problema del rilascio da parte di impianti di sostanze odorigene:

Tabella 5. Normativa relativa agli odori.

Normativa	Titolo	Commento
Art. 674 Codice Penale	Art. 674 "Getto pericoloso di cose" Chiunque getta o versa, in un luogo di pubblico transito o in un luogo privato ma di comune o di altrui uso, cose atte a offendere o imbrattare o molestare persone, ovvero, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumo, atti a cagionare tali effetti, è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire quattrocentomila	<i>Il consolidato orientamento giurisprudenziale esclude la violazione dell'art. 674 Codice Penale in presenza di emissioni provenienti da impianti autorizzati e nel rispetto dei valori limite fissati dalla normativa speciale trova applicazione solo nei casi in cui esistono precisi limiti tabellari fissati dalla legge; diversamente, il reato contenuto nell'art. 674 Codice Penale, è configurabile nel caso di "molestie olfattive", dal momento che non esiste una normativa statale che prevede disposizioni specifiche e valori limite in materia di odori (non essendo applicabile la disciplina in materia di inquinamento atmosferico dettata dal D.Lvo 3 aprile 2006, n. 152), con</i>

Normativa	Titolo	Commento
Art. 844 Codice Civile	Art. 844 "Immissioni" Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi (890, Cod. Pen. 674). Nell'applicare questa norma l'autorità giudiziaria deve contemperare le esigenze della produzione con le ragioni della proprietà. Può tener conto della priorità di un determinato uso.	conseguente necessità di individuare il parametro di legalità nel criterio della "stretta tollerabilità", ritenendosi riduttivo ed inadeguato il riferimento a quello della "normale tollerabilità" fissato dall'art. 844 cod. civ. in quanto inidoneo ad approntare una protezione adeguata all'ambiente ed alla salute umana, attesa la sua portata individualistica e non collettiva. Fattispecie: esalazioni maleodoranti atte a molestare le persone, in quanto nauseanti e puzzolenti provocate da un impianto industriale di confezionamento di "trippa" alimentare e di lavorazione degli scarti animali
Legge 615/66	Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico	"...fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo" non devono "alterare le normali condizioni di salubrità dell'aria e costituire pregiudizio diretto o indiretto contro la salute dei cittadini"
DPR 203/88 e D.Lvo 351/99	Attuazione delle direttive CEE in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti	Prevede l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per la prevenzione e l'abbattimento, fra l'altro degli odori
D.Lvo. 152/2006	Norme in materia ambientale.	Si riporta la definizione di inquinamento atmosferico che può essere applicabile anche alla molestia da odori: Art. 268 a) inquinamento atmosferico: ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente Alcune delle sostane considerate sono sostanze odorigene, ma i limiti prescritti sono talvolta ben superiori alle soglie olfattive e si riferiscono a valori misurati nei punti di emissione, non tenendo conto che molti casi di disturbi da maleodorante sono imputabili ad emissioni di tipo diffuso fuggitivo o areale

È evidente quindi che non appare nessun criterio oggettivo per quantificare le immissioni di sostanze odorigene e quindi il disagio della popolazione residente nelle vicinanze di un impianto.

Per tale motivo anche in Italia, la normativa a cui ci si riferisce solitamente per quanto riguarda le immissioni di sostanze odorigene è la direttiva tedesca del Lander della Renania Westphalia che fissa i limiti per le immissioni riportati in Tabella 6.

3.6.2 I limiti previsti dalla direttiva tedesca

Nella tabella seguente sono riportati i limiti per le immissioni odorigene previste dalla direttiva tedesca del Lander della Renania Westphalia.

Tabella 6. Limiti della direttiva tedesca relativamente alle immissioni di sostanze odorigene.

Tipologia di zona	Soglia di superamento	Frequenza
Zone residenziali e miste:	1 UO _E m ⁻³	con frequenza 10 %
Zone artigianali e industriali:	1 UO _E m ⁻³	con frequenza 15 %

dove per frequenza 10% (15%) si intende che l'immissione in atmosfera non può superare 1 Unità Olfattometrica (odore appena percepibile da metà della popolazione) per più del 10% (15%) delle ore di un anno solare. La stima delle immissioni di odori presuppone, una volta determinato il flusso di emissione (espresso come UOE s-1), il calcolo della diffusione degli inquinanti odorigeni tramite un modello matematico. Tali modelli necessitano di dati meteorologici medi orari, o anche più frequenti, relativi a velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, classe di stabilità atmosferica, ecc.

3.6.3 I limiti previsti dall'Environmental Agency del Regno Unito (IPPC-H4)

Per completezza si ricorda anche la norma dell'Environmental Agency del Regno Unito IPPC-H4 "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Horizontal Guidance for Odour". Tale norma indica, a titolo esemplificativo, i seguenti criteri per la valutazione dell'esposizione della popolazione agli odori:

Tabella 7. Limiti della norma dell'Environmental Agency del Regno Unito IPPC-H4 "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Horizontal Guidance for Odour".

Livello	Criterio
Alta protezione	1.5 UO _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie
Media protezione	3 UO _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie
Bassa protezione	6 UO _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie

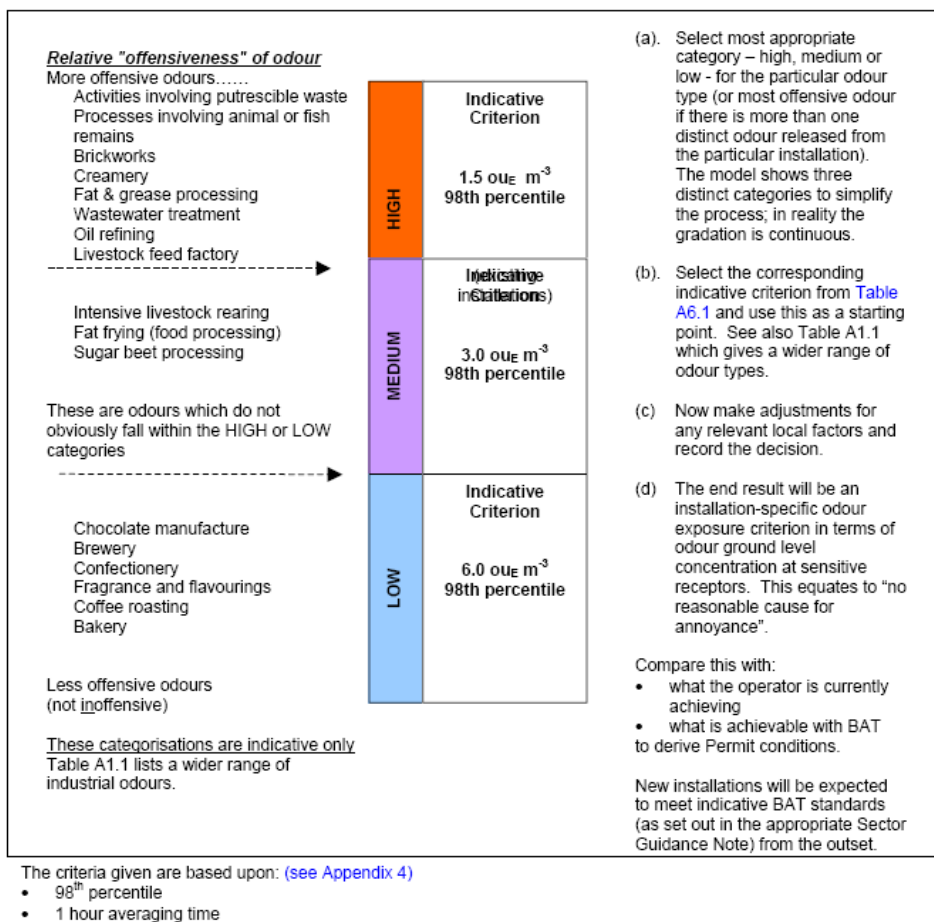


Figura 3 Intensità ed effetti della percezione degli odori

3.6.4 Criteri di accettabilità della normativa della Regione Lombardia

In Italia l'unica regione che si è mossa per definire un corpo normativo organico ed articolato per affrontare la problematica delle molestie olfattive è stata la Lombardia con la relativamente recente DGR 15 febbraio 2012 n. IX/3018 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivante da attività a forte impatto odorigeno".

È ai criteri di accettabilità di questa, sotto riportati, che ci si è quindi ispirati.

ALLEGATO A - Linea guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno

"5. Criteri di valutazione.

A partire dai risultati della simulazione il progettista dovrà adottare gli accorgimenti tali da far sì che l'odore provocato dall'attività non vada ad impattare in maniera significativa sulla zona interessata dalle emissioni odorogene e soprattutto che non ne pregiudichi l'utilizzo in accordo con lo strumento di programmazione territoriale. Dovranno essere redatte delle mappe di impatto dove devono essere riportati i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale, così come risultanti dalla simulazione a 1, 3 e 5 OU_E/m^3 .

Si tenga presente che a:

- *1 OU_E/m^3 il 50% della popolazione percepisce l'odore;*

- 3 OU_E/m^3 l' 85% della popolazione percepisce l'odore;
- 5 OU_E/m^3 il 90-95% della popolazione percepisce l'odore;

La valutazione deve tener conto del territorio e la presenza di potenziali recettori che vi insistono e delle caratteristiche del fondo.

Nella DGR Lombardia 15 febbraio 2012 n. IX/3018 vengono inoltre indicati i requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione.

Di particolare interesse è il punto 13 che riguarda la *“Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie”*:

“Le concentrazioni orarie di picco di odore per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione devono essere ottenute moltiplicando le concentrazioni medie orarie per un peak-to-mean ratio pari a 2,3. Benché nella letteratura scientifica non vi sia accordo unanime circa la definizione di un valore congruo per il peak-to-mean ratio, si consiglia qui un fattore unico uniforme allo scopo di depurare i risultati delle simulazioni, per quanto possibile, dagli aspetti connessi alla scelta dei parametri del modello più che alle specificità dello scenario emissivo di cui si deve simulare l'impatto”.

4 EMISSIONI CONSIDERATE NELLO STUDIO

Non essendo disponibili dati di monitoraggio dell'azienda agricola in questo studio le emissioni in atmosfera sono state stimate sulla base di dei fattori di emissioni reperiti in letteratura

4.1 Fattori di emissione utilizzati nel presente studio

Nel presente studio sono stati utilizzati i fattori di emissione riportati nel documento, in versione draft, della Commissione Europea *“Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive rearing of poultry and pig”*. In particolare si è fatto riferimento alla tabella 3.53 *“range of reported air emission levels for different types of poultry”*.

Tabella 8. Fattori di emissione riportati nel documento B.A.T.

Table 3.53: Range of reported air emission levels from poultry houses

Type of poultry	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	PM ₁₀	Odour ⁽¹⁾
	kg per bird place per year				ou _E /s per bird
Laying hens – Enriched cage systems	0.01–0.15	0.034–0.078	0.0017–0.023	0.01–0.04	0.102–0.68
Laying hens – Non-cage systems	0.019–0.36	0.078 – 0.2	0.002–0.180	0.02–0.15	0.102–1.53
Pullets (cage and not cage systems)	0.014–0.21	NI	NI	0.008–0.078	0.042–0.227
Broilers	0.004–0.18	0.004–0.006 ⁽²⁾	0.009 ⁽²⁾ –0.032	0.004–0.025	0.032–0.7
Broiler breeders	0.025–0.58	NI	NI	0.016–0.049	0.11–0.93
Turkeys (female) Whole period	0.045–0.387	NI	0.015 ⁽²⁾	0.09–0.5	0.4
Turkeys (male) Whole period	0.138–0.68	NI	NI	0.24–0.9	0.71
Ducks	0.05–0.29	NI	0.015 ⁽²⁾	0.01–0.084	0.098–0.49
Guinea fowl ⁽²⁾	0.80	NI	0.015	NI	NI

⁽¹⁾ Odour emissions have been derived from original data expressed in ou_E/s per LU.
⁽²⁾ Source: [43. COM 2003]
 NB: Emission levels achieved by air cleaning systems are included. Values derived from EPER are not included;
 NI = no information provided.

In particolare l'emissione di Ammoniaca è stata valutata nei termini prescritti dal D.M. Ambiente 29 gennaio 2007 :

per le emissioni della stabulazione degli animali: 0.11 kg NH₃ /capo /anno

per le emissioni dello stoccaggio: 0.019 kg NH₃ /capo /anno

E' opportuno ricordare che tali valori sono gli stessi riportati nella domanda di autorizzazione ambientale integrata e si riferiscono al D.M. 29 gennaio 2007 tabella "Fattori di emissione di ammoniaca dai comparti suinicolo ed avicolo" categoria Broilers.

Per le polveri e per le sostanze odorigene si sono utilizzati i valori medi di quelli riportati nel documento B.A.T. In particolare per le PM10 è stata utilizzata la media aritmetica mentre per gli odori la media geometrica

Emissioni di PM10 : 0.020 kg PM10 /capo /anno

Emissioni di sostanze odorigene: 0.145 OU_E/s /capo

Infine per l'Idrogeno solforato il documento B.A.T. riporta "Hydrogen sulphide (H₂S) is generally present at very low quantities, i.e. about 1 ppm [Italian contribution to 2003 IRPP BREF, 1999.]". Pertanto si è deciso di valutare, in modo conservativo, le emissioni di H₂S pari ad un decimo di quelle dell'Ammoniaca:

Emissioni di H₂S : 0.013 kg H₂S /capo /anno.

4.2 Scenari emissivi considerati

E' stato considerato il seguente scenario emissivo

- *scenario Futuro* con 4 capannoni attivi per 133862 polli da ingrasso.

E' opportuno evidenziare che in un anno solare sono previsti 6 cicli di allevamento di 60 giorni.

Inoltre è prevista una percentuale di mortalità di circa il 5 %.

Pertanto le emissioni annuali debbono essere calcolate su un numero di capi mediato sull'anno di

- Scenario Futuro ulteriori $133862 \times (100-5) / 365 \times 300 = 104522$ animali

5 VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI

5.1 Approccio metodologico

Al fine di valutare le immissioni di sostanze inquinanti e di quelle odorigene dall'allevamento oggetto dello studio viene utilizzato il modello matematico CALPUFF il quale, partendo dalle emissioni stimate tramite i fattori di emissione sopra ricordati e dalle condizioni meteorologiche locali, permette di valutare le immissioni nell'ambiente circostante.

5.2 Applicazione del modello matematico CALPUFF

5.2.1 Descrizione del modello diffusionale CALPUFF

5.2.1.1 Generalità

In questo studio è stato utilizzato un insieme di modelli matematici dispersione atmosferica del tipo non stazionario, sviluppati dalla "Sigma Research Corporation" (Earth Tech, Inc.), nel 1990, e denominato "CALPUFF Model System".

Il sistema sviluppato è composto da tre componenti principali:

- un processore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire campi con cadenza oraria, tridimensionali di vento e temperatura, bidimensionali di altre variabili come turbolenza, altezza di mescolamento, ecc;
- un modello di dispersione non stazionario (CALPUFF), che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale ("puff"), emessi ad intervalli di tempo prestabiliti; CALPUFF può avvalersi dei campi tridimensionali generati da CALMET, oppure utilizzare altri formati di dati meteorologici;
- un programma di postprocessamento degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall'utente ed è in grado di interfacciarsi col software SURFER per l'elaborazione grafica dei risultati.

La versione attuale del modello include i tre componenti principali (CALMET/ CALPUFF/ CALPOST), ed un set di vari programmi che consentono al sistema di interfacciarsi a dataset standard di dati meteorologici e geofisici (purtroppo non sempre facilmente reperibili in Italia).

Dopo varie fasi di validazione e analisi di sensibilità, CALPUFF è stato inserito nella “*Guideline on Air Quality Model*” tra i modelli ufficiali di qualità dell’aria riconosciuti dall’U.S.EPA.

In Figura 4 è riportato il diagramma di flusso del modello CALPUFF.

5.2.1.2 Il preprocessore meteorologico CALMET

Tutti i principali dati meteorologici del dominio di studio, vengono forniti al modello di dispersione CALPUFF mediante il file di output del preprocessore CALMET (CALMET.DAT). Il file contiene (oltre alle informazioni generali per quanto riguarda le dimensioni del dominio di studio e l’intervallo di tempo della simulazione) le serie temporali giornaliere per le variabili meteorologiche con risoluzione oraria (intervallo di tempo su cui sono calcolate le concentrazioni).

CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico, il quale è in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio. CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d’acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all’interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l’ora del giorno e la copertura del cielo.

5.2.1.3 CALPUFF

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a puff, non stazionario, multistrato e multispecie, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell’inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all’estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d’inversione), fumigation;
- possibilità di trattare emissioni odorigene.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l’emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in “pacchetti” discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali.

Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo “a foto”: ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene “congelato” e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all’intervallo successivo.

La concentrazione complessiva in un recettore, è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali (sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un’ora.

5.2.1.4 Il postprocessore CALPOST

CALPOST elabora l’output primario del modello, il file con i valori orari della concentrazione di inquinante in corrispondenza dei recettori (CONC.DAT), per ottenere i parametri d’interesse (concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall’utente).

Quindi, la funzione di questo postprocessore è quella di manipolare l’output di CALPUFF per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati. Inoltre, CALPOST è in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni (in particolare SURFER).

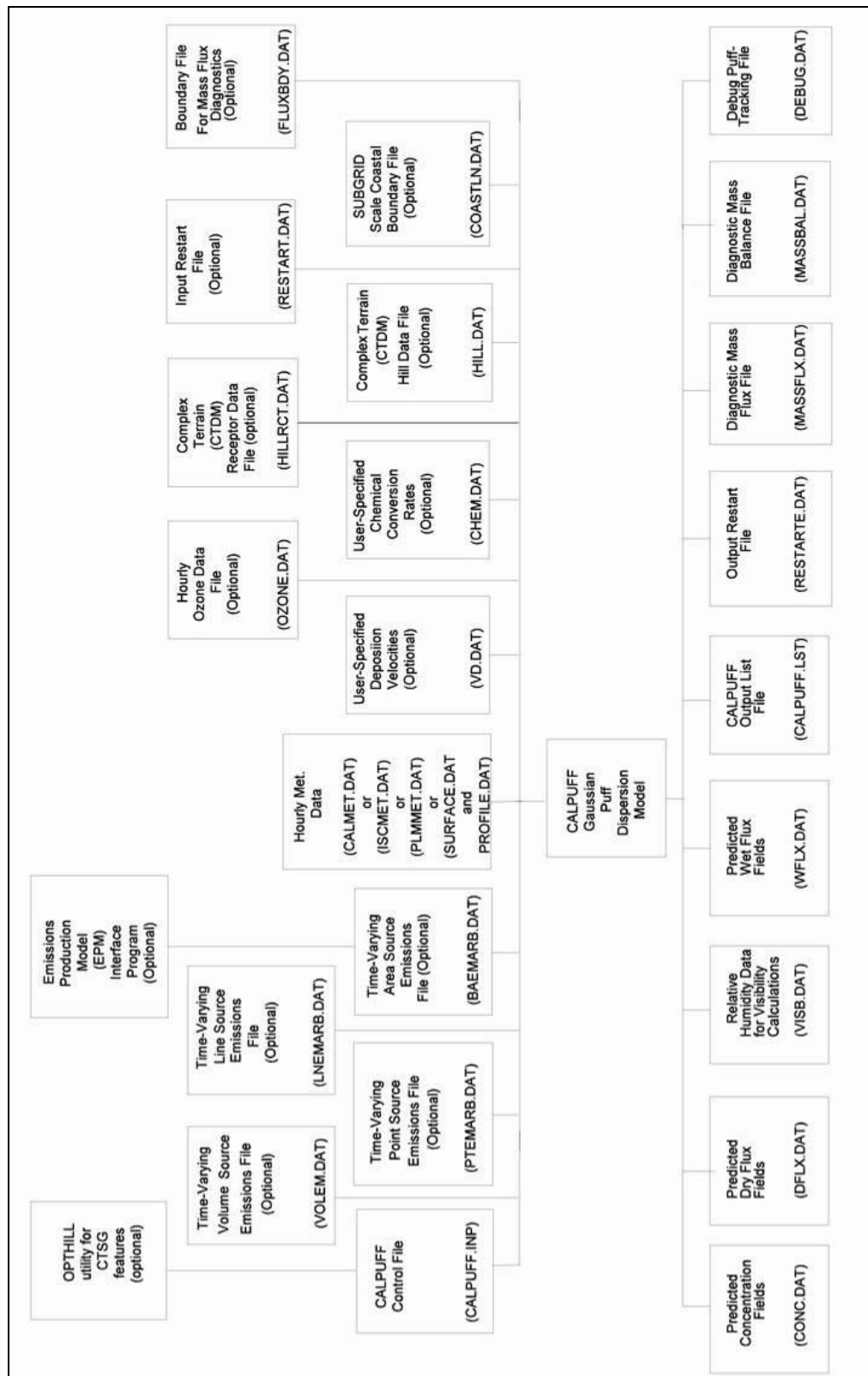


Figura 4 Diagramma di flusso del modello CALPUFF.

5.2.2 Dominio di applicazione del modello / Ricettori

Come dominio di applicazione del modello matematico è stata scelta un'area rettangolare di 2,5 x 2,5 km discretizzata con una maglia di 100 metri di lato.

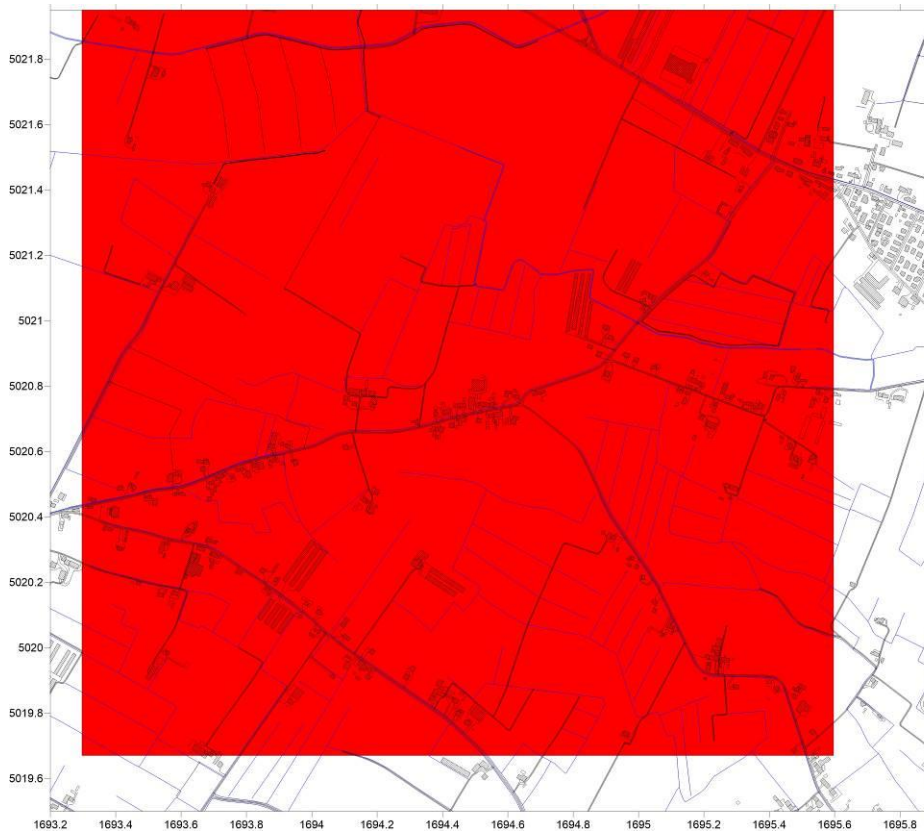


Figura 5 Dominio di applicazione del modello.

Come ricettore maggiormente vicino è stato considerato la frazione di Conche a circa 400 m a Sud-Ovest dell'allevamento.

5.2.3 Dati meteorologici utilizzati per la modellazione matematica

Per le attività di modellazione matematica sono stati utilizzati i dati della stazione meteorologica di superficie appartenente alla rete ARPA Veneto Servizio Meteorologico Regionale di Lonigo (VI) Le coordinate sono: Long. E 11° 22' 45" Lat. N 45° 23' 28". La stazione risulta a circa 11 km dallo stabilimento.

La figura seguente riporta l'analisi statistica della direzione e velocità del vento rilevata negli anni 1998-2001 a Lonigo(VI).

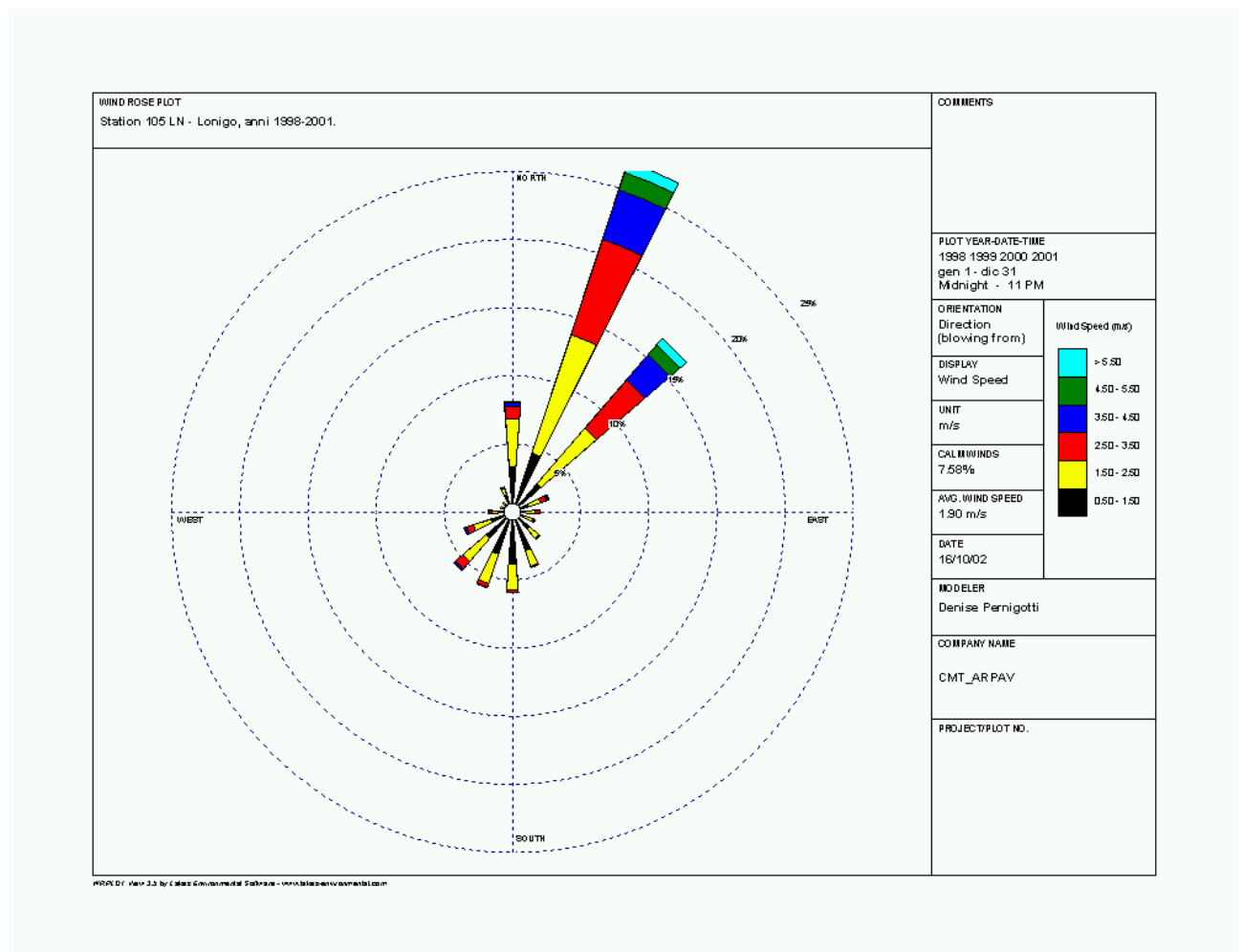


Figura 6 Rosa dei venti relativa al periodo 1998-2001 presso la stazione di Lonigo (Dal “Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera” Allegato “Analisi campo di vento stazioni a 10 m (ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo”).

5.2.4 *Trattamento delle caratteristiche del terreno*

L'orografia di tutto il dominio di applicazione del modello è piatta.

Inoltre il modello è stato utilizzato nell'opzione "meteorologia ISC" per cui non sono state considerate variazioni nei parametri dinamici e termodinamici in tutto il dominio.

5.2.5 *Analisi di sensitività del modello*

Non sono stati eseguiti test specifici di sensitività del modello matematico utilizzato.

Si rimanda alla letteratura specialistica per l'analisi di sensitività di CALPUFF. Alcune referenze di letteratura sono riportate di seguito:

Berman, S., J.Y. Ku, J. Zhang and S.T. Rao, 1977. Uncertainties in estimating the mixing depth—Comparing three mixing depth models with profiler measurements, *Atmospheric Environment*, 31: 3023–3039.

Chang, J.C., P. Franzese, K. Chayantrakom and S.R. Hanna, 2001. Evaluations of CALPUFF, HPAC and VLSTRACK with Two Mesoscale Field Datasets. *Journal of Applied Meteorology*, 42(4): 453–466.

Environmental Protection Agency, 1998. Interagency Workgroup on Air Quality Modeling (IWAQM) Phase 2 Summary Report and Recommendations for Modeling Long-Range Transport Impacts. EPA Publication No. EPA-454/R-98-019. Office of Air Quality Planning & Standards, Research Triangle Park, NC.

Irwin, J.S., 1997. A Comparison of CALPUFF Modeling Results with 1997 INEL Field Data Results. In *Air Pollution Modeling and its Application*, XII. Edited by S.E. Gyrning and N. Chaumerliac. Plenum Press, New York, NY.

Irwin, J.S., J.S. Scire and D.G. Strimaitis, 1996. A Comparison of CALPUFF Modeling Results with CAPTEX Field Data Results. In *Air Pollution Modeling and its Application*, XI. Edited by S.E. Gyrning and F.A. Schiermeier. Plenum Press, New York, NY.

Morrison, K, Z-X Wu, J.S. Scire, J. Chenier and T. Jeffs-Schonewille, 2003. CALPUFF-Based Predictive and Reactive Emission Control System. 96th A&WMA Annual Conference & Exhibition, 22–26 June 2003; San Diego, CA.

Schulman, L.L., D.G. Strimaitis and J.S. Scire, 2000. Development and evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model. *JAWMA*, 50: 378–390.

Scire, J.S., Z-X Wu, D.G. Strimaitis and G.E. Moore, 2001. The Southwest Wyoming Regional CALPUFF Air Quality Modeling Study—Volume I. Prepared for the Wyoming Dept. of Environmental Quality. Available from Earth Tech at <http://www.src.com>.

Dr. GIAMPIERO MALVASI – FISICO - CONSULENTE AMBIENTALE

35136 PADOVA - VIA MONTA', 167 - TEL 335/7776651 - C.F.: MLV GPR 58E15 L840O - P.IVA: 01898390289

Strimaitis, D.G., J.S. Scire and J.C. Chang, 1998. Evaluation of the CALPUFF Dispersion Model with Two Power Plant Data Sets. Tenth Joint Conference on the Application of Air Pollution Meteorology, Phoenix, Arizona. American Meteorological Society, Boston, MA. January 11–16, 1998.

5.3 Risultati della modellazione

5.3.1 Mappe di concentrazione

Di seguito sono state riprodotte le mappe delle immissioni relative a tutti gli inquinanti di interesse.

In Figura 7 sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica per l'Ammoniaca.

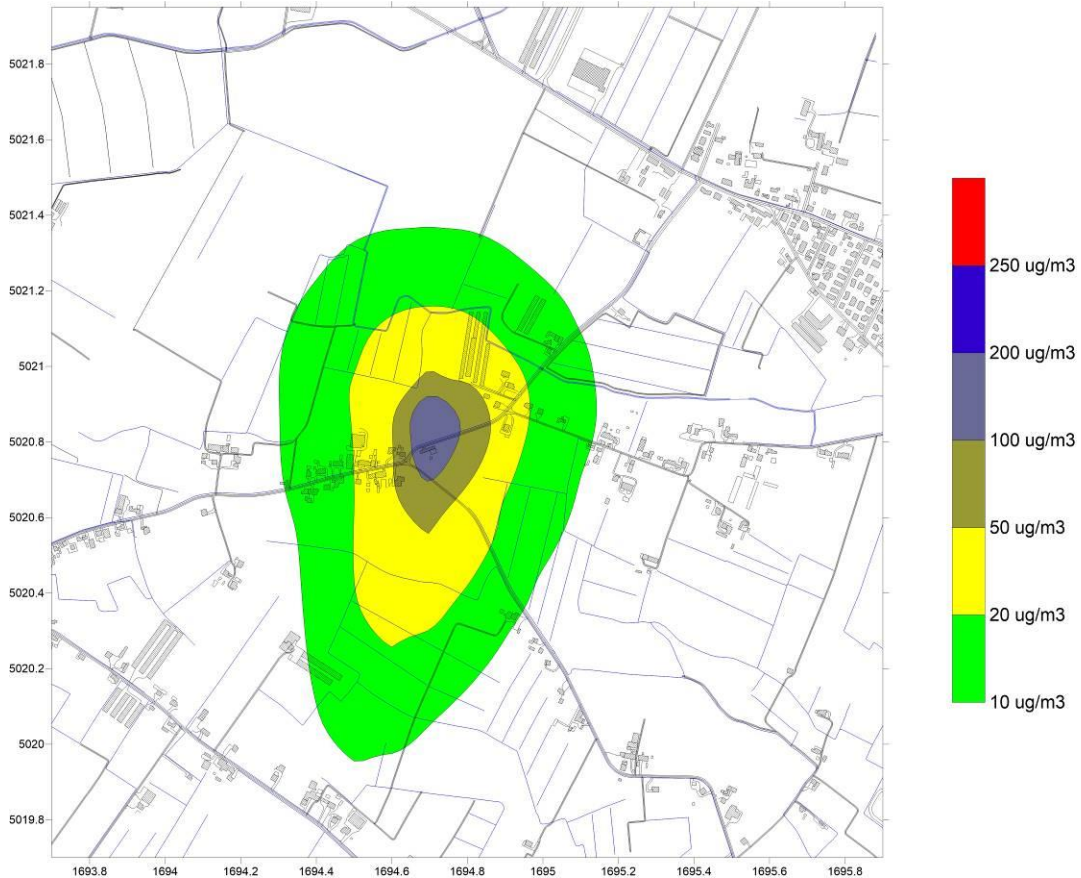


Figura 7 Ammoniaca – Scenario Futuro.

In Figura 8 sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica per l'Idrogeno Solforato.

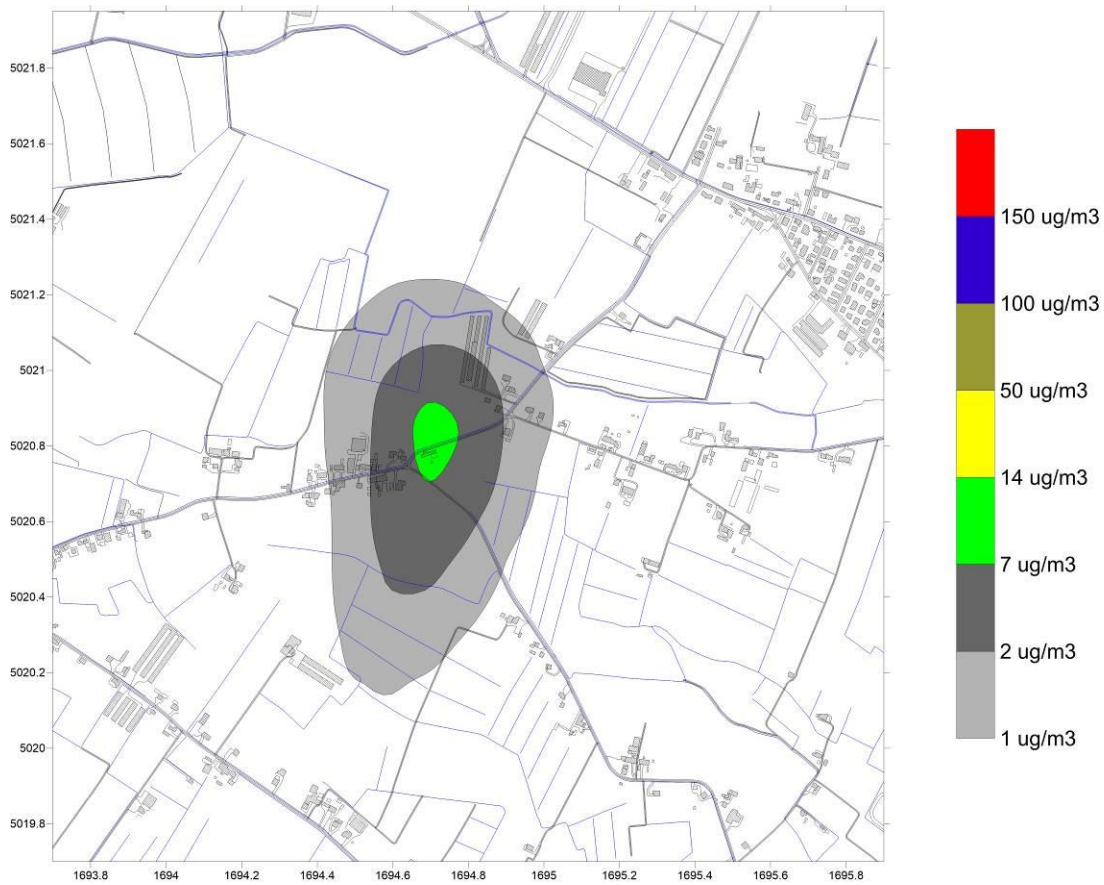


Figura 8 Idrogeno Solforato – Scenario Futuro.

In Figura 9 sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica per le Polveri PM10 per lo scenario Futuro. L'elaborazione long term rappresenta i valori medi annui ed è in riferimento al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del D.lgs. 155/2010.

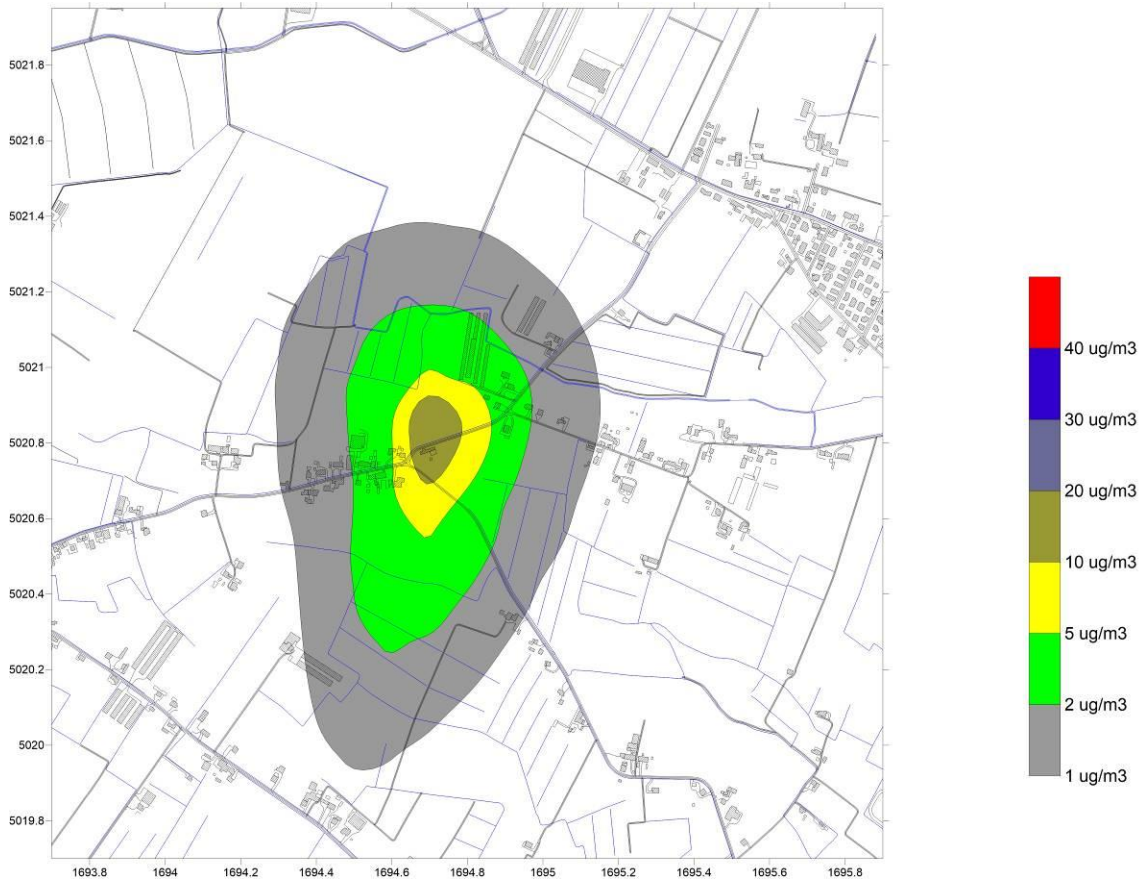


Figura 9 Polveri PM10 – Scenario Futuro – Media annua.

In Figura 10 sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica per le Polveri PM10 per lo scenario Futuro. L'elaborazione long term rappresenta i valori del 90esimo percentile della media giornaliera ed è in riferimento al valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del D.lgs. 155/2010.

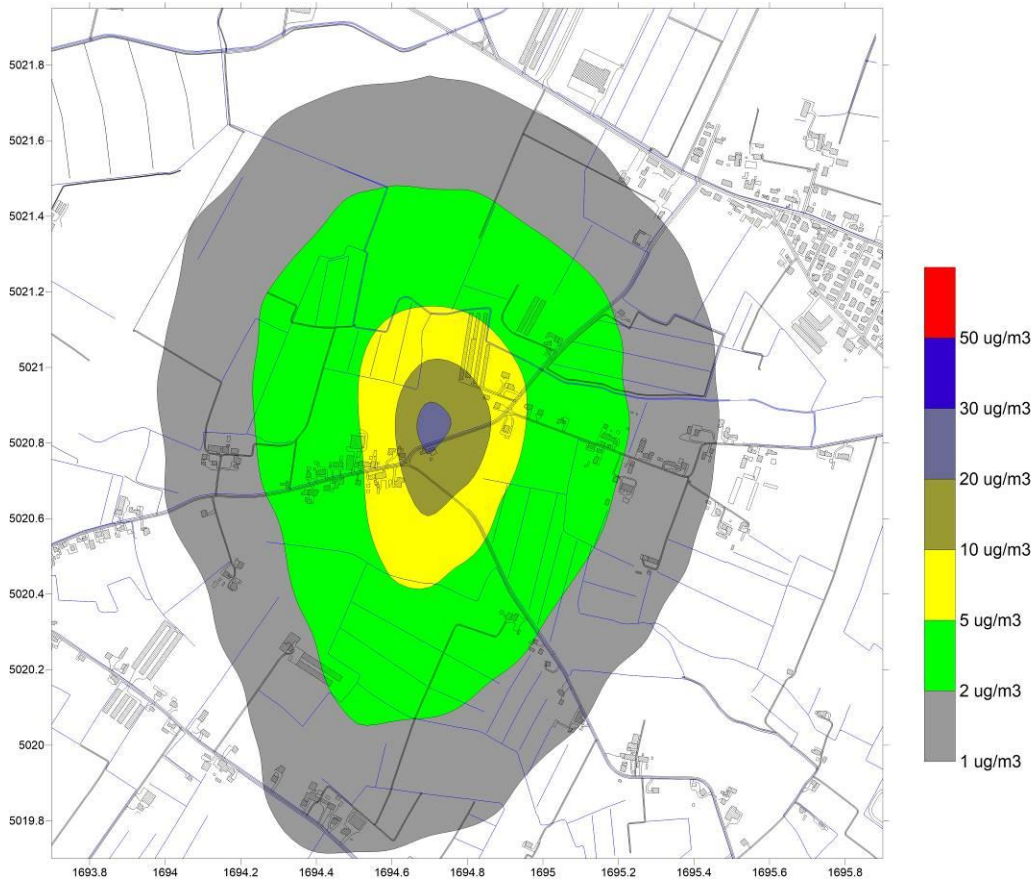


Figura 10 Polveri PM10 – Scenario Futuro – 90esimo percentile annuo della media su 24 ore .

In Figura 11 sono riportati i risultati dell'applicazione modellistica per le sostanze odorigene, scenario futuro. Il confronto dei risultati è stato eseguito applicando i criteri di accettabilità contenuti nelle linee guida della Regione Lombardia (DGR n° IX/3018 del 15/02/2012).

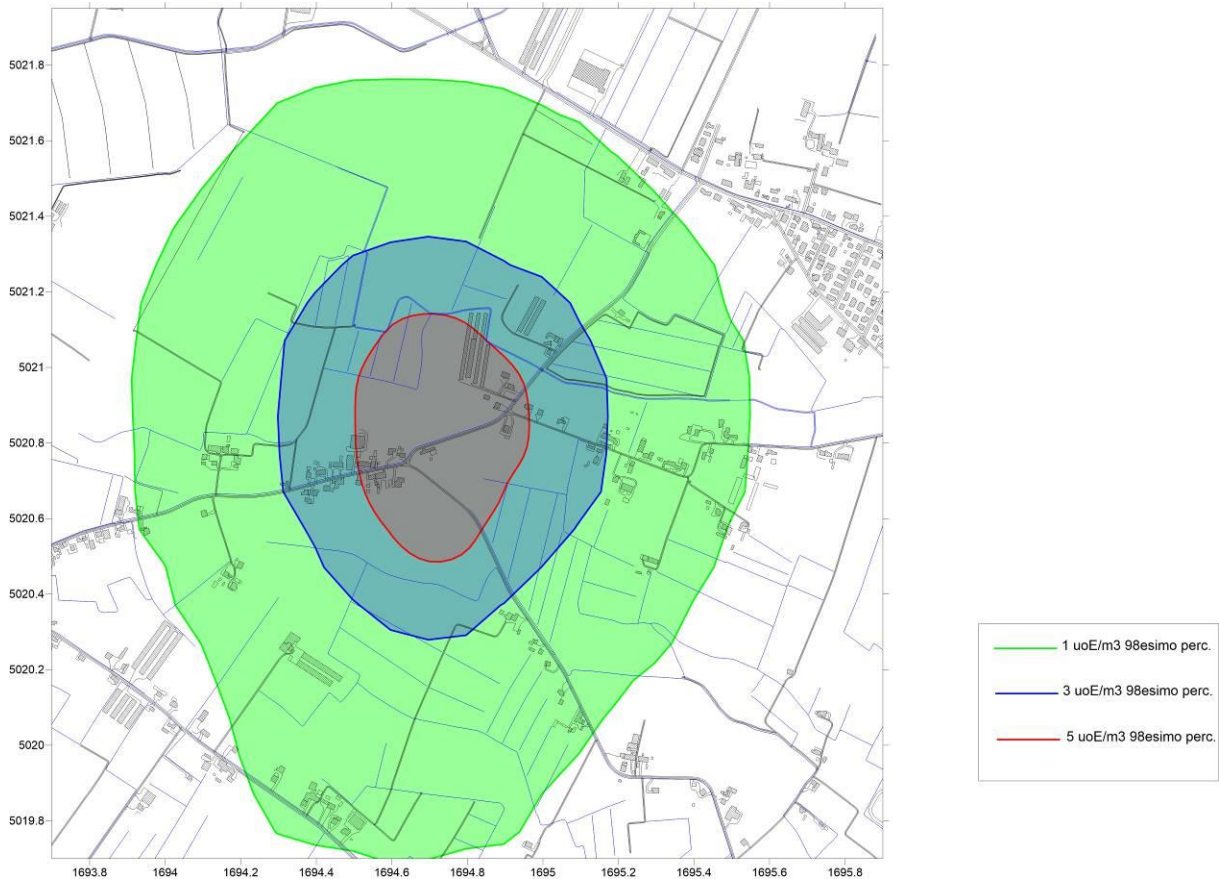


Figura 11 Sostanze odorigene – Scenario futuro. Applicazione dei criteri di accettabilità DGR Regione Lombardia n° IX/3018 del 15/02/2012.

Risulta pertanto che presso le abitazioni più vicine all'allevamento sarà possibile avvertire un odore di appena avvertibile (circa 1 UO_E/m³) per un numero di ore all'anno pari al 2% (il complemento a 100 del 98esimo percentile) del totale anno; in pratica in un anno non bisestile per un numero di ore pari a $2/100 \times 365 \times 24 \text{ h} = 175 \text{ ore/anno}$.

6 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato condotto su incarico della ditta S.S. Nicolin Giuliano e Gabriele e riguarda la valutazione delle immissioni di NH₃, H₂S, PM₁₀ e di sostanze odorigene nell'ambiente circostante derivanti dalle attività di allevamento polli in Comune di Pojana Maggiore (VI) .

La tabella seguente riassume i risultati ottenuti dalla modellizzazione matematica.

Tabella 9. Risultati dell'elaborazione modellistica presso il ricettore sensibile maggiormente esposto di Conche

Parametro	Elaborazione statistica	Scenario	Concentrazione Limite	NOAEL	Riferimento normativo
		Futuro			
Odore	Frequenza > 1UO/m ³	25%			
	Frequenza > 3UO/m ³	12%			
	Frequenza > 5UO/m ³	6%			
PM10	media annua	4.4 µg/m ³	40 µg/m ³		D.lgs 155/2010
	90° perc.le	7.4 µg/m ³	50 µg/m ³		D.lgs 155/2010
NH3	media annua	28.5 µg/m ³	500 µg/m ³	4.9 mg/m ³	RFC
H2S	media annua	2.8 µg/m ³	2 µg/m ³	3.5 mg/m ³	RFC

Si riportano di seguito i risultati più rilevanti dello studio:

- 1) La direzione prevalente dei venti è da Nord-Nord-Est e Nord-Est (circa 10%). Ulteriori direzioni frequenti di provenienza dei venti sono da Nord (circa 9%) e da Ovest (circa 7%).
- 2) Le emissioni più significative riguardano NH₃, PM₁₀ e le sostanze odorigene, mentre l'Idrogeno Solforato non risulta emesso in quantità significative.
- 3) La popolazione residente nei centri abitati vicini all'azienda agricola risulta esposta a concentrazioni degli inquinanti oggetto d'indagine di circa un ordine di grandezza inferiori ai limiti di legge (PM₁₀) o al fattore di rischio (NH₃). Relativamente all'Idrogeno solforato le concentrazioni immesse nell'ambiente risultano, presso i ricettori più vicini, nettamente inferiori alla soglia NOAEL (valore di soglia al di sotto della quale non risultano effetti per la salute)
- 4) I residenti le abitazioni di più vicine all'azienda agricola potranno percepire odori provenienti dall'allevamento ma con frequenza dell'ordine di 20 percento e con intensità appena superiore alla soglia di percezione che è pari a 1 UO_E/m³.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Determina 1414 del 9 luglio 2015 Provincia di Rovigo
- (2) D.M. Ambiente 29 gennaio 2007 "Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, in materia di allevamenti, macelli e trattamento di carcasse, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59"
- (3) D.Lgs. Governo n° 152 del 03/04/2006 "Norme in materia ambientale".
- (4) D.Lgs. del 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".
- (5) Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".
- (6) D.G.R. Lombardia 15 febbraio 2012 n. IX/3018 della Regione Lombardia "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivante da attività a forte impatto odorigeno".
- (7) Legge n° 615 del 13/07/1966 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico".
- (8) Decreto Presidente della Repubblica n° 322 del 15/04/1971 "Regolamento per l'esecuzione della L. 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore dell'industria".
- (9) Decreto Ministeriale del 12/07/1990 "Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione".
- (10) Decreto Presidente Repubblica n° 203 del 24/05/1988 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183".
- (11) ACGIH 2013 "Valori limite di soglia e indici biologici di esposizione".
- (12) Davoli E., Rotilio D., Desiderio M. (2000). Campionamento e Speciazione degli odori. Documento disponibile nella sezione progetti conclusi del Consorzio Mario Negri Sud (<http://www.negrisud.it/ambiente/progetti.html>)
- (13) Centro Ricerche Produzioni Animali - Reggio Emilia "Allevamenti zootecnici ed emissioni di odori", Laura Valli.
- (14) Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., Yamartino R.J. (1999) "A User's Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Internal Report".
- (15) Scire J.S., Strimaitis J.C., Yamartino R.J. (2000) "A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech, Internal Report".
- (16) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards (1996) "Guideline of Air Quality Models".
- (17) ISPRA - RTI CTN_ ACE 2/2000 "I modelli nella valutazione della qualità dell'aria".
- (18) World Health Organization Air quality guidelines global update (1995)
- (19) Environmental Agency del Regno Unito IPPC-H4 "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Horizontal Guidance for Odour"
- (20) Germany. 2003. Determination and Assessment of Odour in Ambient Air (Guideline on Odour in Ambient Air/GOAA). May 1998. Translation March 2003. http://www.lua.nrw.de/luft/gerueche/GOAA_200303.pdf