



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

## MODELLIZZAZIONI DELLE DISPERSIONI IN ATMOSFERA

Ditta richiedente

# Soc. Terminon

Comune di Castegnero  
(VI)

il Tecnico

Dott. Baldo Gabriele



La Ditta



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

## Sommario

Premesse .....	3
Normativa.....	5
Inquinanti .....	8
PM10.....	8
Ammoniaca - NH <sub>3</sub> .....	9
Odori.....	9
Caratterizzazione meteo climatica .....	15
Modello di calcolo .....	22
Reticolo.....	23
Recettori.....	23
Sorgenti.....	23
Dati di input.....	25
Ammoniaca – NH <sub>3</sub> .....	25
PM10.....	25
Odori .....	26
Determinazione delle concentrazioni al suolo .....	26
Risultati.....	27
Conclusioni .....	29



## Premesse

L'espansione dei centri abitati, a discapito delle zone agricole, può portare all'insorgere di problemi di convivenza tra la popolazione e le attività produttive naturalmente dislocate nel territorio.

Partendo dal presupposto che non è possibile ostacolare la produzione, indipendentemente dal bene realizzato, tutte le ditte devono tenere in considerazione le influenze negative che la loro attività può causare, ricercando le migliori soluzioni tecnologiche per eliminare, o quanto meno limitare, la generazione di inquinanti. Per quel che riguarda i centri zootecnici avicoli, il maggior disturbo arrecato agli abitanti è dato dall'emissione di sostanze gassose, alcune delle quali potenziali fonti di molestie olfattive. Le molecole maggiormente studiate sono l'ammoniaca, il metano, il protossido di azoto e le polveri sospese, perché prodotte dai processi di allevamento sia in fase di stabulazione che di stoccaggio.

L'azienda della Soc. Terminon intende modificare la produzione avicola dell'allevamento passando da tacchini a polli da carne. Contestualmente migliorerà tecnologicamente le strutture realizzando gli impianti di ventilazione forzata e di raffrescamento. Poiché i polli vengono allevati per circa 50 gg, ed hanno quindi cicli di accasamento più corti dei tacchini, si realizzeranno più cicli di accasamento all'anno.

Il presente studio ha lo scopo di quantificare il contributo che tali modificazioni hanno sull'inquinamento atmosferico.

L'analisi ha comportato l'indagine del clima che caratterizza l'area di osservazione, nonché gli inquinanti di interesse, valutando le sorgenti emissive ed i potenziali recettori esistenti. Nello specifico, la presente relazione tratterà esclusivamente la diffusione dell'ammoniaca, delle polveri sospese e dell'odore. L'emissione delle altre molecole può infatti essere considerata trascurabile sia per il quantitativo prodotto (in particolare il protossido di azoto) sia per le modalità di propagazione (il metano risulta più leggero dell'aria e quindi si propaga verticalmente). Le sostanze complesse come mercaptani, indolo, scatolo, ecc non vengono esaminate in quanto l'alto peso molecolare ne limita notevolmente la dispersione. Il programma utilizzato per la realizzazione delle simulazioni è il modello WinDimula 3.0 (WD3) dell'Enea (Cirillo e Cagnetti), modello gaussiano a plume che



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

permette di svolgere calcoli di diffusione in atmosfera di inquinanti non reattivi da sorgenti multiple. Il modello di calcolo permette inoltre di valutare la dispersione delle sostanze anche in presenza di situazioni di calma di vento, generando per tutti i casi analizzati una esplicitiva simulazione grafica.



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

## Normativa

La normativa di riferimento in materia di inquinamento atmosferico è numerosa e comprende sia direttive europee che leggi nazionali. Di seguito si elencano, in ordine temporale, quelle più significative nella stesura della presente relazione.

- Decreto Legislativo n. 351 del 04.08.1999 – attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Decreto Ministeriale n. 60 del 02.4.2002 – valori limite di qualità dell'ambiente per alcuni inquinanti; in particolare, in recepimento delle successive Direttive CE, abroga alcuni articoli del DPR 230/88 fissando nuovi limiti per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene e il monossido di carbonio;
- Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21.05.08 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

A partire dal 15 settembre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 155/2010, che ha effettivamente abrogato tutta la precedente normativa in materia di qualità dell'aria. Sostanzialmente però non vengono modificati i valori limite per gli inquinanti, già considerati nelle antecedenti leggi, ma unificata tutta la legislazione (si parla infatti di Testo Unico sulla Qualità dell'Aria). Viene inoltre ribadito che la zonizzazione regionale, già obbligatoria ai sensi del D.Lgs. 351/99, è il presupposto sulla quale verrà organizzata la valutazione della qualità dell'aria.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 stabilisce che le Regioni redigano un progetto di riesame della zonizzazione del territorio regionale sulla base dei criteri individuati in Appendice I al decreto stesso. La precedente zonizzazione era stata approvata con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 3195/2006.

Il progetto di riesame della zonizzazione della Regione Veneto, in ottemperanza alle disposizioni del Decreto Legislativo n.155/2010, è stato redatto da ARPAV - Servizio Osservatorio Aria, in accordo con l'Unità Complessa Tutela Atmosfera, ed è stato approvato con Delibera della Giunta Regionale del Veneto n°2130 del 23/10/2012 il cui Allegato A individua per la Regione Veneto 5 agglomerati, come riportato nella **Figura 1. L'area rientra nell'agglomerato IT0514.**



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

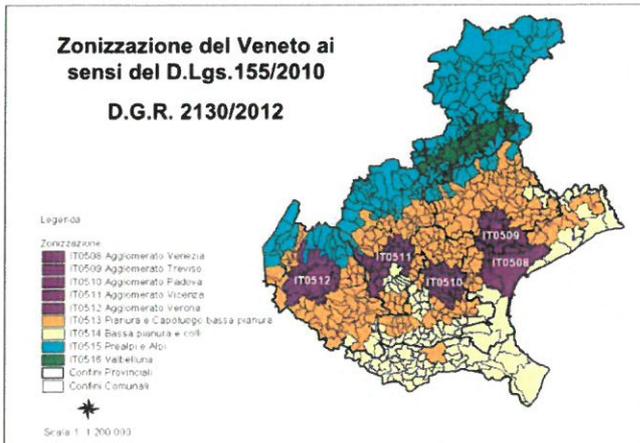


Figura 1: Zonizzazione del Veneto ai sensi del D.Lgs. 155/2010

In riferimento ai valori limite imposti dal D.Lgs 155/2010 s.m.i. per la protezione della salute umana si riporta un quadro riassuntivo per gli inquinanti previsti nel Decreto. Si evidenzia in particolare il limite previsto per le polveri sottili (PM10) poiché direttamente trattate nel presente studio. In questo contesto si analizzeranno anche le emissioni di ammoniaca per le quali però tale Decreto non riporta vincoli.



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m <sup>3</sup> (in vigore dal 1° gennaio 2015) MDT per l'anno 2013 = 1 µg/m <sup>3</sup>
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m <sup>3</sup>
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m <sup>3</sup>
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m <sup>3</sup>

Figura 2: Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs 155/2010 s.m.i.)



---

## Inquinanti

Il Decreto legislativo 155/10 definisce come inquinante *qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso*. Per **aria ambiente si intende l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal D.Lgs 81/2008**.

Di seguito si evidenzieranno le caratteristiche principali degli inquinanti trattati nella presente relazione:

### PM10

Si tratta di particelle di diametro  $> 10 \mu\text{m}$  con un tempo medio di vita **nell'atmosfera che varia da pochi minuti ad alcune ore** e la possibilità di essere aerotrasportate per una distanza massima di 1-10 Km. Questo particolato è un insieme eterogeneo di particelle solide o liquide che restano in sospensione nell'aria e la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o derivata (da una serie di reazioni fisiche e chimiche).

Ai fini degli effetti sulla salute è molto importante la determinazione delle dimensioni e della composizione chimica delle particelle. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti,  $\text{SO}_2$ ). Le particelle che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi e bronchioli) possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie.

**L'emissione di particolato PM10 deriva da frammenti di mangime e di lettiera che formano appunto il materiale sospeso nell'aria e visibile controluce. L'emissione di polveri PM10 deve essere inferiore a 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media delle 24h, questo valore può essere tuttavia superato, ma non più di 35 volte all'anno. A livello annuale il valore medio da non superare è di 40  $\mu\text{g}/\text{mc}$ .**



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

## **Ammoniaca - NH<sub>3</sub>**

In soluzione liquida è comunemente utilizzata come igienizzante ed è irritante a contatto con pelle e occhi. Negli allevamenti viene prodotta durante la fase di maturazione della pollina, come gas incolore e dall'odore pungente, che può essere tossico per inalazione di elevata quantità. Per questo tipo di inquinante la Normativa nazionale non prevede un limite di emissione pertanto, nel presente studio si è scelto di utilizzare i valori riportati dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e dei servizi tecnici, 2003) riferiti al *Threshold Limit Value*- TLV. Questo parametro indica la massima concentrazione a cui un lavoratore può essere esposto durante la vita lavorativa (convenzionalmente 8 ore al giorno, 5 giorni alla settimana e 50 settimane l'anno) senza incorrere in effetti patogeni. Tale valore per l'ammoniaca è pari a 18.000 µg/mc.

## **Odori**

Le emissioni in atmosfera prodotte dagli animali sono costituite da gas semplici, da polveri, altri composti volatili e da bioaerosol che possono quindi generare odori. Si tratta quindi di sostanze derivanti dal metabolismo animale, dai processi di degradazione biologica delle sostanze organiche contenute nelle deiezioni, dalle stesse attività animali e dalla manipolazione dei mangimi. Le sostanze chimiche a essi associate appartengono a diverse classi di composti chimici in particolare: **acidi grassi volatili, composti dell'azoto quali ammoniaca ed ammine, composti dello zolfo, indoli e fenoli.**

L'odore può essere definito come la risposta soggettiva ad una stimolazione di cellule olfattive, presenti nella sede nasale, da parte di molecole gassose; il disturbo che questo può provocare è generalmente il risultato di una serie di episodi di percezione che varia da individuo a individuo. La sensazione di odore dipende infatti da numerosi fattori che possono essere:

- oggettivi in quanto propri della sostanza o della miscela di sostanze (volatilità, idrosolubilità, etc.);
- soggettivi che quindi sono dovuti a cause fisiologiche e psicologiche dell'osservatore;
- ambientali (temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti).



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

La percezione dell'odore avviene quindi solo quando una sostanza o miscela odorigena raggiunge in atmosfera una concentrazione minima, richiesta per provocare uno stimolo nel sistema ricettivo.

La principale caratteristica dell'odore è la soglia di percezione che può essere distinta in: soglia di rilevabilità dell'odore, soglia di riconoscimento delle sostanze responsabili dell'odore e infine la soglia di fastidio che è la concentrazione a cui un odore viene percepito come sgradevole.

L'odore è poi caratterizzato attraverso la definizione dell'intensità che è correlata alla concentrazione di odorante nell'aria ed è interpretabile come la forza dello stimolo olfattivo; la scala più utilizzata per la quantificazione dell'intensità prevede 6 crescenti livelli da zero (assenza di odore) a 5 (odore molto forte).

Molti degli odori tipici degli allevamenti avicoli hanno valori soglia di intensità piuttosto bassi, sono cioè rilevabili a concentrazioni pari a parti per miliardo (ppb), il che significa che essi hanno una elevata intensità a bassa concentrazione (Lacey et al., 2004). La relazione tra la concentrazione e l'intensità dell'odore è importante per stabilire l'effetto odorigeno sulla popolazione e di conseguenza per determinare strategie di abbattimento efficaci. Il fastidio dovuto alle sostanze odorogene è infatti legato anche all'intensità stessa dell'odore. Tuttavia la relazione tra la concentrazione e l'intensità dell'odore non è lineare: Misselbrook et al. (1993) hanno dimostrato che al continuo aumentare della concentrazione odorigena il tasso di incremento dell'intensità diminuisce. Pertanto la percezione dell'intensità da parte dell'olfatto umano mostra una risposta inferiore all'aumentare della concentrazione di odore.

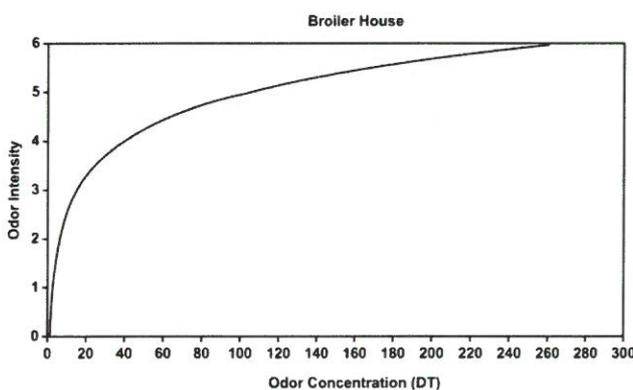


Figura 1: intensità vs concentrazione di odore (tratto da Misselbrook et al. 1993).



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

Infine un odore viene spesso definito attraverso la sua capacità di diffondersi (diffusibilità) e al tono edonico che rappresenta il livello di gradimento dell'odore stesso.

**L'interesse crescente dell'uomo nei confronti dell'ambiente e la maggiore attenzione alla qualità della vita hanno portato negli ultimi decenni a definire gli odori molesti come inquinanti atmosferici attribuendovi una valenza spesso superiore alla reale problematica. La maggiore preoccupazione in questo contesto è soprattutto legata alla paura di rischio tossicologico poiché condizioni di cattivo odore vengono quasi sempre associate a situazioni insalubri dell'aria. A questo si deve aggiungere la progressiva espansione delle zone residenziali che spesso ha determinato frequenti attriti fra residenti e allevatori a causa del fastidio legato a questo genere di impianti. In particolare il problema dell'inquinamento olfattivo ha raggiunto negli ultimi anni una rilevanza pari ad altre forme di inquinamento (Cortellini, ARPA; Grande, 2000).**

Le emissioni in atmosfera prodotte dagli animali sono costituite da gas semplici, da polveri, altri composti volatili e da bioaerosol che possono quindi generare odori. Si tratta quindi di sostanze derivanti dal metabolismo animale, dai processi di degradazione biologica delle sostanze organiche contenute nelle deiezioni, dalle stesse attività animali e dalla manipolazione dei mangimi. Le sostanze chimiche a essi associate appartengono a diverse classi di composti chimici in particolare: **acidi grassi volatili, composti dell'azoto quali ammoniaca ed ammine, composti dello zolfo, indoli e fenoli.** Per gran parte di queste sostanze studi scientifici hanno rilevato che la concentrazione nell'aria è molto bassa essendo generalmente nell'ordine dei  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Solo la concentrazione di ammoniaca è generalmente superiore (Regione Piemonte, 2010).

Per la valutazione della tossicità si fa usualmente riferimento al parametro TLV. 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). Anche la correlazione stimata da alcuni lavori presenti in letteratura tra **l'esposizione agli odori degli allevamenti zootecnici e il rischio per la salute umana sembra sia principalmente dovuta alla componente psicologica** poiché le concentrazioni di sostanze volatili al



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

di fuori degli allevamenti sono generalmente troppo basse per causare reali problemi da salute (Nimmermark, 2004; Cole et. al. 2000). Gli allevamenti intensivi quindi indubbiamente provocano **dei disturbi a livello della comunità locale ma poiché alle concentrazioni riscontrabili nell'aria queste sostanze non possono essere definibili tossiche per l'uomo (APAT, 2003), il problema principale in termini di emissioni atmosferiche è l'odore.**

C'è inoltre da considerare che, allo stato dell'arte attuale, le conoscenze sulle emissioni odorigene direttamente correlate agli allevamenti avicoli sono piuttosto limitate anche se vi è un significativo apporto alla ricerca in merito ad altre specie di animali allevati, in particolare per quanto riguarda i suini (Lacey et al., 2004). E' inoltre in fase di studio la possibile relazione tra l'effetto odorigeno e la tipologia di composto (O'Neill and Phillips, 1992; Mackie et al., 1998) ma per la forte complessità delle sostanze coinvolte, per le possibili correlazioni tra le stesse e per la mancanza di tecniche ufficiali di caratterizzazione delle emissioni tale relazione non è ancora definibile. L'unica metodologia affidabile per la misurazione degli odori è l'olfatto su cui è stato creato un metodo di misura codificato a livello europeo basato sull'olfattometria dinamica (UNI EN 13725:04).

Se da un lato, infatti, le cosiddette molestie olfattive non sono in genere pregiudizievoli per la salute (Miedema et al., 2000), dall'altro possono certamente configurarsi come un fattore di stress per la popolazione circostante, diventando spesso elemento di conflitto nel caso di impianti esistenti o nella scelta del sito per la localizzazione di nuovi impianti produttivi. Per questa ragione si pone ormai necessaria la valutazione di questi aspetti e la relativa quantificazione. Tuttavia esistono alcune difficoltà oggettive che complicano la valutazione di questo genere di inquinamento e che determinano la lacuna normativa esistente in questo settore.

Attualmente infatti non esistono, a livello nazionale, normative specifiche in materia di limiti di emissione o standard di qualità dell'aria come per i comuni contaminanti atmosferici.

Queste lacune sono principalmente dovute alle particolari caratteristiche dell'odore, soprattutto alla complessità dei composti odorigeni e alla variabilità nella percezione olfattiva, che rendono quindi difficile una caratterizzazione standard e ufficiale delle emissioni odorigene.

Attraverso l'olfattometria si misura principalmente la concentrazione di odore, in relazione alla



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

determinazione della soglia di percezione di un panel di valutatori. La concentrazione dell'odore è valutata mediante la determinazione della soglia di percezione ricorrendo a progressive diluizioni del campione con aria priva di odori fino ad eliminarne la percettibilità all'olfatto umano.

La soglia di percezione viene definita come la concentrazione di sostanze odorose percepibile dal 50% del gruppo di persone preposte all'analisi che corrisponde per definizione a 1UO/m<sup>3</sup>. Attualmente questa sembra essere la metodologia più adatta per la stima dell'impatto odorigeno, tuttavia resta in essere il problema della definizione dei limiti di odore accettabili.

La normativa italiana infatti non fa esplicito riferimento alle molestie olfattive e tratta il tema degli odori in un più ampio quadro di inquinamento ambientale. In particolare il testo unico sull'ambiente, il Dlgs 152/06, definisce l'inquinamento come l'introduzione di agenti fisici, nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento di beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi. Questa definizione include di fatto anche i composti odorigeni ma, nella parte quinta del T.U., tra le "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera", si fa esplicito riferimento alla sola riduzione di sostanze rilevanti dal punto di vista tossicologico, manca quindi un diretto riferimento ai composti odorigeni. Anche in materia di gestione dei rifiuti (parte quarta del T.U.) si definisce la necessità di limitare le emissioni odorose (art. 178, comma 2) nel recupero e nello smaltimento dei rifiuti ma anche in questo caso mancano dei riferimenti quantitativi.

Oltre al Dlgs 152/06 anche nella normativa sanitaria si possono riscontrare riferimenti alle emissioni odorose, in particolare il Testo Unico delle leggi sanitarie (R.D. n.1265/1934) indica i criteri per la localizzazione di determinate tipologie di impianti, in modo da limitare, a livelli accettabili, eventuali molestie alla popolazione. In dettaglio individua le lavorazioni insalubri, definite come le manifatture o fabbriche che producono vapori, gas o altre esalazioni insalubri o che possano riuscire in altro modo pericolose per la salute degli abitanti indicandole in due tipologie di insediamenti: le industrie insalubri di prima e di seconda classe. Secondo questa disciplina gli allevamenti animali rientrano nella prima classe e sono sottoposti all'obbligo di localizzazione al di fuori dei centri abitati ma anche in questo caso quindi manca un riferimento quantitativo alle



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

emissioni di odore.

La necessità di tutelare i cittadini da danni o molestie provocate anche da emissioni in atmosfera, è riscontrabile anche nel codice civile (art. 844) e nel codice penale (art. 674) dove ancora una volta emerge la volontà di limitare le emissioni odorigene ma senza un'indicazione specifica di limiti di emissione.

In questo contesto per limitare l'impatto delle emissioni subentrano alcuni interventi regionali, in particolare si cita il caso della Regione Lombardia che con D.G.R. n.7/2003 definisce un limite alle emissioni odorose all'interno delle linee guida per la costruzione e l'esercizio di impianti di compostaggio. Tale limite è fissato a 300 UO/m<sup>3</sup>.

Uguale limite è posto anche dalla Regione Abruzzo con DGR n. 400/2004 per gli impianti di trattamento dei rifiuti urbani. Con DGR n. 1495/2011 la Regione Emilia Romagna nella definizione dei criteri tecnici per la mitigazione degli impatti ambientali nella progettazione e gestione degli impianti a biogas pone come valore guida all'uscita dell'impianto di trattamento del digestato, il limite di 400 UO/m<sup>3</sup>.

La legiferazione che al momento porta maggior luce in materia di odori è data dalle Linee Guida della Regione Lombardia (2012) che tuttavia indicano esplicitamente la difficoltà di stima e caratterizzazione delle emissioni odorigene delle attività zootecniche. Tali Linee definiscono pertanto, per il settore zootecnico la necessità di prevedere specifici approcci. Attualmente, tuttavia, non è ancora stato emesso alcun atto specifico.

In assenza quindi di una normativa specifica in materia odorigena, la valutazione di problematiche legate a questo tipo di emissioni è quanto mai difficile e controversa.

Pertanto per quanto riguarda il settore zootecnico **non vi sono riferimenti di emissioni applicabili, né a livello regionale, né a livello nazionale.** I criteri di valutazione riportati dalla Regione Lombardia (DGR n. 3018/2012) non sono applicabili al settore zootecnico per il quale si ribadisce l'attuale totale assenza di valori di riferimento.



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

## Caratterizzazione meteo climatica

I dati meteorologici utilizzati per l'implementazione del programma WinDimula si riferiscono all'anno solare 2013 e sono stati forniti dalla Stazione Meteorologica ARPAV di Quinto Vicentino, in quanto i dati risultano essere più completi di altre stazioni vicine.

L'area di studio si localizza in una zona pianeggiante del basso vicentino, caratterizzata da un clima temperato – umido.

Per uno studio più approfondito sull'andamento climatico, si riportano le medie climatiche ufficiali registrate nel trentennio 1971 – 2000 pubblicate nell'Atlante climatologico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

VICENZA AEROPORTO (1971-2000)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T max. media (°C)	7,0	9,3	13,5	17,3	22,8	26,2	29,1	28,7	24,3	18,4	11,8	7,5	7,9	17,9	28,0	18,2	18,0
T min. media (°C)	-1,0	-0,1	3,3	7,0	11,9	15,5	17,7	17,2	13,5	8,5	3,1	-0,4	-0,5	7,4	16,8	8,4	8,0
T max. assoluta (°C)	15,9 (1992)	21,7 (1990)	26,8 (1997)	30,0 (2000)	32,2 (1993)	36,6 (1996)	37,2 (1998)	37,0 (1998)	33,2 (1997)	26,9 (1986)	20,4 (1972)	17,8 (1983)	21,7	32,2	37,2	33,2	37,2
T min. assoluta (°C)	-20,0 (1985)	-16,5 (1991)	-7,0 (1971)	-0,6 (1997)	1,5 (1979)	6,6 (1986)	8,6 (1991)	8,0 (1995)	4,8 (1972)	-3,6 (1997)	-6,8 (1988)	-10,4 (1996)	-20,0	-7,0	6,6	-6,8	-20,0
Giorni di calura (T <sub>max</sub> ≥ 30 °C)	0	0	0	0	0	5	13	12	1	0	0	0	0	0	30	1	31
Giorni di gelo (T <sub>min</sub> ≤ 0 °C)	19	16	6	0	0	0	0	0	0	0	8	19	54	6	0	8	68
Precipitazioni (mm)	76,5	67,9	76,9	97,3	100,0	104,3	74,0	79,5	92,7	115,5	93,7	81,5	225,9	274,2	257,8	301,9	1 059,8
Giorni di pioggia	7	5	6	10	10	9	7	7	6	8	7	6	18	26	23	21	88
Giorni di nebbia	13	8	6	2	1	0	0	0	3	7	9	10	31	9	0	19	59
Umidità relativa media (%)	80	75	72	73	71	72	70	70	73	78	80	81	78,7	72	70,7	77	74,6

In base alle medie climatiche del periodo la temperatura media del mese più freddo, gennaio, è di +3,0 °C, mentre quella del mese più caldo, luglio, è di +23,4 °C; mediamente si contano 68 giorni di gelo all'anno e 31 giorni con temperatura massima uguale o superiore ai +30 °C.

Le precipitazioni medie annue si attestano a 1.060 mm, mediamente distribuite in 88 giorni di pioggia, con minimo relativo in inverno, picco massimo in autunno e massimo secondario in primavera per gli accumuli.

L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 74,6% con minimi di 70% a luglio e ad



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR  
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

agosto e massimo di 81% a dicembre; mediamente si contano 59 giorni di nebbia all'anno.

Nella tabella sottostante sono riportate le temperature massime e minime assolute mensili, stagionali ed annuali dal 1951 al febbraio 2008, con il relativo anno in cui si queste si sono registrate. La massima assoluta del periodo esaminato di +38,2 °C è dell'agosto 2003, mentre la minima assoluta di -20,0 °C è del gennaio 1985.

VICENZA AEROPORTO (1951-2008)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
<b>T. max. assoluta (°C)</b>	15,9 (1992)	21,7 (1990)	26,8 (1997)	30,0 (2000)	34,8 (2001)	37,4 (2003)	37,4 (1952)	38,2 (2003)	33,2 (1997)	29,4 (1956)	24,4 (2004)	17,8 (1983)	21,7	34,8	38,2	33,2	38,2
<b>T. min. assoluta (°C)</b>	-20,0 (1985)	-18,6 (1956)	-10,0 (2005)	-3,2 (2003)	-0,8 (1957)	2,6 (1953)	8,6 (1991)	8,0 (1995)	3,8 (2004)	-3,6 (1997)	-8,0 (1965)	-13,0 (2005)	-20,0	-10,0	2,6	-8,0	-20,0

Di seguito i valori delle temperature minima, massima e media, distinte per mese e stagione.

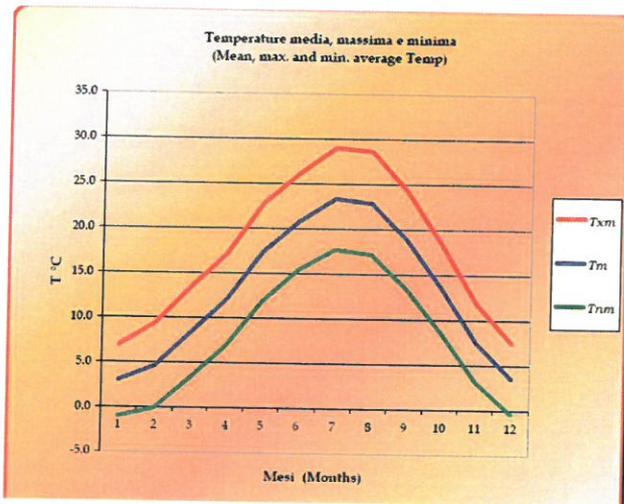
VICENZA (VI) 53 m. s.l.m. (a.s.l.) TEMPERATURE												
MM	Tm	Tx 1d	Tx 2d	Tx 3d	Txm	Tn 1d	Tn 2d	Tn 3d	Tnm	Tx P85-15	Tn P85-15	
Gen(Jan)	3.0	6.3	6.6	7.8	7.0	-1.4	-1.1	-0.6	-1.0	6.8	8.2	
Feb(Feb)	4.6	8.5	9.0	10.8	9.3	-0.7	0.0	0.5	-0.1	7.6	7.4	
Mar(Mar)	8.4	11.7	13.7	14.9	13.5	1.9	3.2	4.7	3.3	8.0	7.0	
Apr(Apr)	12.1	16.3	16.9	18.7	17.3	6.5	6.1	8.3	7.0	7.8	6.1	
Mag(May)	17.4	21.2	23.0	24.2	22.8	10.3	12.2	13.1	11.9	8.8	6.2	
Giu(Jun)	20.8	25.6	25.8	27.2	26.2	14.8	15.2	16.4	15.5	8.1	5.6	
Lug(Jul)	21.4	28.5	29.1	29.5	29.1	17.2	17.9	17.9	17.7	6.2	5.1	
Ago(Aug)	22.9	29.7	29.3	27.1	28.7	18.0	17.7	16.1	17.2	7.4	5.8	
Set(Sep)	18.9	25.4	24.5	23.0	24.3	14.3	13.5	12.6	15.5	6.8	6.4	
Ott(Oct)	13.5	20.4	18.7	16.3	18.4	10.8	8.9	6.1	8.5	7.7	8.4	
Nov(Nov)	7.5	15.9	11.8	9.8	11.8	4.8	3.1	1.4	3.1	7.0	9.4	
Dic(Dec)	3.5	8.3	7.5	6.7	7.5	0.0	-0.4	-0.8	-0.4	6.2	8.2	
MM	NgTn ≤ 0	NgTn ≤ -5	NgTx ≥ 25	NgTx ≥ 30	GrGi >0	GrGi >5	GrGi _18	Txx	An Tx	Tnn	An Tn	
Gen(Jan)	19.1	5.1	0.0	0.0	104	0	482	15.9	1992	-20.0	1985	
Feb(Feb)	15.8	2.1	0.0	0.0	133	0	377	21.7	1990	-16.5	1991	
Mar(Mar)	5.5	0.2	0.1	0.0	261	107	299	26.8	1997	-7.0	1971	
Apr(Apr)	0.2	0.0	0.7	0.0	364	214	177	30.0	2000	-0.6	1997	
Mag(May)	0.0	0.0	10.6	0.0	539	384	49	32.2	1993	1.5	1979	
Giu(Jun)	0.0	0.0	20.4	5.1	621	472	9	36.6	1996	6.6	1986	
Lug(Jul)	0.0	0.0	28.5	12.7	727	571	0	37.2	1998	8.6	1991	
Ago(Aug)	0.0	0.0	26.6	11.9	711	555	1	37.0	1998	8.0	1995	
Set(Sep)	0.0	0.0	13.7	1.0	555	408	21	33.2	1997	4.8	1972	
Ott(Oct)	0.4	0.0	1.1	0.0	417	262	143	26.9	1986	-3.6	1997	
Nov(Nov)	7.6	0.5	0.0	0.0	224	75	316	20.4	1972	-6.8	1988	
Dic(Dec)	18.5	3.3	0.0	0.0	112	0	436	17.8	1983	-10.4	1996	



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)



Di seguito i valori delle precipitazioni minima, massima e media, distinte per mese e stagione.

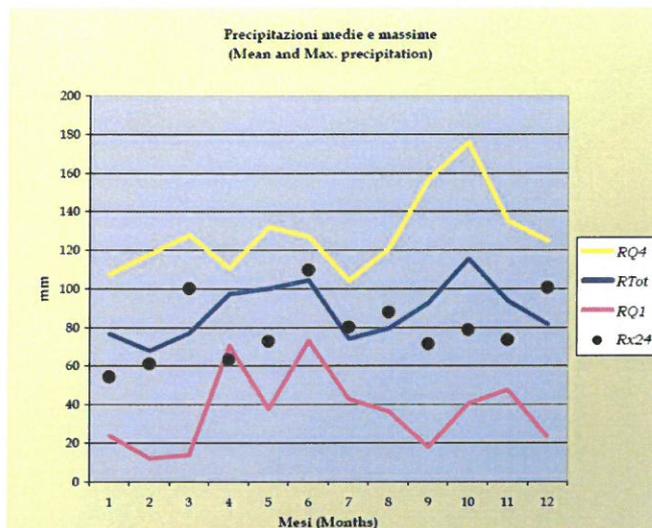
PRECIPITAZIONI E FENOMENI (PRECIPITATION AND PHENOMENA)											
MM	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	An Rx24
Gen(Jan)	76.5	0.0	23.8	54.2	72.5	107.4	226.8	36.0	38.0	54.2	1972
Feb(Feb)	67.9	1.1	12.0	31.2	53.2	117.8	243.0	41.0	35.4	61.0	1972
Mar(Mar)	76.9	4.1	13.8	53.9	86.0	127.8	215.7	51.0	80.0	100.0	1999
Apr(Apr)	97.3	4.8	70.6	84.2	97.3	110.5	241.5	48.4	36.8	63.0	1997
Mag(May)	100.0	6.5	37.9	91.6	105.6	132.0	225.4	44.8	72.6	72.6	1976
Giu(Jun)	104.9	11.7	72.8	81.7	108.3	126.9	258.8	56.4	94.0	109.6	1988
Lug(Jul)	74.0	4.4	42.8	60.6	73.0	104.0	194.9	52.8	80.0	80.0	1991
Ago(Aug)	79.5	19.9	36.4	59.6	76.1	120.8	214.6	59.4	45.2	87.8	1987
Set(Sep)	92.7	0.6	17.7	49.2	93.3	156.7	249.4	56.4	53.2	71.4	1992
Ott(Oct)	115.5	8.1	40.5	84.9	128.0	175.7	278.0	52.2	49.4	78.6	1991
Nov(Nov)	93.7	0.6	47.7	68.6	89.3	155.1	335.0	34.2	48.2	73.4	2000
Dic(Dec)	81.5	0.2	23.1	60.5	76.5	124.8	226.9	70.0	43.2	100.4	1983
MM	NgR >1	NgR >5	NgR >10	NgR >50	Ng Fog	Ux%	Un%	Ng h6 Nuv≤4	Ng h6 Nuv>4	Ngh18 Nuv≤4	Ngh18 Nuv>4
Gen(Jan)	7.0	4.2	2.9	0.1	12.8	97	62	14.2	16.6	14.4	16.4
Feb(Feb)	5.0	3.3	2.1	0.1	8.1	96	53	14.0	13.8	15.9	12.4
Mar(Mar)	6.4	4.0	2.7	0.2	5.7	95	49	14.2	16.7	16.0	14.9
Apr(Apr)	9.5	5.3	3.1	0.1	2.0	95	50	12.7	18.2	13.8	17.2
Mag(May)	10.0	5.9	3.4	0.2	0.9	94	47	15.3	15.8	14.3	16.6
Giu(Jun)	9.3	5.4	3.5	0.1	0.1	94	49	15.8	13.9	15.7	14.1
Lug(Jul)	6.8	3.8	2.6	0.1	0.1	93	46	19.2	11.8	20.3	10.7
Ago(Aug)	6.7	4.3	3.0	0.2	0.2	93	47	20.1	10.7	20.1	10.7
Set(Sep)	6.1	3.9	3.0	0.2	2.8	95	51	16.7	13.2	18.5	11.5
Ott(Oct)	7.5	5.3	3.6	0.4	7.1	97	59	14.6	16.4	17.1	13.7
Nov(Nov)	7.1	5.0	3.5	0.1	8.9	97	63	12.9	17.1	15.5	14.4
Dic(Dec)	6.4	4.0	2.7	0.2	9.8	97	65	14.2	16.6	15.4	15.3



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

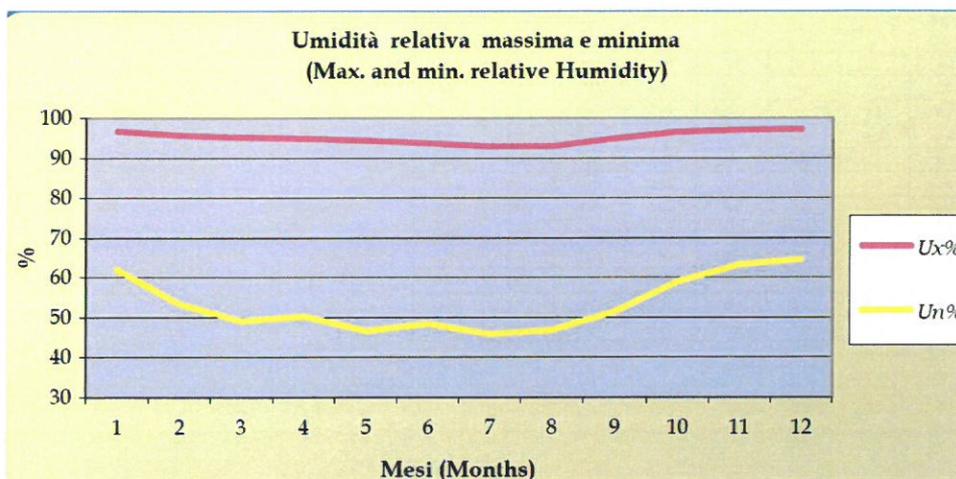


Si riporta anche il grafico riguardante all'umidità relativa massima e minima.

Dai dati meteo orari relativi al 2013, richiesti al centro meteo Arpav di Teolo, riferiti alla stazione meteo di Quinto Vicentino si sono ottenuti:

## La distribuzione dei venti

La distribuzione dei venti si è ottenuta con il programma Odi Gauss inserendo i dati meteo del vento (direzione e velocità) relativi all'anno 2013 (stazione di Quinto Vicentino). Ne risulta che l'area presa in esame è prevalentemente soggetta ad un vento di provenienza nord-est. Il settore corrispondente è infatti tra i settori in cui si registra la massima velocità e frequenza di accadimento.

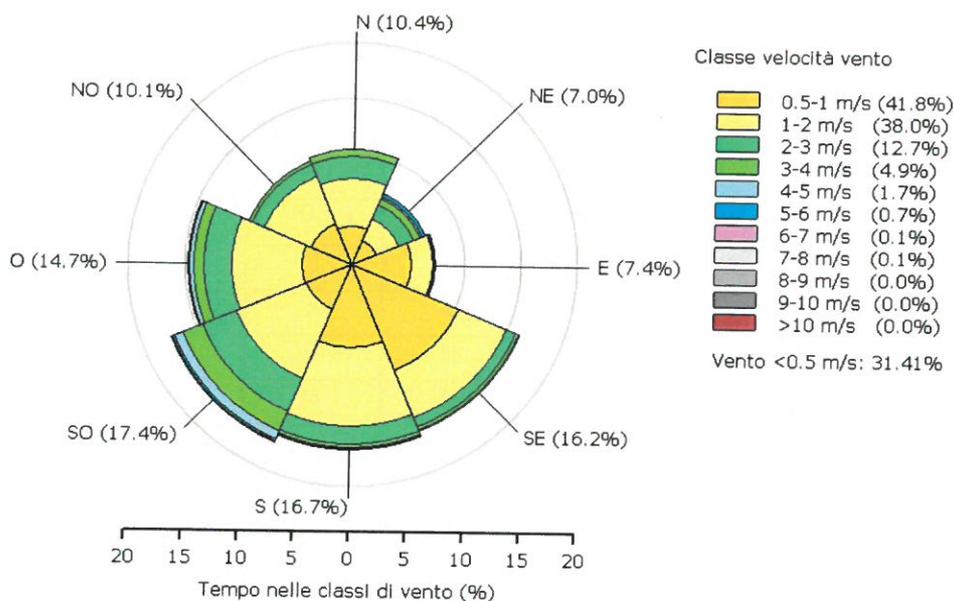




# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)



## Classi di stabilità atmosferica

Dai dati meteorologici si può ricavare la distribuzione delle classi di stabilità di Pasquill, utile per determinare le turbolenze presenti nell'aria, che hanno effetti significativi sulla risalita e dispersione degli inquinanti atmosferici. Tale classificazione in incrementi definiti tiene conto della velocità del vento, della radiazione solare incidente o percentuale notturna di copertura nuvolosa. Le classi partono dalla A, che denota le maggiori turbolenze, fino alla F, più stabile.

Esistono diversi criteri empirici e teorici che permettono di definire il grado di turbolenza atmosferica. L'applicazione di modelli gaussiani come ISC3, AERMOD, CALINE, richiede generalmente la classificazione della stabilità in 6 classi, secondo lo schema di Pasquill-Gifford:

Classe Pasquill	Classe nei modelli	Descrizione
A	1	instabilità forte
B	2	instabilità moderata
C	3	instabilità debole
D	4	neutralità
E	5	stabilità debole
F	6	stabilità moderata
G		stabilità forte



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR  
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

L'attribuzione della classe di stabilità avviene attraverso diversi schemi analitici; nel seguito vengono citati i più utilizzati.

velocità vento (m/s)	radiazione solare totale (W/m <sup>2</sup> )			cielo coperto	ore di transizione*	copertura nuvolosa (ottavi)		
	> 600	300-600	< 300			0-3	4-7	8
≤ 2	A	A – B	B	C	D	F o G**	F	D
2 – 3	A - B	B	C	C	D	F	E	D
3 – 5	B	B – C	C	C	D	E	D	D
5- 6	C	C – D	D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D	D

\* 1 ora prima del tramonto e 1 ora dopo l'alba

\*\* notte, 0 o 1 ottavi copertura nuvolosa, calma di vento

La classificazione della stabilità secondo lo schema empirico sopra riportato avviene mediante valutazione di alcune grandezze misurate al suolo: copertura nuvolosa, radiazione solare, velocità del vento.

I dati di nuvolosità derivano dalle osservazioni effettuate dall'aeronautica militare (dati SYNOP a cadenza tri-oraria).

Il metodo ritenuto attualmente più appropriato dal punto di vista operativo per la classificazione della stabilità atmosferica, data la disponibilità dei dati, è il metodo empirico di Pasquill; a tal fine si adotta la seguente tabella di classificazione (derivata da Mohan e Siddiqui, 1998):

		Giorno						Notte			
		Radiazione solare W/m <sup>2</sup>						tramonto-1h alba-1h	Nuvolosità ottavi		
vento(m/s)	>750	600<<750	450<<600	300<<450	150<<300	<150		vento(m/s)	0-3	4-7	8
0<<1	A	A	A	B	B	C	D	<1	F	F	D
1<<2	A	A	B	B	B	C	D	<2	F	F	D
2<<3	A	B	B	B	C	C	D	<3	F	E	D
3<<4	B	B	B	B	C	C	D	<4	E	D	D
4<<5	B	B	C	C	C	C	D	<5	E	D	D
5<<6	C	C	C	D	D	D	D	<6	D	D	D



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

>6	C	C	D	D	D	D	D	>6	D	D	D
----	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Come si può notare si fa la scelta di imporre classi instabili e al più neutre per il giorno e classi stabili e al più neutre per la notte; questa scelta, pur essendo ragionevole nella maggior parte dei casi, potrebbe avere alcune eccezioni specialmente nella stagione fredda quando sulla pianura sono presenti classi stabili anche di giorno, e in presenza di fronti freddi di notte quando l'irruzione di aria fredda può distruggere la stabilità.

Ad un dato sito viene attribuita la copertura nuvolosa interpolata dalle stazioni sinottiche disponibili a cadenza trioraria, e riportata a cadenza oraria con una ulteriore interpolazione.

## Utilizzo del dato di pioggia

Data la difficoltà a reperire dati di copertura nuvolosa affidabili si utilizza il dato di precipitazione. Si attribuisce copertura 8/8 se entro le 3 ore almeno un dato di precipitazione è maggiore a 0.4mm.

## Ricoprimento buchi nella copertura nuvolosa (tcc) dalle stazioni sinottiche

Quando la copertura nuvolosa interpolata dai dati sinottici non è disponibile (buchi nel database), essa viene stimata confrontando la radiazione teorica e la radiazione misurata, integrate su 24 ore per questioni di affidabilità del calcolo.

Nelle ore diurne non cambia nulla nella classificazione di Pasquill mentre l'altezza di rimescolamento può subire delle marginali variazioni.

Nelle ore notturne possono invece essere erroneamente classificate, tipicamente si sovrastima la stabilità perché difficilmente la copertura misurata potrà essere 8/8.

## Altezza dello strato di rimescolamento e altre variabili micrometeorologiche

L'altezza dello strato di rimescolamento è stata stimata mediante il metodo del bilancio energetico, utilizzato anche nei processori meteorologici US\_EPA: METRO, AIRMET, CALMET.



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

Questo metodo passa attraverso la stima del flusso di calore sensibile e il calcolo iterativo della lunghezza di Monin-Obukhov e della velocità di frizione superficiale. A partire da questi parametri si stima mediante due procedimenti diversi l'altezza di rimescolamento rispettivamente diurna e notturna.

Hmix diurna in condizioni convettive è ottenuta dalla conoscenza del flusso di calore superficiale e dal profilo verticale di temperatura, in condizioni non convettive mediante il metodo di Venkatram.

Hmix notturna è stimata mediante il confronto fra i valori ottenuti mediante due relazioni empiriche dovute a Venkatram e a Zilitinkevich.

## Modello di calcolo

Come si è precedentemente scritto il modello utilizzato per il calcolo delle dispersioni in atmosfera è il WinDimula 3. I modelli gaussiani, come il WD3, sono caratterizzati da una relativa semplicità, che li rende adatti agli studi di impatto ambientale, e richiedono un set di dati iniziale ridotto e facilmente reperibile. Rispetto alle versioni precedenti è stata inoltre implementata la differenziazione tra gas e particolato e la possibilità di analizzare anche le situazioni in calma di vento (in questo caso il calcolo viene implementato con il modello di Cirillo-Poli basato sull'integrazione temporale dell'equazione gaussiana a puff, non potendo applicare l'altro modello per assenza di vento). Il calcolo impiegato è lo Short Term o puntuale, che definisce il calcolo istantaneo della concentrazione specificando in input un insieme di dati meteorologici, come la velocità del vento, la temperatura ambientale e la stabilità atmosferica.

Questa prima fase di elaborazione genera in output i dati che possono essere utilizzati per la postprocessione. L'applicazione (Runanalyzer) consente l'analisi dettagliata dei risultati dei calcoli diffusionali ottenuti con i modelli matematici. Nello specifico permette il confronto con i limiti di legge (possono essere impostati anche il numero di superamenti ammessi), il calcolo dei percentili e l'estrazione di serie numeriche di concentrazione sia temporali che spaziali. Poiché sono stati implementati i dati meteorologici orari dell'intero anno 2013, per ogni inquinante analizzato si sono potute calcolare diverse serie di valori medi, in base al arco temporale di confronto. Il programma



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

---

restituisce quindi la concentrazione media (oraria, giornaliera, annua o sulle 8 ore) dell'inquinante considerato, per ogni punto del reticolo impostato e per i recettori indicati all'inizio della simulazione. Infine si è ottenuta una rappresentazione grafica dei valori ottenuti. La successiva sovrapposizione con la Carta Tecnica Regionale (CTR) permette di valutare visivamente e più facilmente gli eventuali effetti sinergici, cioè la sovrapposizione dei pennacchi delle singole sorgenti, e l'area soggetta alla diffusione dell'inquinante.

## **Reticolo**

L'elaborazione dei dati è stata eseguita all'interno di un territorio limitato da un reticolo fittizio di forma quadrata avente lato di 3.000 m, realizzato per rapportare le distanze delle sorgenti e dei recettori coinvolti nello studio. Nel caso specifico si è considerata sia la situazione attuale, sia la situazione di progetto. Si sono quindi ricavate tutte le coordinate x-y. La cella più piccola identificata nel reticolo, è di 100 x 100 metri.

## **Recettori**

Rappresentano gli agglomerati di case di civile abitazione più vicini all'allevamento, che quindi potrebbero essere maggiormente esposti alla diffusione degli inquinanti e degli odori originati dai cicli produttivi. Sono stati identificati sei recettori come riportato nella figura successiva.

## **Sorgenti**

Le sorgenti emissive sono i capannoni avicoli, totalmente quattro e aventi pari dimensioni. Le coordinate sono state calcolate in modo diverso per la situazione attuale e di progetto. Attualmente infatti la ventilazione è di tipo naturale grazie alle finestre esistenti. Le coordinate sono state riferite, quindi, al centro di ciascun capannone. Alla situazione di progetto vi sarà un impianto di ventilazione forzata per l'estrazione dell'aria esausta dai capannoni. Tale impianto sarà realizzato in corrispondenza della testata sud di ciascuna struttura stabulativa ed adiacente alla stessa sulle pareti ovest ed est. Pertanto le coordinate sono state calcolate centralmente all'area interessata dall'estrazione dell'aria.



Figura 3: Reticolo di analisi. Cerchiato in rosso vi è il centro zootecnico ed in rosa i recettori.

Si riportano di seguito le coordinate x-y delle sorgenti e dei recettori nel reticolo di riferimento:

SORGENTI ANTE INTERVENTO*		
Sorgenti	X	Y
Cap.1	1462	1492
Cap.2	1489	1497
Cap.3	1515	1502
Cap.4	1542	1507

\* Coordinate centrate al centro dei capannoni poiché vi era ventilazione forzata

SORGENTI POST INTERVENTO*		
Sorgenti	X	Y
Cap.1	1464	1430
Cap.2	1490	1435
Cap.3	1517	1441
Cap.4	1544	1446

\* Coordinate centrate al centro dell'area degli estrattori

Recettori	X	Y
Rec.1	1517	1922
Rec.2	2393	1744
Rec.3	2539	1376
Rec.4	1326	1126
Rec.5	1134	1334

Non sono state analizzate le dispersioni del metano e del protossido di azoto poiché, per quanto riguarda il metano, il basso peso molecolare lo rende particolarmente volatile, mentre la produzione



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

di protossido d'azoto è sufficientemente bassa da non richiedere alcuna simulazione.

Si riporta di seguito un confronto tra la situazione emissiva dell'allevamento nella situazione Ante (Accasamento di tacchini e ventilazione naturale) e nella situazione Post (Accasamento di polli e ventilazione forzata). Il confronto tra i due stati è stato fatto solo per le emissioni ammoniacali poiché non si considerano emissioni di particolato per lo stato attuale, vista l'assenza della ventilazione forzata.

## Dati di input

Segue una definizione dei dati di input per il modello di calcolo.

### Ammoniaca - NH<sub>3</sub>

Le emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) sono state stimate attraverso il programma ERICA predisposto dall'Istituto di Ingegneria Agraria dell'Università di Milano. Tale sistema permette di stimare la quantità di ammoniaca che viene rilasciata in atmosfera durante le varie fasi di allevamento, compreso la distribuzione in campo delle deiezioni.

I dati ottenuti sono i seguenti:

*Situazione Ante:* 12.371 kg (stabulazione + stoccaggio in concimaia + distribuzione in campo)

*Situazione Post:* 6.677 kg (stabulazione)

Da quanto esposto si ricavano i dati espressi in µg/s per ciascun capannone che sono stati implementati nel programma WinDimula 3.

<b>Emissioni NH<sub>3</sub>-attuale</b>	kg/anno	kg/s	g/s	µg/s
Risultati ERICA* (per tutti 4 capannoni)	13670	0,00043	0,43	433473
Valori a capannone	3418	0,00009	0,09	86695

\* stabulazione+stoccaggio+spandimento

<b>Emissioni NH<sub>3</sub>-progetto</b>	kg/anno	kg/s	g/s	µg/s
Risultati ERICA (per tutti 4 capannoni) *	6677	0,00021	0,21	211726
Valori a capannone	1669	0,00004	0,04	42345

### PM10

Per le emissioni di particolato si fa riferimento ai dati riportati nell'inventario Inemar 2001 che



## Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

indica un'emissione di 11 g/capo all'anno. Questi dati sono specifici per i polli. Considerando che nella situazione ante intervento l'azienda non è dotata di ventilazione forzata, non si considera alcuna emissione del particolato. Complessivamente, le emissioni di polveri derivanti dall'allevamento allo stato di progetto saranno pari a: 1.253 kg all'anno, ossia 39.732 µg/s,

### **Odori**

Per la valutazione della potenzialità odorigena del centro zootecnico si sono utilizzati dati di letteratura del settore. In particolare per gli allevamenti di tacchini con ventilazione naturale Hayes et al. (Odour and ammonia emissions from intensive poultry units in Ireland, 2006) hanno stimato un valore minimo di 5,7 UO/s/tacchino ed un valore massimo di 10.1 UO/s/tacchino. In questa valutazione si considera un valore medio pari a 7,9 UO/s per ciascun capo. Considerando per l'allevamento in esame una presenza media di 39.519 tacchini femmine (i maschi sono meno numerosi), si stima una potenzialità di emissione odorigena di: 312.200 UO/s.

Per quanto riguarda i polli si è fatto riferimento allo studio condotto da Valli et al. (2008) in cui per centri zootecnici moderni e con impianti di ventilazione è indicato un valore 126 UO/s/t. Considerando che allo stato di progetto il peso vivo medio allevabile sarà di 143 t, si stima una potenzialità di emissione odorigena di: 18.061 UO/s.

Le potenzialità emissive per le due situazioni sono fortemente diverse, dimostrando un netto miglioramento allo stato di progetto. Il pollo da carne è infatti un animale a minor impatto odorigeno rispetto al tacchino, a questo aspetto, inoltre, si deve sommare il miglioramento tecnologico aziendale, in cui l'allevamento avrà ventilazione forzata e impianto di raffrescamento. Queste condizioni, garantiranno una riduzione dei processi fermentativi che si traducono in una riduzione degli odori.

### **Determinazione delle concentrazioni al suolo**

All'interno di WD3 è possibile usufruire del programma di Analisi Grafica che permette la visualizzazione grafica dei dati elaborati dai modelli gaussiani. I dati rappresentati sono espressi in µg/mc, per essere immediatamente confrontabili con i valori normativi, indicati nelle pagine



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 - 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

precedenti.

Le simulazioni create identificano i valori medi e massimi del livello totale di concentrazione dell'anno. Si sottolinea che le rappresentazioni, nonché i dati ricavati dalla post-processazione, non tengono conto della complessità e rugosità del terreno. Trattandosi infatti di una zona particolarmente pianeggiante, con abitazione sparse e priva di edifici di rilevante altezza, non si è ritenuto di dover appesantire l'elaborazione.

## Risultati

### NH3

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati delle concentrazioni di ammoniaca ai recettori, stimate attraverso l'applicazione RunAnalyzer, dapprima per lo stato ante intervento e successivamente per lo stato di progetto. Si osservi come vi sarà una riduzione delle concentrazioni ammoniacali ai recettori. Ciò è dovuto all'installazione della ventilazione forzata, che porterà un maggiore flusso di aria all'interno dei capannoni favorendo la disidratazione della lettiera, vi sarà quindi una minore produzione di ammoniaca e conseguentemente di odore.

Descrizione	Valore Medio ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )	Valore Massimo su media oraria ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )
ANTE INTERVENTO		
"REC_1"	12,00	397,00
"REC_2"	1,35	260,00
"REC_3"	0,93	207,00
"REC_4"	4,20	482,00
"REC_5"	5,54	968,00
Valore soglia	18000	

Descrizione	Valore Medio ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )	Valore Massimo su media oraria ( $\mu\text{g}/\text{mc}$ )
STATO DI PROGETTO		
"REC_1"	4,63	172,00
"REC_2"	0,69	122,00
"REC_3"	0,43	103,00
"REC_4"	2,73	276,00
"REC_5"	3,13	559,00
Valore soglia	18000	

Si osservi inoltre come qualsiasi valore risultato sia notevolmente inferiore alla soglia considerata di



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

18.000 µg/mc.

## PM10

La situazione delle concentrazioni di particolato ai recettori è stata valutata solo per la situazione di progetto, poiché nella situazione ante intervento non vi è movimentazione di polveri tale da destare preoccupazioni, vista l'assenza del sistema di ventilazione forzata. I risultati sotto indicati fanno riferimento al solo valore medio poiché il D.Lgs 155/2010 pone come valore soglia la concentrazione di 40 µg/mc quale valore medio annuo limite annuale per la protezione della salute umana.

Descrizione	Valore Medio (µg/mc)
"REC_1"	4,27
"REC_2"	0,65
"REC_3"	0,40
"REC_4"	2,63
"REC_5"	3,05
<b>Valore limite</b>	<b>40</b>

Le concentrazioni di particolato stimate ai recettori sono notevolmente inferiori al valore soglia.

## ODORI

Ribadendo il fatto che non vi sono limiti nazionali per l'emissione odorigena relativamente agli allevamenti avicoli si riportano i risultati dell'elaborazione fatta senza tuttavia poter dare un termine di confronto utile.

Descrizione	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
	Valore medio su media 24h (UO/mc)	Valore medio su media 24h (UO/mc)
"REC_1"	10,80	0,49
"REC_2"	1,21	0,07
"REC_3"	0,84	0,05
"REC_4"	3,78	0,29
"REC_5"	4,99	0,33

Si può comunque sottolineare come vi sia una drastica riduzione delle emissioni odorigene tra lo



# Agricoltura & Sviluppo srls

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR  
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: [baldo@agricolturaesviluppo.it](mailto:baldo@agricolturaesviluppo.it)

stato attuale e quello post intervento. Si ritiene quindi che l'intervento possa essere ritenuto migliorativo anche in questi termini.

## Conclusioni

In seguito alla simulazione effettuata con WindImula 3 non si sono ottenuti risultati preoccupanti per i recettori considerati. I cambiamenti previsti dalla Soc. Terminon non saranno quindi impattanti in termini di emissioni inquinanti, soprattutto, in considerazione della riduzione delle emissioni di ammoniaca in seguito **all'installazione della ventilazione forzata**. Tutti i valori ottenuti ai Recettori sono inferiori ai limiti di legge pertanto non si riscontrano problemi. Si può quindi concludere che sulla base dei risultati della simulazione condotta, l'allevamento in esame non sarà problematico per le emissioni che genererà. I recettori posti nelle vicinanze non saranno interessati in modo invasivo da diffusione di polveri o da problematiche sanitarie provenienti dall'allevamento.

Infine si ricorda che i capannoni sono lateralmente protetti da filari di piante ad alto fusto, presenti anche sul perimetro sud del centro avicolo. Oltre a questo aspetto, le strutture stesse dei capannoni **fungono da schermo nella diffusione dell'aria e quindi dei composti valutati**. Questi effetti non sono quantificabili da WindImula pertanto si ritiene che i valori di ricaduta degli inquinanti esaminati possano essere inferiori a quanto stimato nel presente lavoro.

Si riportano in allegato le tavole grafiche relativamente a:

- Valori medi di ammoniaca allo stato futuro;
- Valori medi di PM10 allo stato futuro;
- Valori medi di odore allo stato futuro

San Bonifacio, 21/07/2016

Il Tecnico  
Dott. Baldo Gabriele

