



Metodi di caratterizzazione di sorgenti complesse

Ing. Marzio Invernizzi

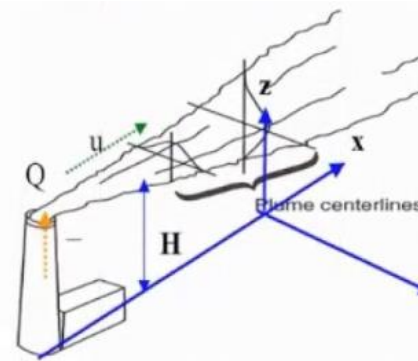
Valutazione di impatto olfattivo da sito industriale

Inventario
delle
emissioni

Campagna
olfattometrica e
stima dei flussi
emissivi (OER)

Modellazione
della
dispersione
atmosferica

Elaborazioni
statistiche e
Valutazione di
impatto



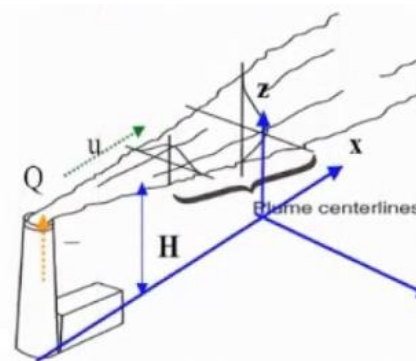
Valutazione di impatto olfattivo da sito industriale

Inventario
delle
emissioni

**Campagna
olfattometrica
e stima dei
flussi emissivi
(OER)**

Modellazione
della
dispersione
atmosferica

Elaborazioni
statistiche e
Valutazione di
impatto



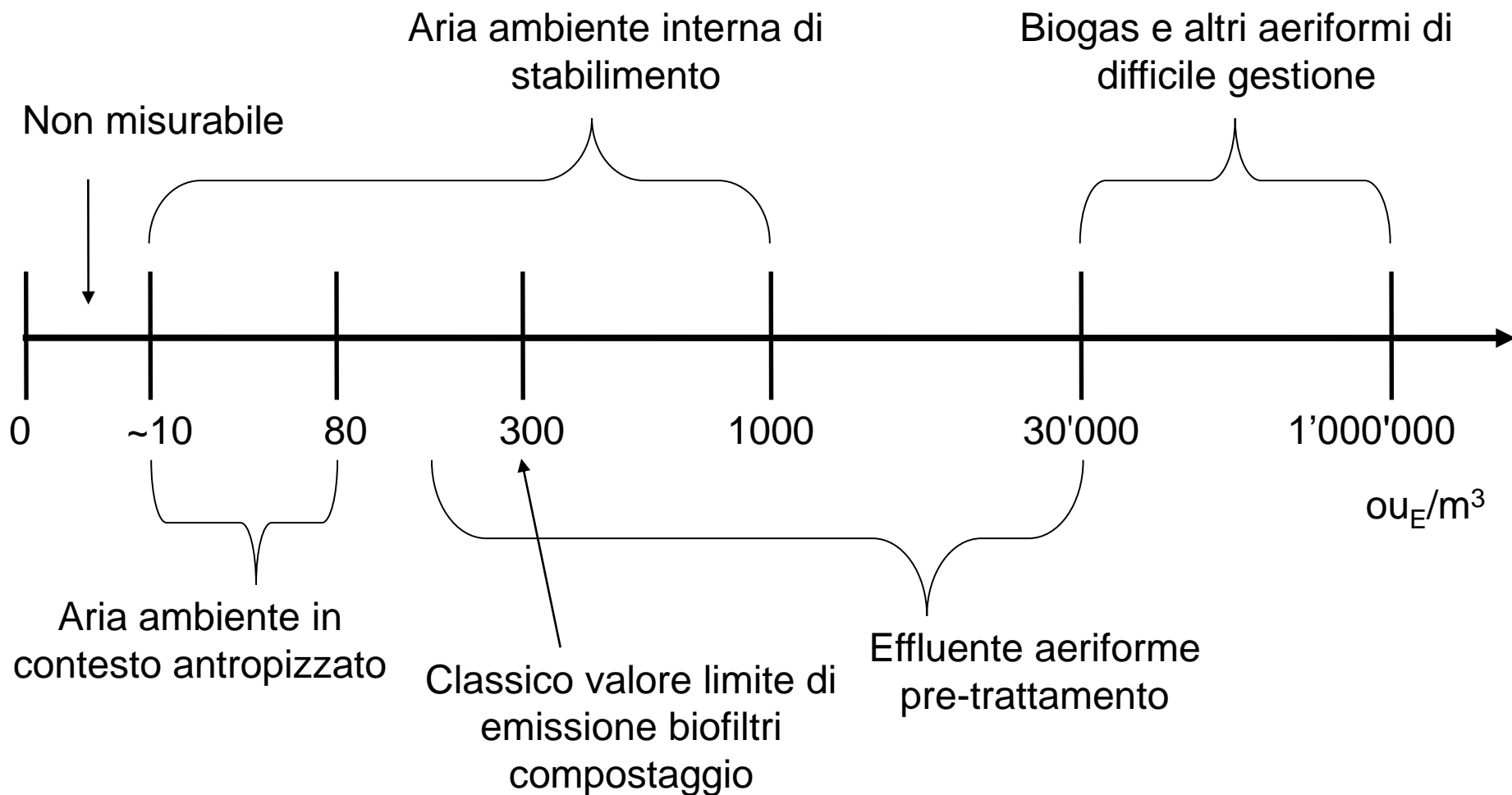
Campagna olfattometrica



**Concentrazione
di Odore**

$$ou_E / m^3$$

Livelli di concentrazione di odore (ou_E/m^3)



Nella misurazione degli odori, la misurazione della concentrazione degli odori da sola non è sufficiente in quanto il flusso d'aria associato alla sorgente di odore monitorata deve essere tenuto in considerazione.

$$OER = Q_{AIR} \cdot C_{OD}$$

$$OER = Q_{AIR} \cdot C_{OD}$$

Il **parametro di base** per la valutazione di impatto olfattivo **è il flusso di odore (OER)**, che è espresso in unità di odore al secondo (ou_E/s), ed è ottenuto come il prodotto della concentrazione di odore e del flusso d'aria associati alla sorgente.

La norma EN 13725 stabilisce che il flusso d'aria volumetrico deve essere valutato in condizioni normali per l'olfattometria:

20 °C e 101,3 kPa su umido tq

=> [le stesse condizioni della misura]

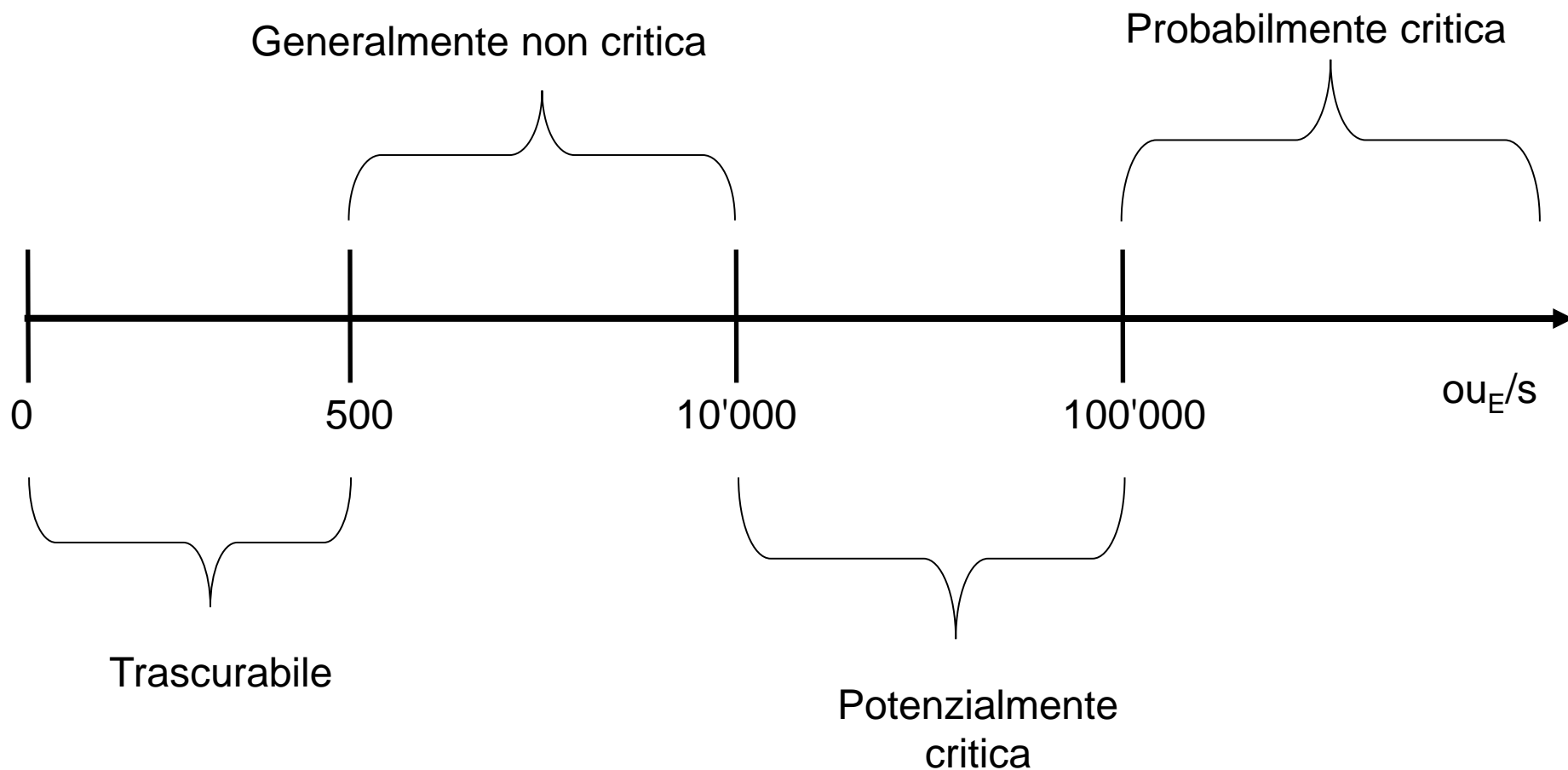
$$C_{od} \neq OER$$

**Grandezza
intensiva,
Non isotropa**

**Grandezza estensiva,
Responsabile
dell'impatto**



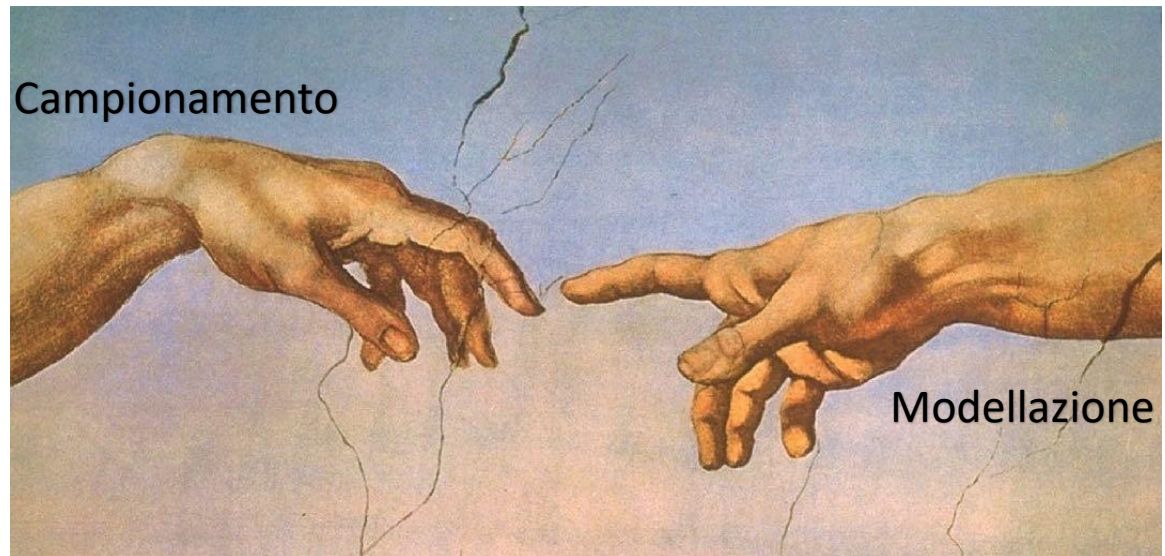
Livelli di flusso di odore (ou_E/s)



**Campagna
olfattometrica
e stima dei
flussi emissivi
(OER)**



**La campagna
olfattometrica deve
essere orientata alla
valutazione di impatto!**



Misura da fare all'emissione!

[Login](#)

[Home](#) | [Chi siamo](#) | [Associazione](#) | [Normazione](#) | [Catalogo](#) | [Formazione](#) | [Aree di lavoro](#) | [Notizie](#) |

Norma numero : UNI EN 13725:2004

Titolo : Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica

ICS : [13.040.99]

Stato : IN VIGORE 

Commissioni Tecniche : [[Ambiente](#)] [[Qualità dell'aria \(misto Ambiente/UNICHIM\)](#)]

Data entrata in vigore : 01 ottobre 2004

Data ritiro :

Sommario : La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 13725 (edizione aprile 2003). La norma specifica un metodo per la determinazione oggettiva della concentrazione di odori di un campione gassoso utilizzando l'olfattometria dinamica con esseri umani quali valutatori e con **un'emissione di odori proveniente da sorgenti puntiformi o superficiali**. L'obiettivo principale è quello di fornire una base comune di valutazione delle emissioni di odori in tutti i Paesi dell'Unione Europea.

1 Scope

This document specifies an objective method for the determination of the odour concentration of a gaseous sample using dynamic olfactometry with human assessors. The document also specifies a method for the determination of the odour emission rate from stationary sources, in particular:

- a) point sources (conveyed or ducted emissions);
- b) active area sources (e.g. biofilters).

The field of application of this document **does not include:**

- i. the measurement of odours potentially released by particles of odorous solids or droplets of odorous fluids suspended in emissions;
- ii. the measuring strategy to be applied in case of variable emission rates;
- v. direct measurement of odour exposure in ambient air. For this measurement purpose field panel methods exist which are the subject of EN 16841-1;
- vi. direct olfactometry, including field olfactometry;

Criteri per l'individuazione delle sorgenti da considerare nello scenario emissivo (LR + 38/2018 SNPA)

«Nello scenario emissivo da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto dello studio (convogliate, diffuse o fuggitive) per le quali la **portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/s** , ad eccezione delle sorgenti per le quali, quale che sia la portata volumetrica emessa, **la concentrazione di odore** massima sia **inferiore a 80 ou_E/m^3** .»

Criteri per l'individuazione delle sorgenti da considerare nello scenario emissivo (LR + 38/2018 SNPA)

$$C_{od} < 80 \text{ ou}_E/\text{m}^3$$

$$OER < 500 \text{ ou}_E/\text{s}$$

discard



«Si precisa che le soglie riportate dalle LG rappresentano valori di riferimento indicativi di cui può essere valutata l'opportunità anche in accordo con il contesto territoriale e la tipologia e il numero delle sorgenti»

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]



$$\text{OER} = Q_{20^{\circ}\text{C}} \cdot C_{\text{od}} = \left[\frac{\text{ou}_E}{s} \right]$$

CONDIZIONI NORMALI PER L'OLFATTOMETRIA

- Temperatura = 20°C
- Pressione = 1 atm
 - Flusso umido
- Composizione tq

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

Sorgenti areali attive

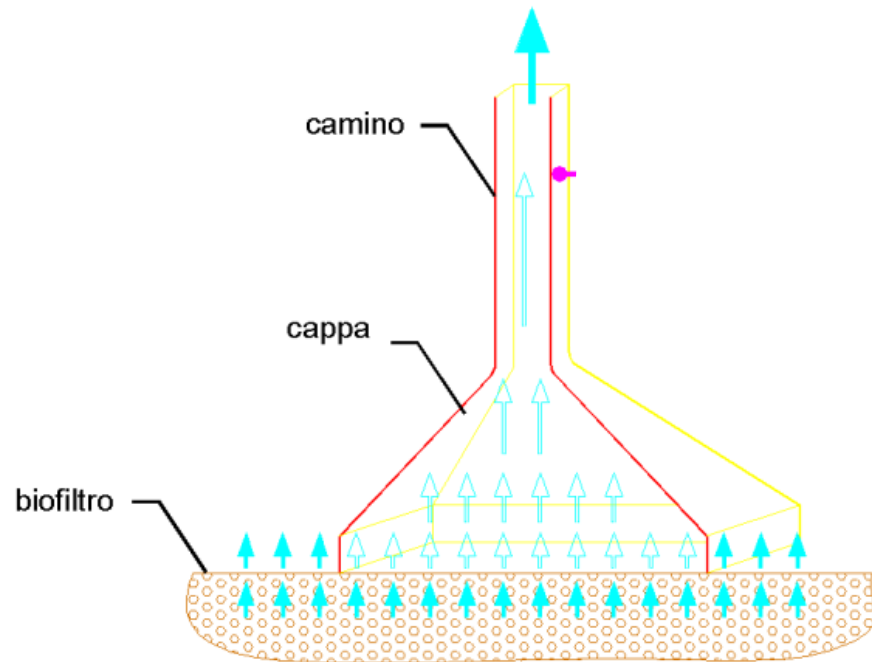


Attive: $V_{air} > 30 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

EN13725:2022

Sorgenti areali attive

$V_{air\ BF} > 8\text{ mm/s}$



Sorgenti areali attive



$$V_{\text{measured}} < 3 \text{ m/s}$$
$$A_{\text{CS}} \geq 1 \text{ m}^2$$

«bisogna selezionare un numero sufficiente di rettangoli, più o meno equamente distanziati, per coprire almeno il 10 % dell'area della sorgente»

DIVERSI CAMPIONI !

Misure di velocità!



Sorgenti areali attive

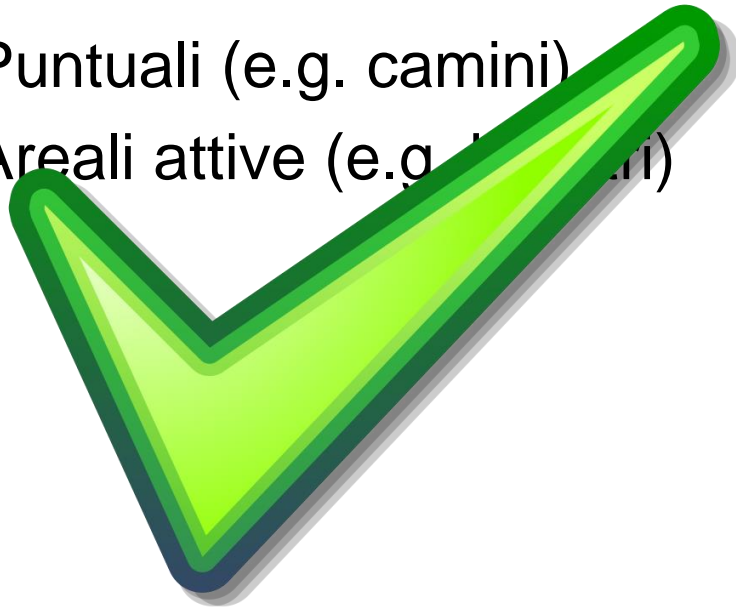


$$OER_{BF} = \frac{A_{BF}}{n * A_{CS}} * \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n C_{od,i} * Q_{air,i}}$$

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. lavaggio)



COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

Areali liquide quiescenti



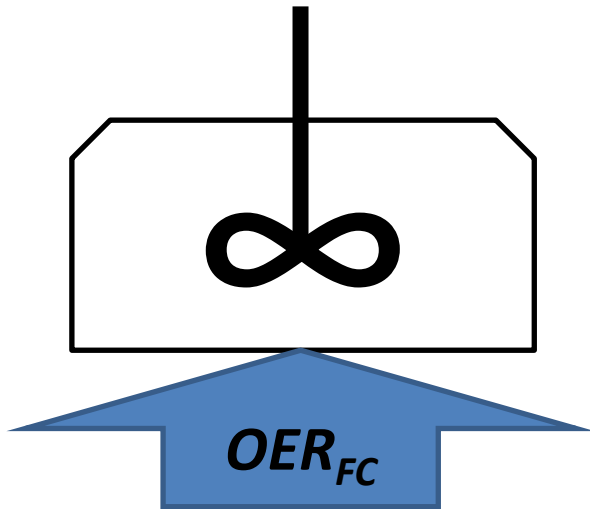
Areali liquide quiescenti



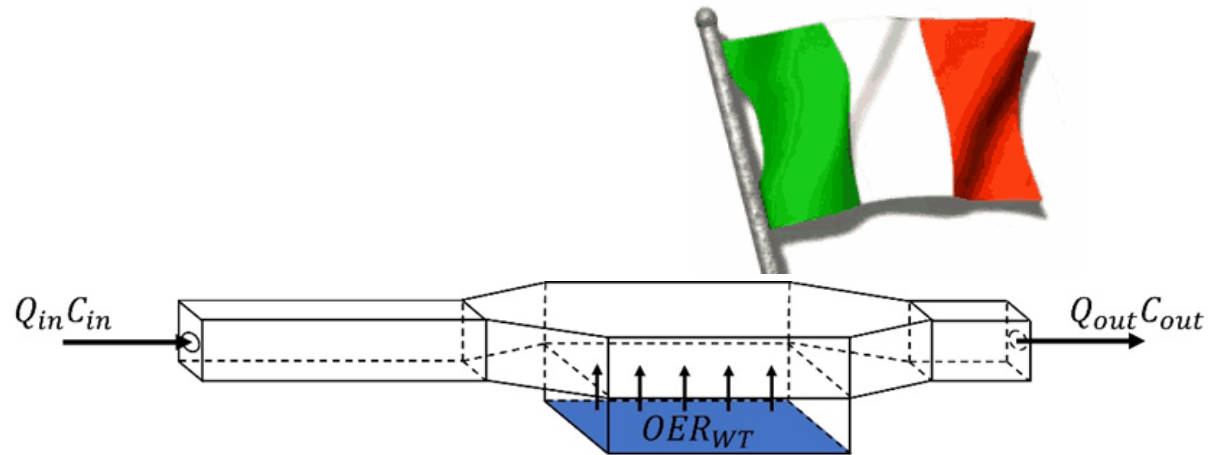
Nel caso di sorgenti areali passive, la stima **OER è un processo piuttosto complicato** in quanto è **difficile** misurare una **concentrazione rappresentativa** di odore e, **soprattutto**, per determinare una **portata** d'aria ben definita.

La stima dei valori di emissione da sorgenti di aree passive può essere eseguita utilizzando un involucro di qualche tipo, cioè i cosiddetti "**metodi a cappa**". In questo caso, i flussi di emissione derivano dai dati relativi alla concentrazione dei composti di interesse misurati nei campioni raccolti all'uscita del dispositivo di campionamento, combinati con le dimensioni del dispositivo e le condizioni operative.

FLUX CHAMBER



WIND TUNNEL



Wind tunnel



Wind tunnel



Wind tunnel

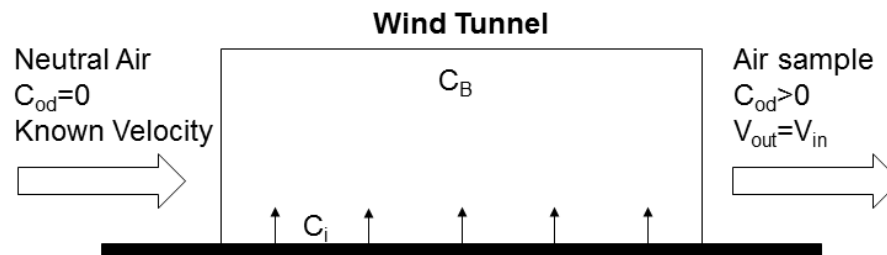


Sorgenti areali passive – strumenti a cappa

Tutti i dispositivi a cappa si basano sullo stesso principio:

- isolare una porzione della superficie di emissione
- insufflare un flusso d'aria neutro noto e infine per
- misurare la concentrazione di odore all'uscita.

Nelle Wind Tunnel il gas di trasporto viene introdotto in modo direzionale per *teoricamente* simulare l'azione del vento sulla superficie campionata.

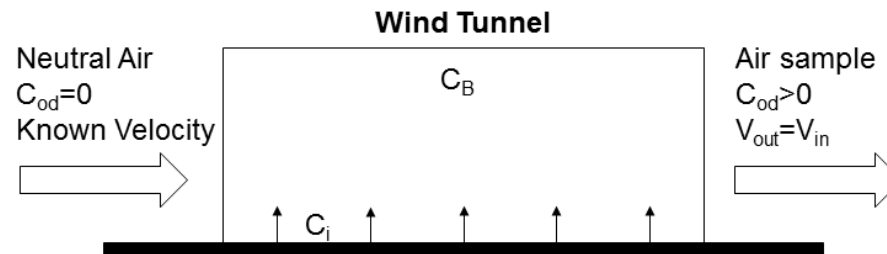


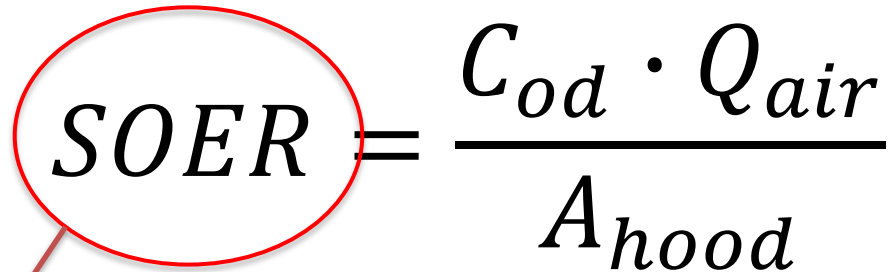
Bilancio di massa (di odore) sulla cappa

$$C_{od}^{IN} Q^{IN} + SOER \cdot A_{hood} = C_{od}^{OUT} \cdot Q^{OUT}$$

$= 0$

$Q^{IN} \approx Q^{OUT}$




$$SOER = \frac{C_{od} \cdot Q_{air}}{A_{hood}}$$

Specific Odour
Emission Rate
[ou_E/m²s]

Sorgenti areali passive – flusso di odore

$$SOER = \frac{C_{od} \cdot Q_{air}}{A_{hood}}$$

Concentrazione di odore
misurata in uscita dalla WT
[ou_E/m³]

Flusso d'aria inviato
alla cappa [m³/s]

Superficie di vasca
occupata dalla
cappa [m²]

$$SOER = \frac{C_{od} \cdot Q_{air}}{A_{hood}}$$

$$OER = SOER \cdot A_{sorgente}$$

Superficie della
vasca [m²]

Dipendenza OER dal vento – areali liquide passive

$$k_G = 0.664 \left(\frac{D_{i,air}^4}{L_{WT}^3 v} \right)^{\frac{1}{6}} u_{WT}^{1/2} \quad (\text{Bliss et al., 1995; Capelli et al., 2009}).$$

$$SOER, OER \propto v^n$$



$$SOER_{u_2} = SOER_{u_1} \left(\frac{u_2}{u_1} \right)^{0.5}$$

3.5 *Calcolo della portata di odore in funzione della velocità del vento* per le sorgenti diffuse areali

Nell'allegato 2 è specificato che il campionamento olfattometrico su sorgenti diffuse (passive) areali sia da eseguire mediante un sistema ("wind tunnel" o analoghi), che permetta di inviare sulla superficie emissiva una portata di aria neutra in condizioni controllate (specialmente per quanto riguarda la velocità dell'aria). Ma poiché, come pure specificato nel medesimo documento, la portata di odore (OER) ed il flusso specifico di odore (SOER) dipendono dalla velocità dell'aria che lambisce la superficie, è opportuno che nelle simulazioni di dispersione si tenga conto della variazione della portata di odore (o in modo equivalente del flusso specifico di odore) in funzione della velocità del vento, secondo l'equazione ivi specificata. In dettaglio, la portata di odore dovrà essere calcolata tramite la seguente equazione.

$$OER_s = OER_r * ((v_s/v_r)^{0,5})$$

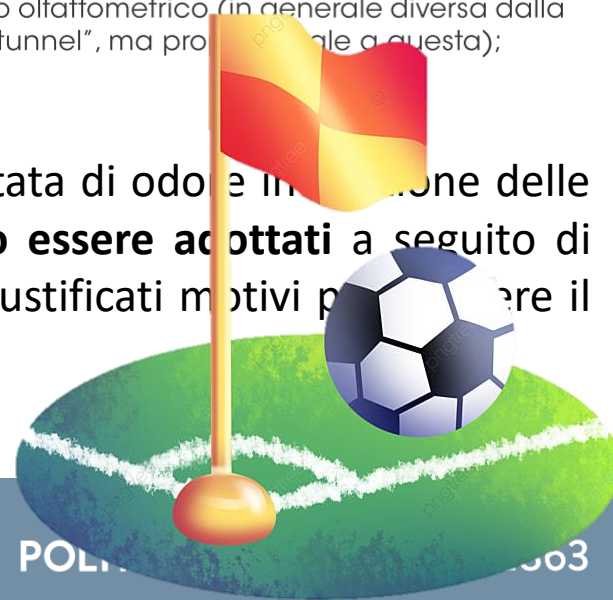
dove è:

OER_s portata di odore alla velocità dell'aria v_s ;

OER_r portata di odore alla velocità di riferimento v_r (conosciuta durante il campionamento);

v_r velocità dell'aria nella camera di ventilazione durante il campionamento olfattometrico (in generale diversa dalla velocità misurata nel condotto in ingresso o in uscita del sistema "wind tunnel", ma proporzionale a questa);

Metodi diversi da quello qui descritto per il calcolo della portata di odore in funzione delle condizioni atmosferiche cui la sorgente è soggetta **potranno essere adottati** a seguito di **evoluzioni delle conoscenze scientifiche** o quando vi siano giustificati motivi per i quali il presente metodo non adatto al caso specifico in esame.

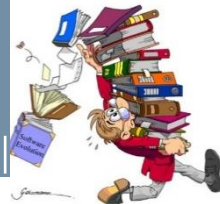


Poiché la portata di odore (OER) da sorgenti diffuse areali passive è variabile in funzione della velocità dell'aria che lambisce la superficie, le LG forniscono indicazioni per il calcolo di tale valore mediante opportune equazioni che mettono in relazione la OER_S , portata di odore alla velocità dell'aria v_S , vicino alla superficie emissiva rispetto alla OER_R la portata di odore alla velocità di riferimento v_R (misurata durante il campionamento).

Le variazioni nel tempo della portata di odore possono essere di vario tipo, ad esempio regolari e deliberate (per esempio: fermo impianto notturno e/o festivo, ferie estive); accidentali o non controllabili (per esempio: variabilità del materiale o del rifiuto da trattare); dipendenti dalle condizioni atmosferiche (per esempio: variazioni dell'intensità della turbolenza atmosferica o della temperatura che innescano la volatilizzazione delle sostanze odorigene rilasciate da un liquido o da un cumulo all'aperto).

È opportuno studiare tali variazioni, in modo da definire, per ciascuna sorgente, il profilo di portata emissiva di odore (portata di odore in funzione del tempo, ora dopo ora e per tutto il dominio temporale di simulazione).

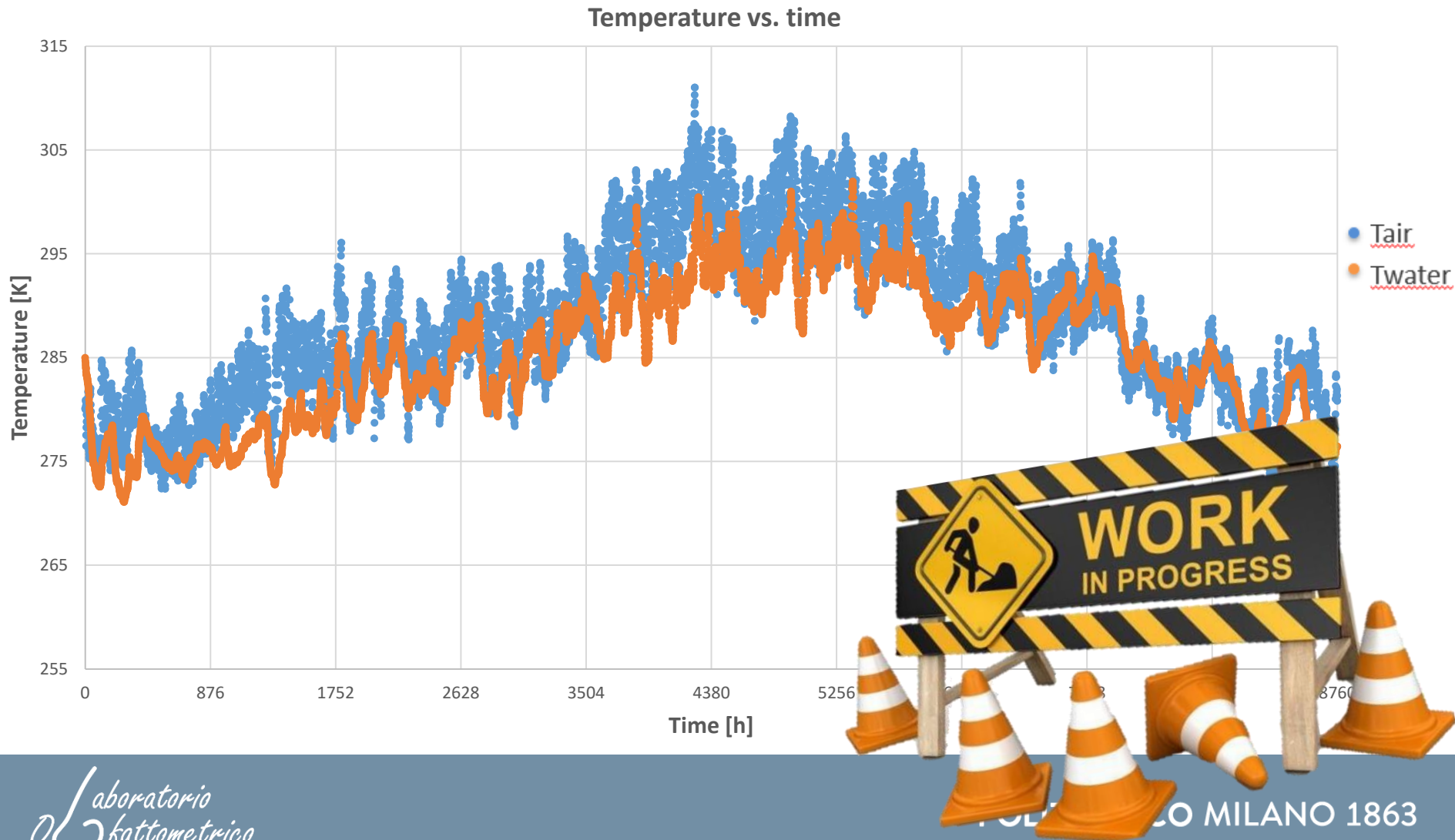
	Dipendenza OER v_wind?	Possibili alternative?
Lombardia	0.5	SI
P.A. Trento	0.5	SI
Piemonte	0.5	SI
FVG	0.5	SI
Puglia	NO	
Emilia Romagna	NO	
Liguria	-> SNPA / Lombardia	
Veneto	0.5	SI
Basilicata	NO	



- Nel caso di **soluzioni diluite**, come quelle presenti in una vasca di depurazione acque reflue, lo **step limitante** allo scambio di materia non appare essere quello lato gas ma **lato liquido**
- Il **vento incidente** non appare influenzare in maniera sostanziale l'emissione
- La **temperatura** del liquido **spinge le condizioni di equilibrio** in fase gas (Legge di Henry)
- La **temperatura influisce molto sull'emissività di VOC** da vasche

«È opportuno studiare tali variazioni, in modo da definire, per ciascuna sorgente, il profilo di portata emissiva di odore (portata di odore in funzione del tempo, **ora dopo ora e per tutto il dominio temporale di simulazione**)»

T air vs T liquid



SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

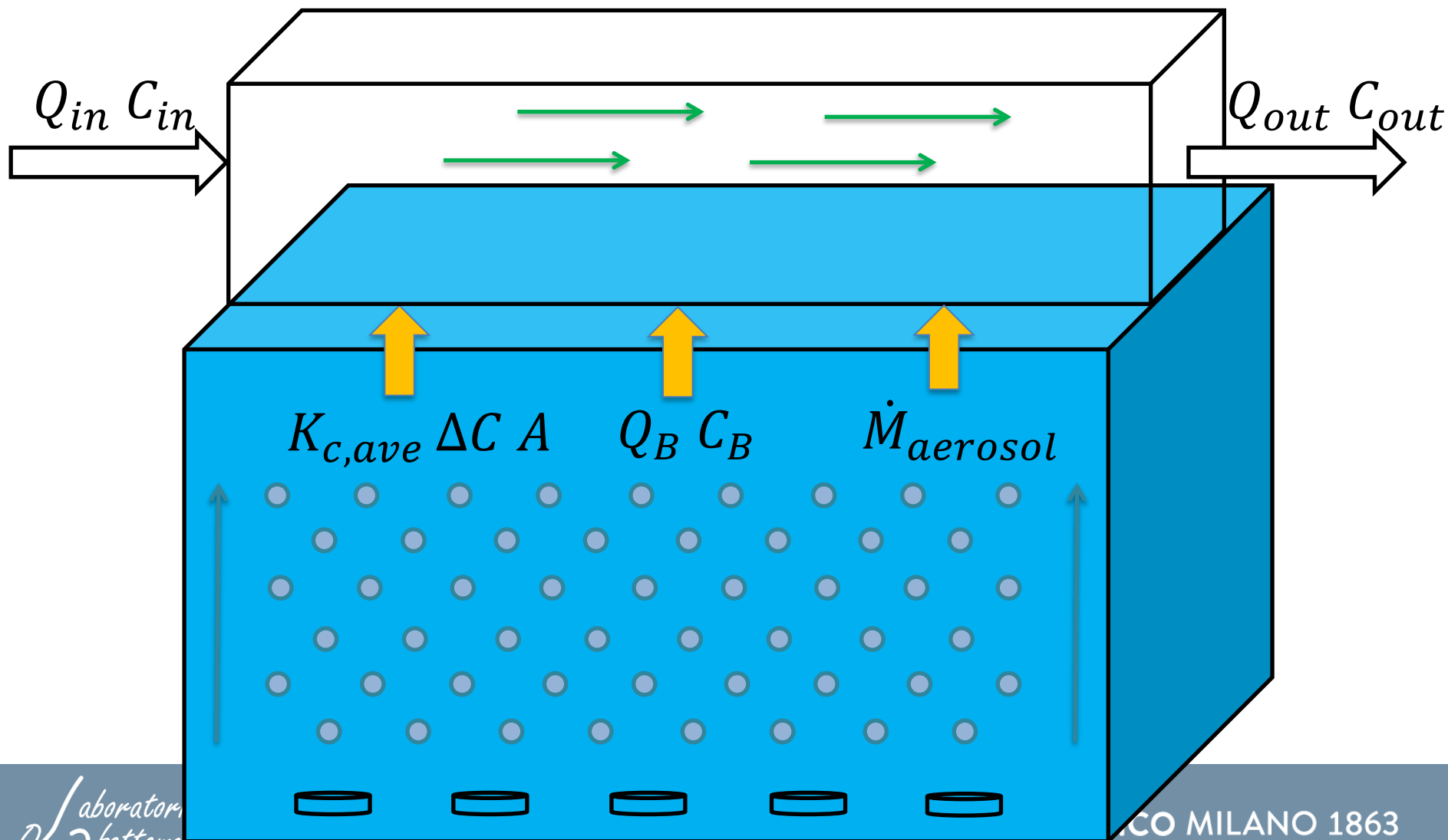
Edifici

[...]

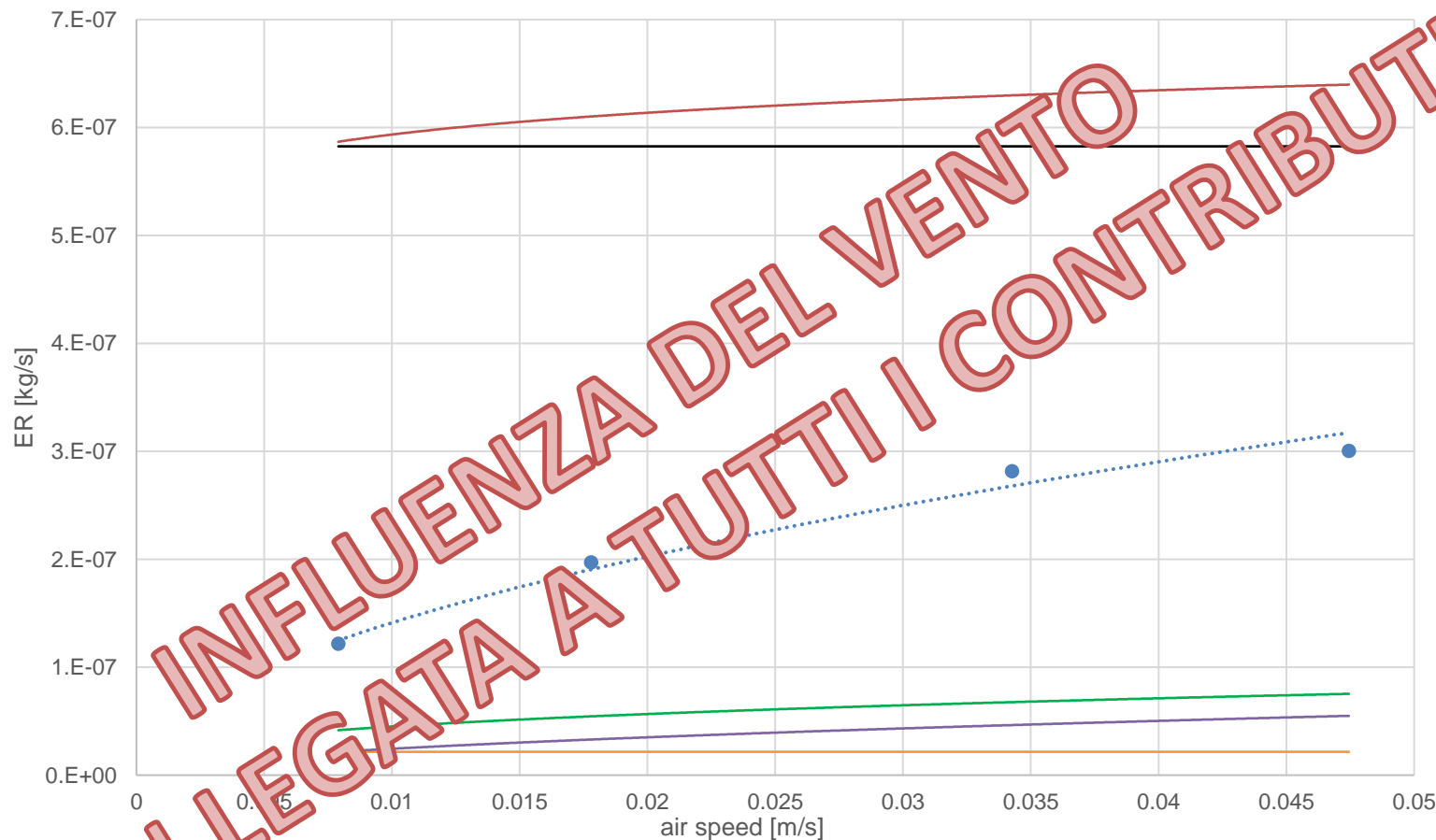
Sorgenti liquide areate



Vasche aerate



ER butanol (bubble air flow = 100 L/h)



INFLUENZA DEL VENTO
NON LEGATA A TUTTI I CONTRIBUTI

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

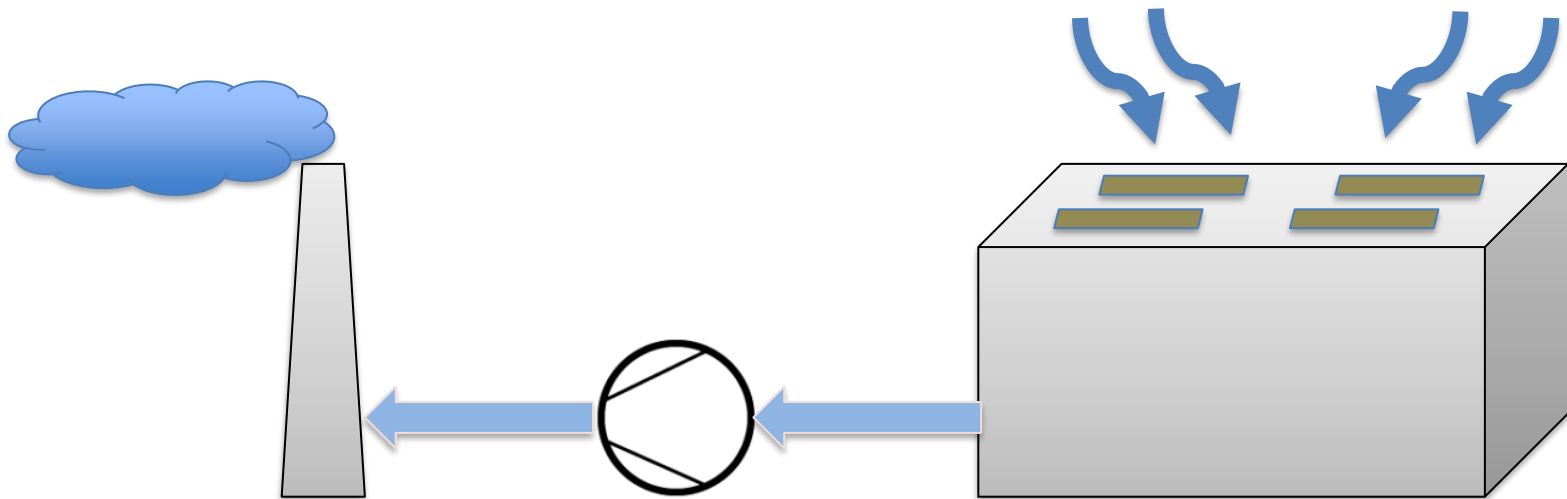
Edifici

[...]

Sorgenti volumetriche diffuse

Le sorgenti di volume sono in genere edifici dai quali gli odori emergono involontariamente attraverso porte, finestre o altre aperture.

Nel caso in cui l'aria ambiente dell'edificio sia aspirata con un elevato numero di ricambi ora ($\tau = 3 \div 4 \text{ h}^{-1}$) è ragionevole supporre che le emissioni diffuse dalle aperture possano essere trascurabili.



In assenza di un sistema di aspirazione (e solitamente presidio) dell'aria ambiente è possibile avere una sorgente odorigena diffusa volumetrica.

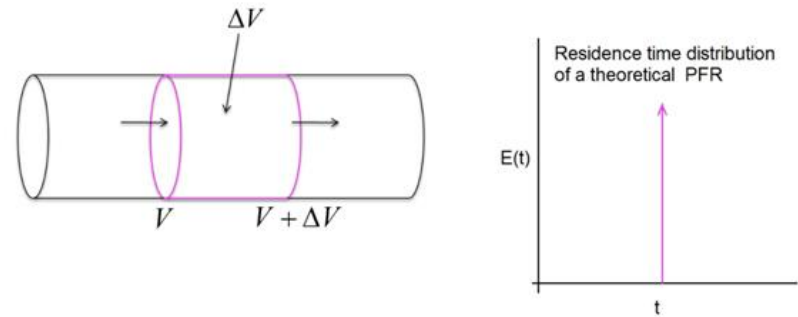
La caratterizzazione delle emissioni da tali fonti è difficile in quanto è in parte difficile misurare un'unica concentrazione rappresentativa di odore.

È molto più complesso però definire un flusso d'aria preciso e quindi sono necessarie tecniche specifiche per stimare l'OER.

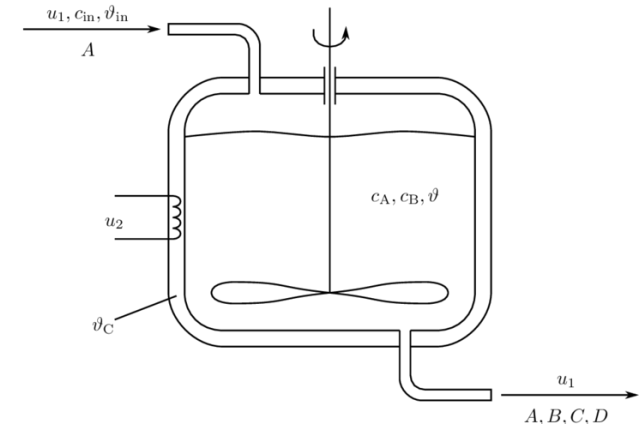
Una possibilità è quella di raccogliere un campione dell'odore ambientale all'interno dell'edificio (supponendo che la concentrazione dell'odore sia ben miscelata all'interno dell'edificio) e quindi stimare il flusso d'aria attraverso le aperture (**fattore di dispersione**). Questi fattori possono essere legati a valutazioni di **fenomeni di trasporto** o a parametri **metereologici / micrometereologici**

$$Q_{air} = f(v_{wind}, \Delta T, A_{window})$$

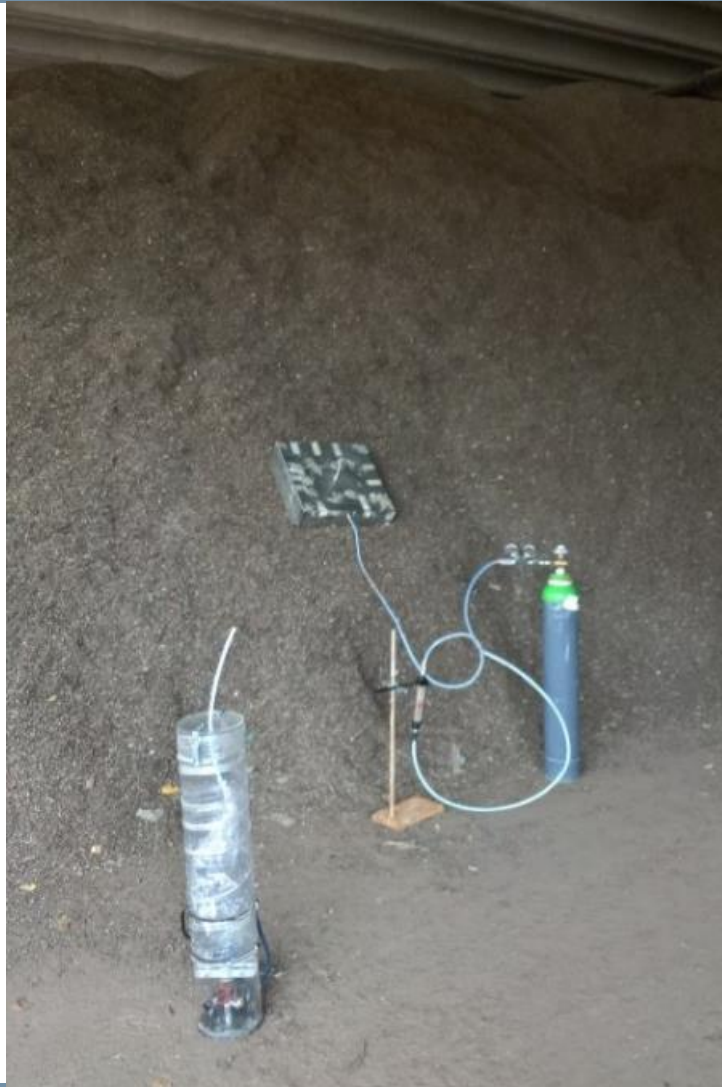
IPOSTESI PFR



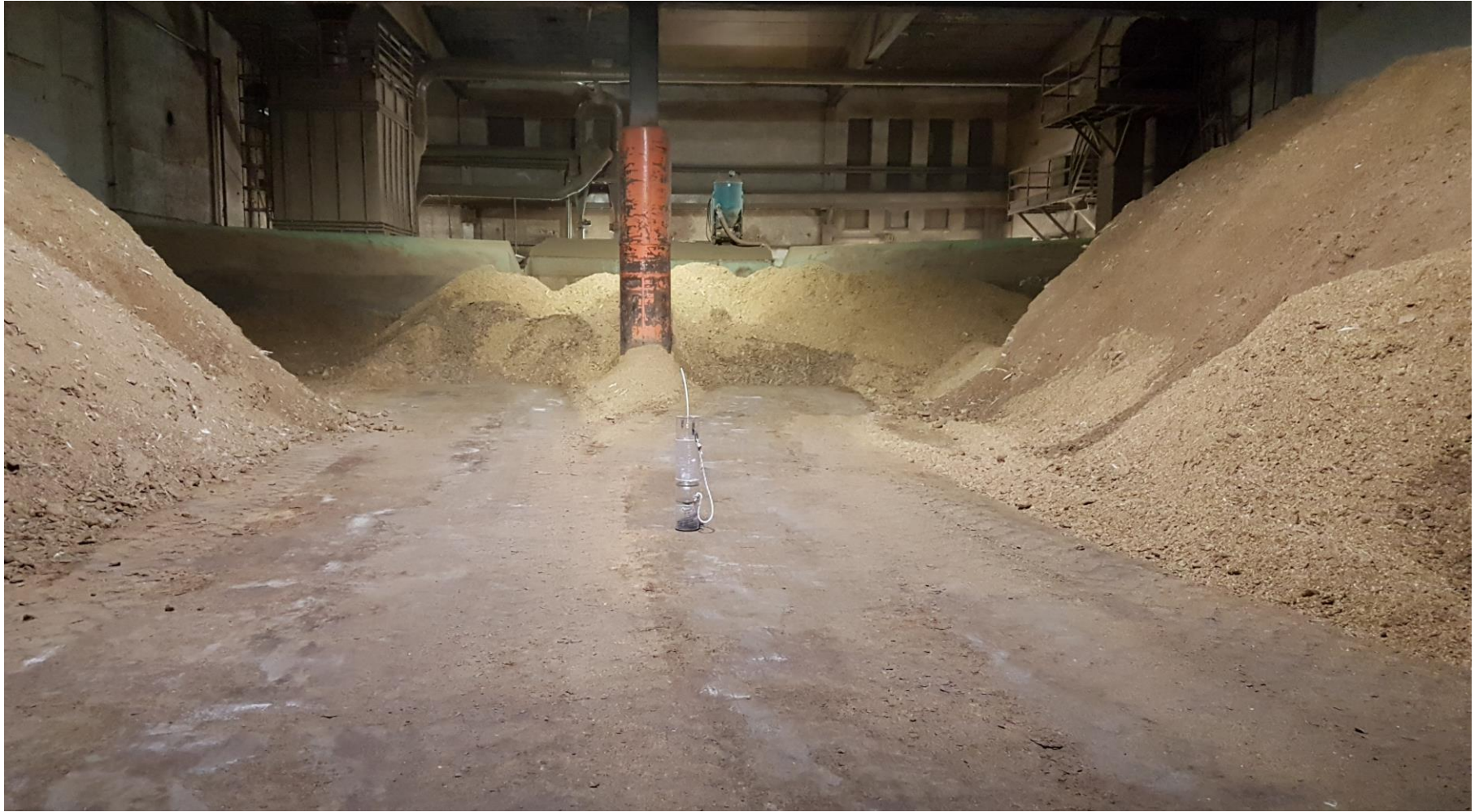
IPOSTESI CSTR



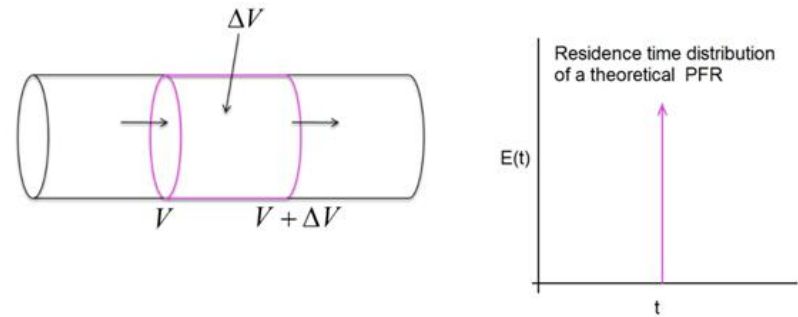
Ipotesi PFR



Ipotesi CSTR

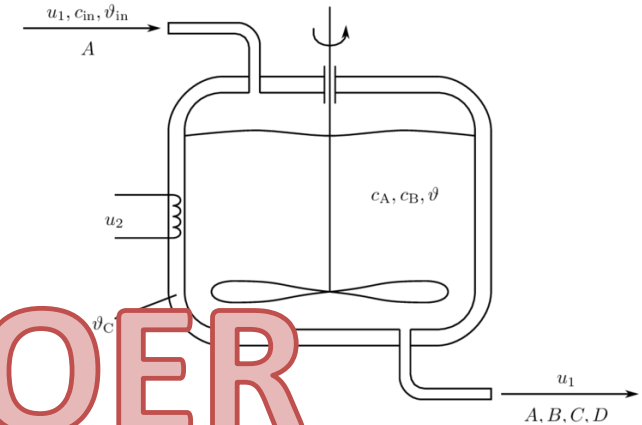


IPOSTESI PFR



IPOSTESI CSTR

=> Stima OER



NEW

MISURA DIRETTA DELL'EMISSIONE DA EDIFICI

Lucernari / estrattori



Emissioni minerarie



Balometro (pitot a croce)



Sistemi di campionamento



Capping balometro



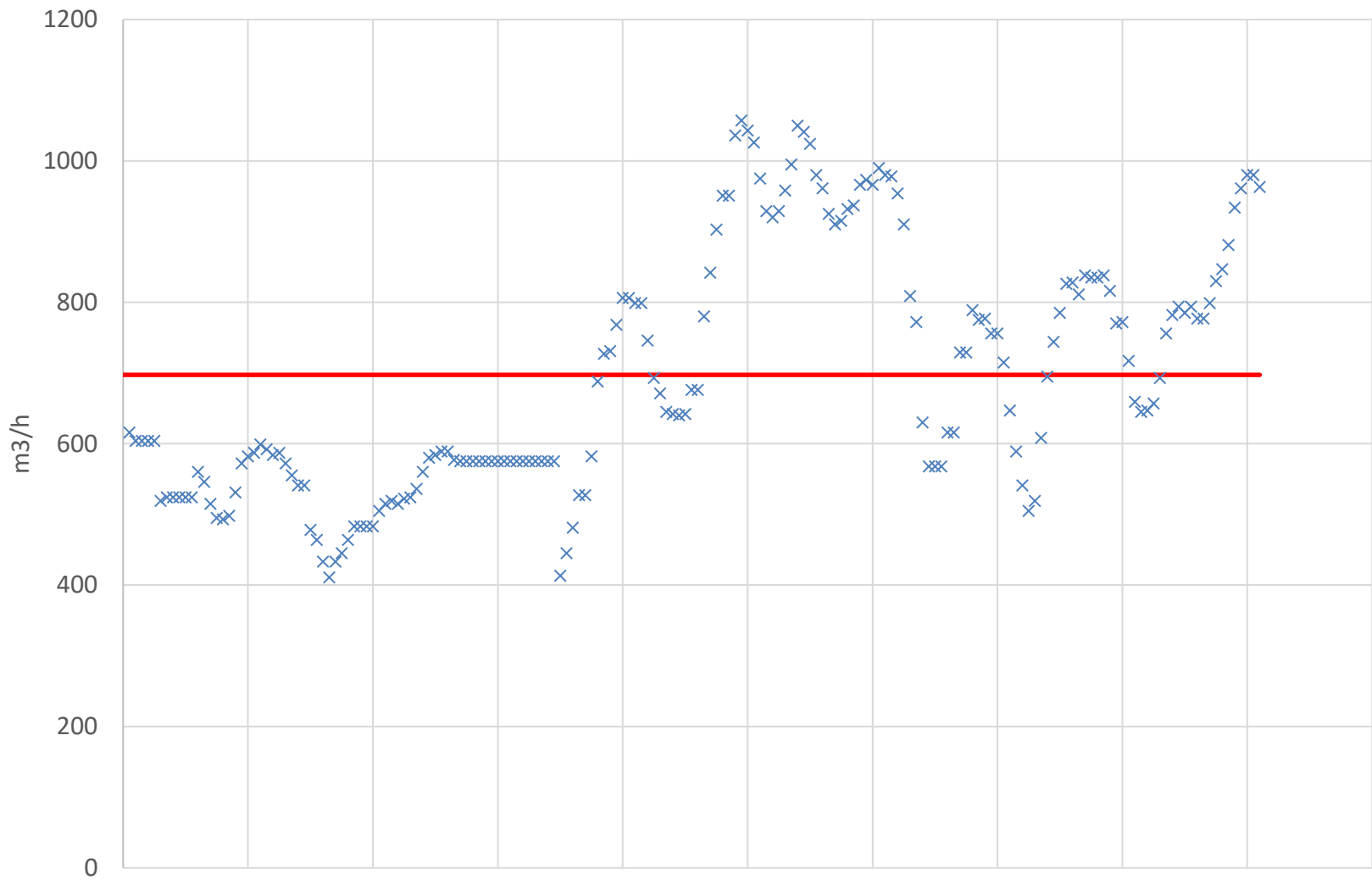
Emissione da torrini



Emissione da torrini



Portata torino





Finestrature a tetto

Un **torrino / lucernario** può tranquillamente avere portate emesse dell'ordine delle **centinaia di m³/h**.

Una singola apertura è difficile che possa rappresentare un'emissione di grande impatto, ma **solitamente si parla di decine di aperture** per capannone.

=> In caso di **assenza di sistemi di aspirazione** dell'aria ambiente le **finestrature presenti sul tetto** (spesso mantenute aperte per rendere accettabile in microclima interno da un punto di vista di igiene industriale) **possono** risultare in un'**emissione odorigena diffusa**.

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

Emission from storage tanks

Fixed roof tanks



- Working losses (filling)
- Breathing losses (diurnal cycle)

Floating roof tanks



- Working losses (withdrawals)
- Fitting losses (standing)

Emission from storage tanks

Fixed roof tanks



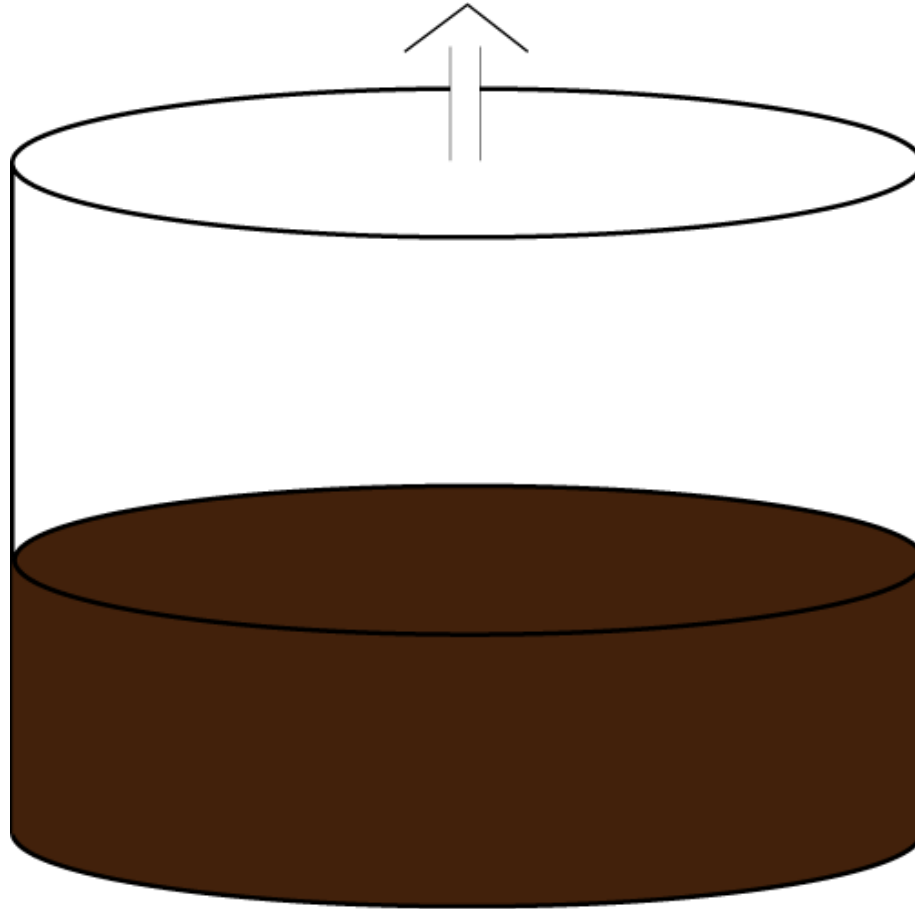
- Working losses (filling)
- Breathing losses (diurnal cycle)

Floating roof tanks

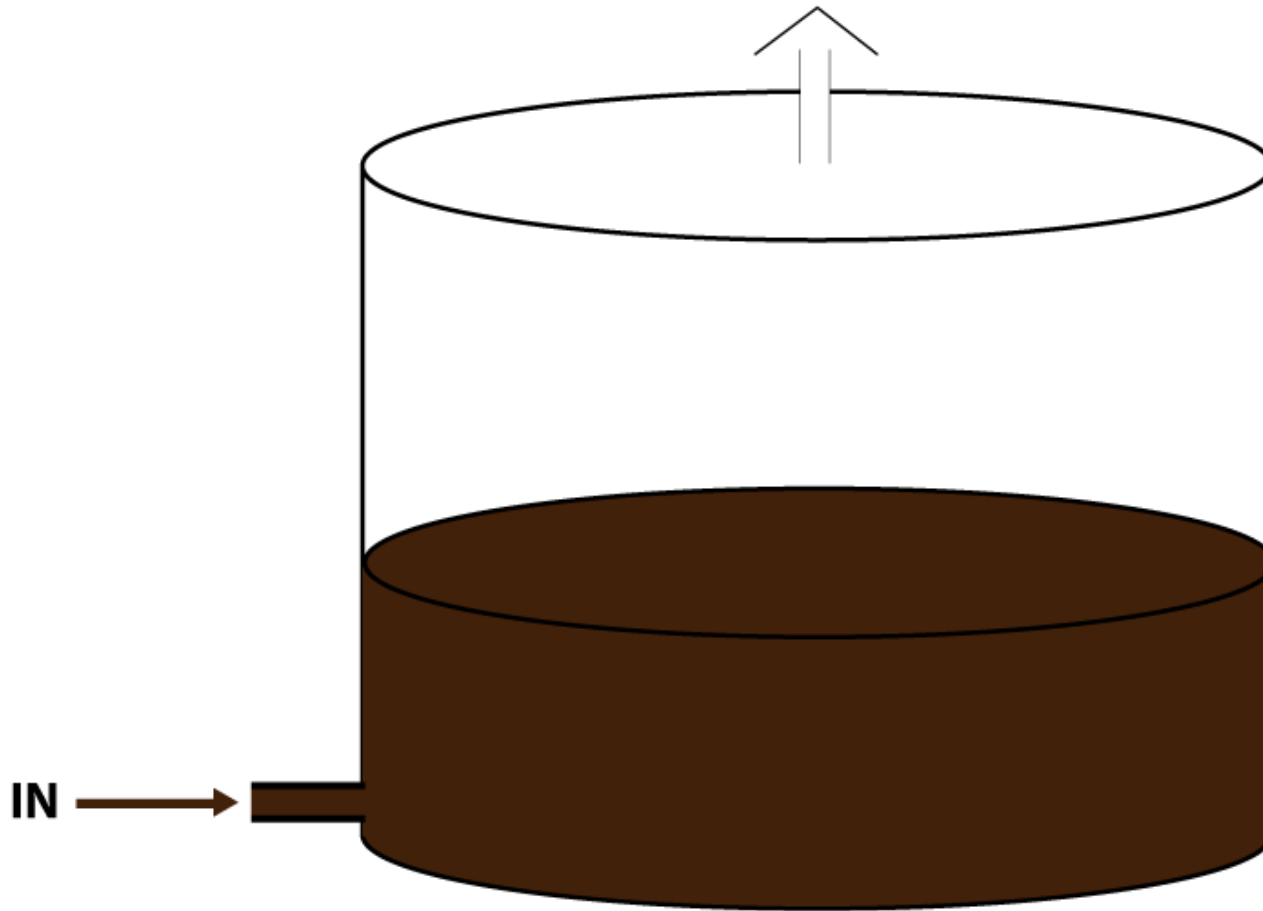


- Working losses (withdrawals)
- Fitting losses (standing)

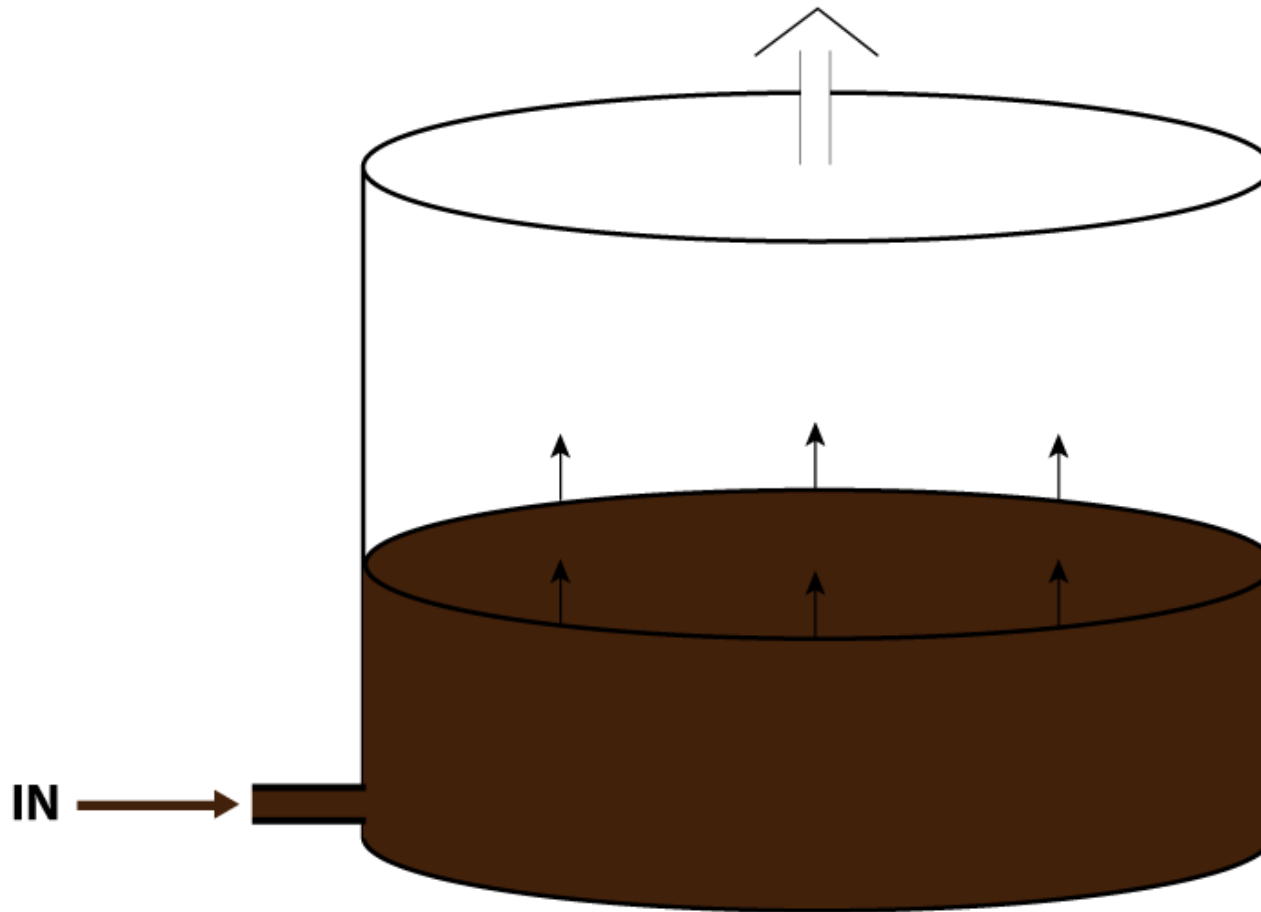
Working losses L_w – Fixed roof tanks



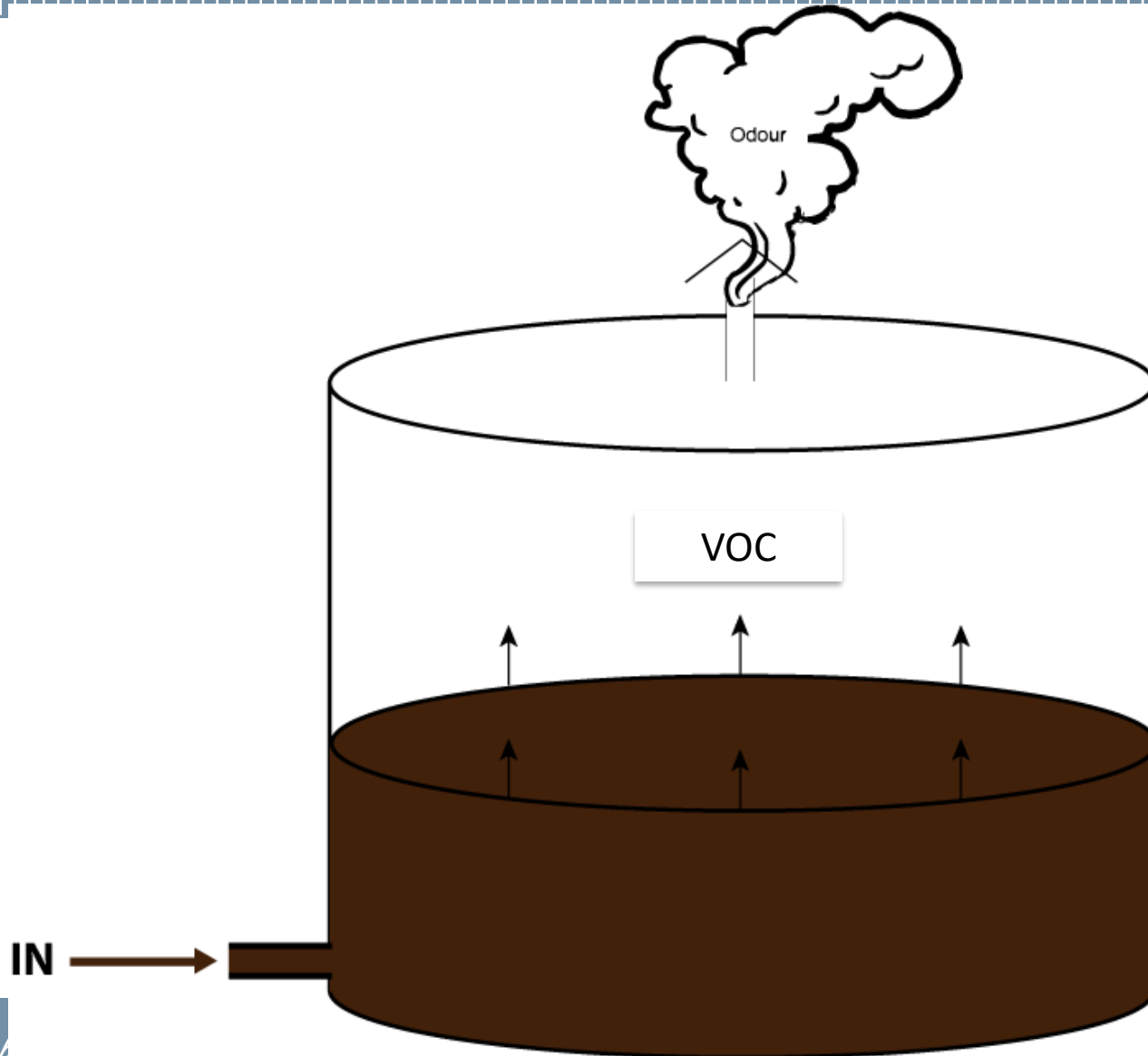
Working losses L_w – Fixed roof tanks



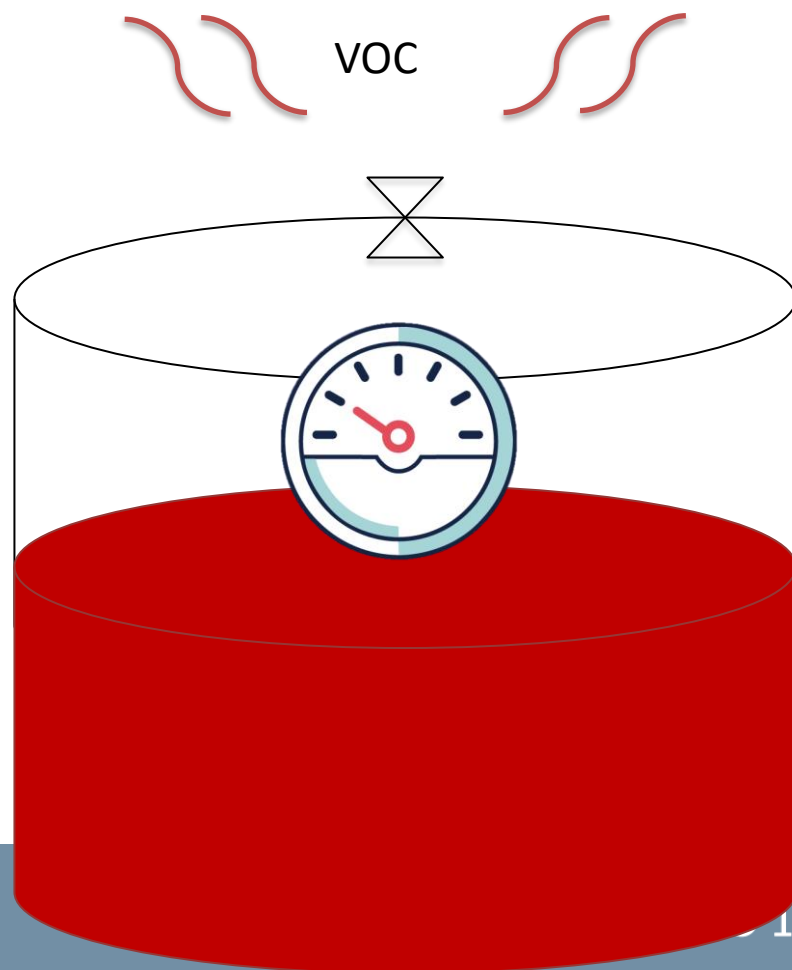
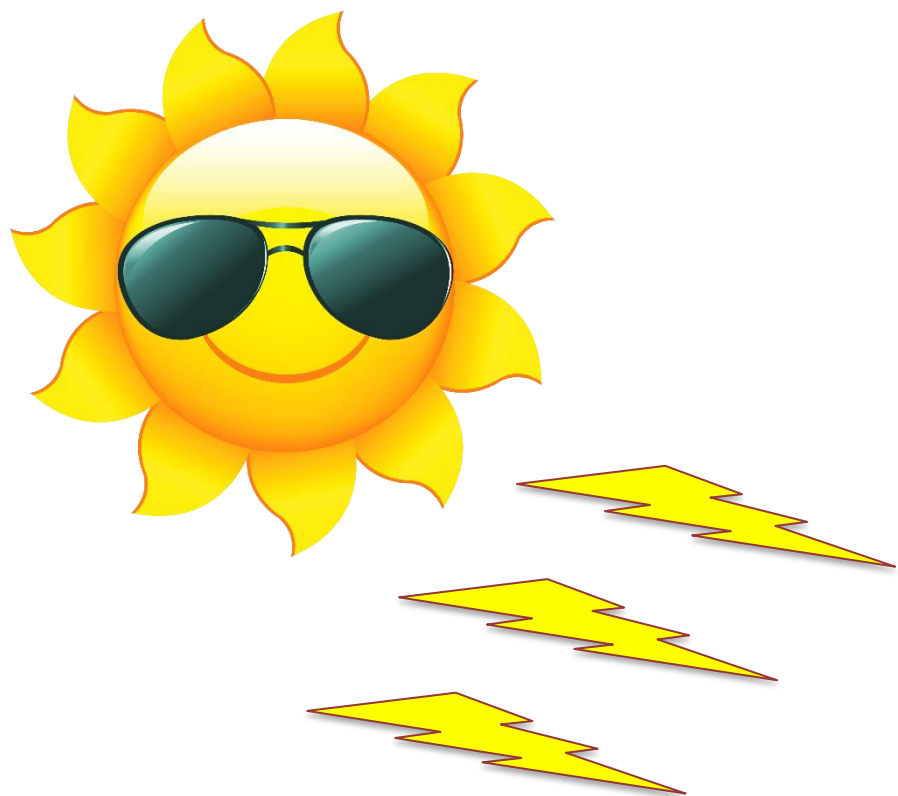
Working losses L_w – Fixed roof tanks



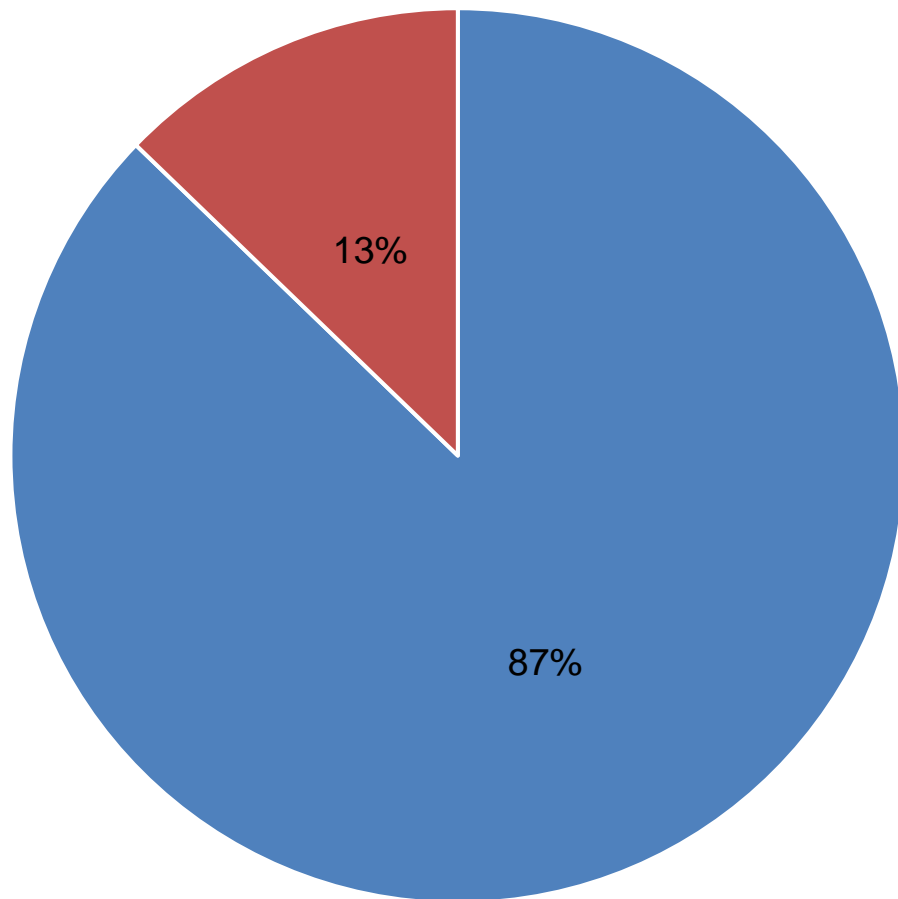
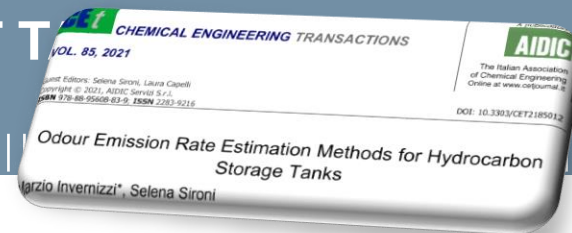
Working losses L_w – Fixed roof tanks



Standing losses L_s – Fixed roof tanks

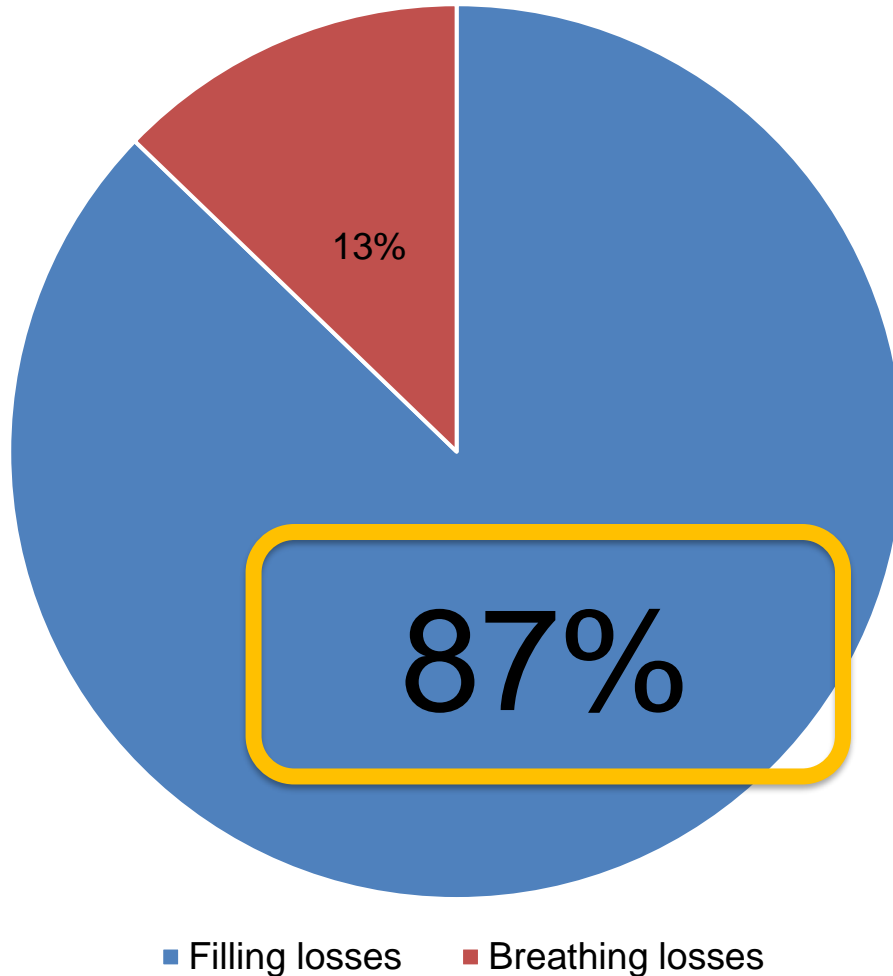
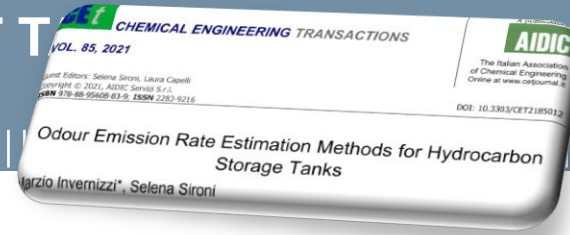


Contributions to VOC emission from FIXED ROOF TANK operations) – Real case refinery



■ Filling losses ■ Breathing losses

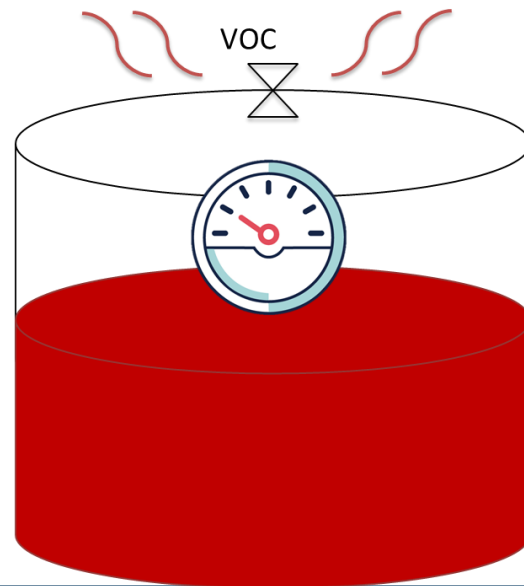
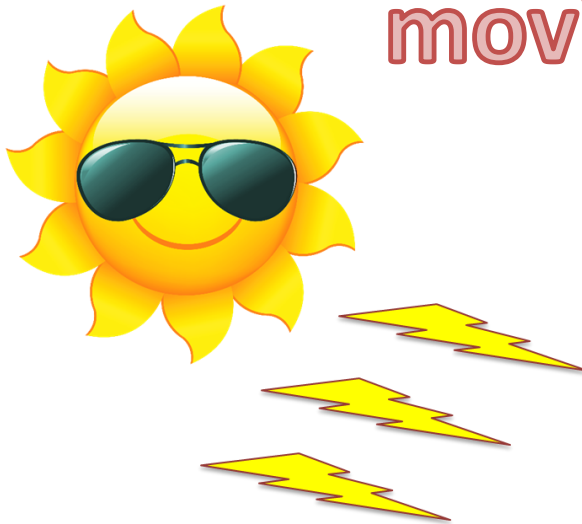
Contributions to VOC emission from FIXED ROOF TANK operations) – Real case refinery



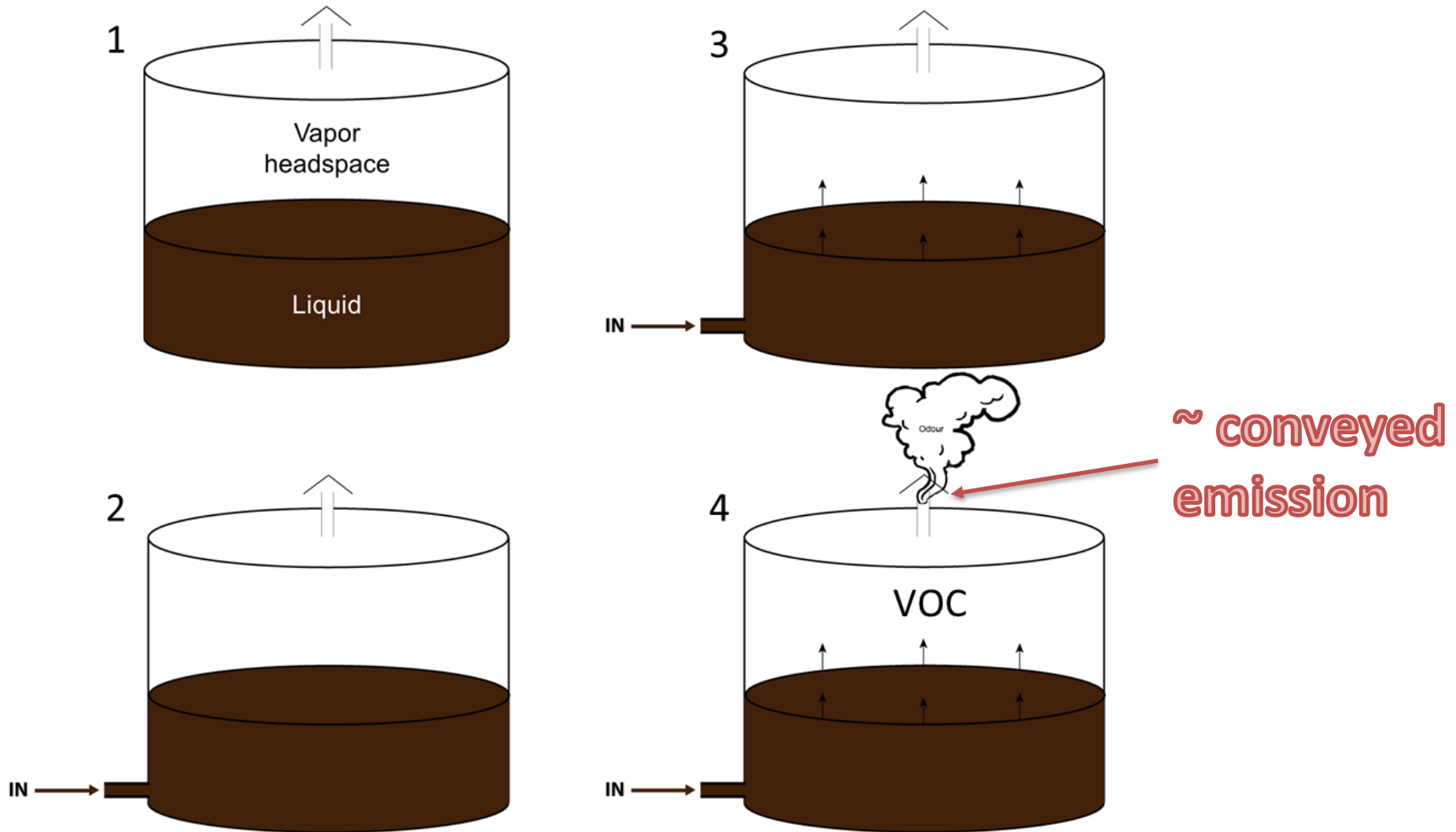
**Working
losses are the
major part of
VOC emission
from FIXED
ROOF TANKS**



Da considerare quando contenuto
molto odorigeno e poca
movimentazione



Working losses L_w – Fixed roof tanks



Fixed roof storage tanks: odour emission

$$OER_{FRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = Q_{air} \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot C_{od} \left[\frac{ou_E}{m^3} \right] \quad \text{EN13725}$$

Odour sample
collected at the vent



Fixed roof storage tanks: odour emission

$$OER_{FRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = Q_{air} \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot C_{cor} \left[\frac{ou_E}{m^3} \right]$$

EN13725

Emitted airflow?



- Not-isokinetic point
- Not-constant emission

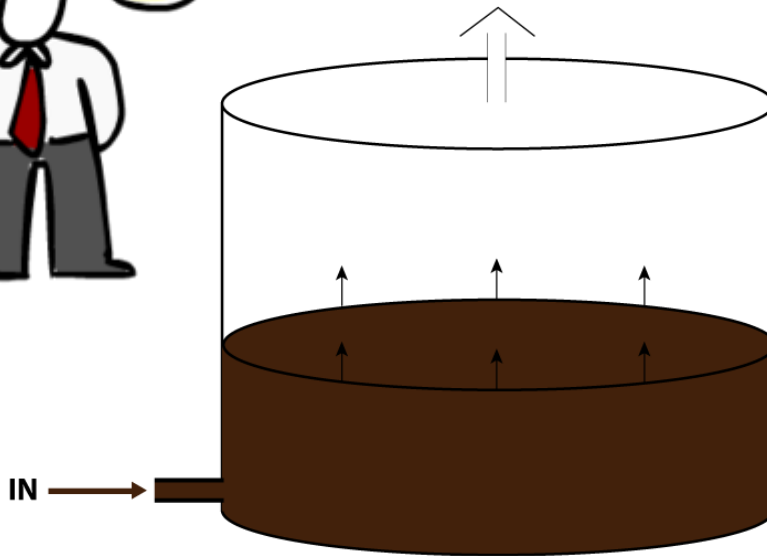


Fixed roof storage tanks: odour emission

$$OER_{FRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = Q_{air} \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot C_{ou} \left[\frac{ou_E}{m^3} \right]$$

EN13725

Emitted airflow?



Fixed roof storage tanks: odour emission

$$OER_{FRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = Q_{air} \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot C_{ou} \left[\frac{ou_E}{m^3} \right]$$

EN13725

Emitted airflow?

US EPA



$$L_{FILL} = M_v \cdot P_{VA} \cdot Q \cdot K_N \cdot K_P \cdot K_D$$

Throughput [bbl/yr]



Fixed roof storage tanks: odour emission



$$OER_{FRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = \underbrace{Q_{air}}_{\text{Emitted airflow?}} \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot \underbrace{C_{ou}}_{\left[\frac{ou_E}{m^3} \right]}$$

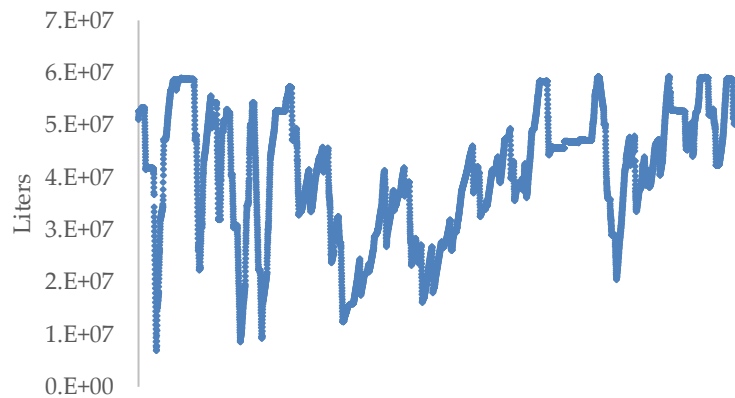
EN13725

Emitted airflow?

Obtained by liquid level variation (DCS)!

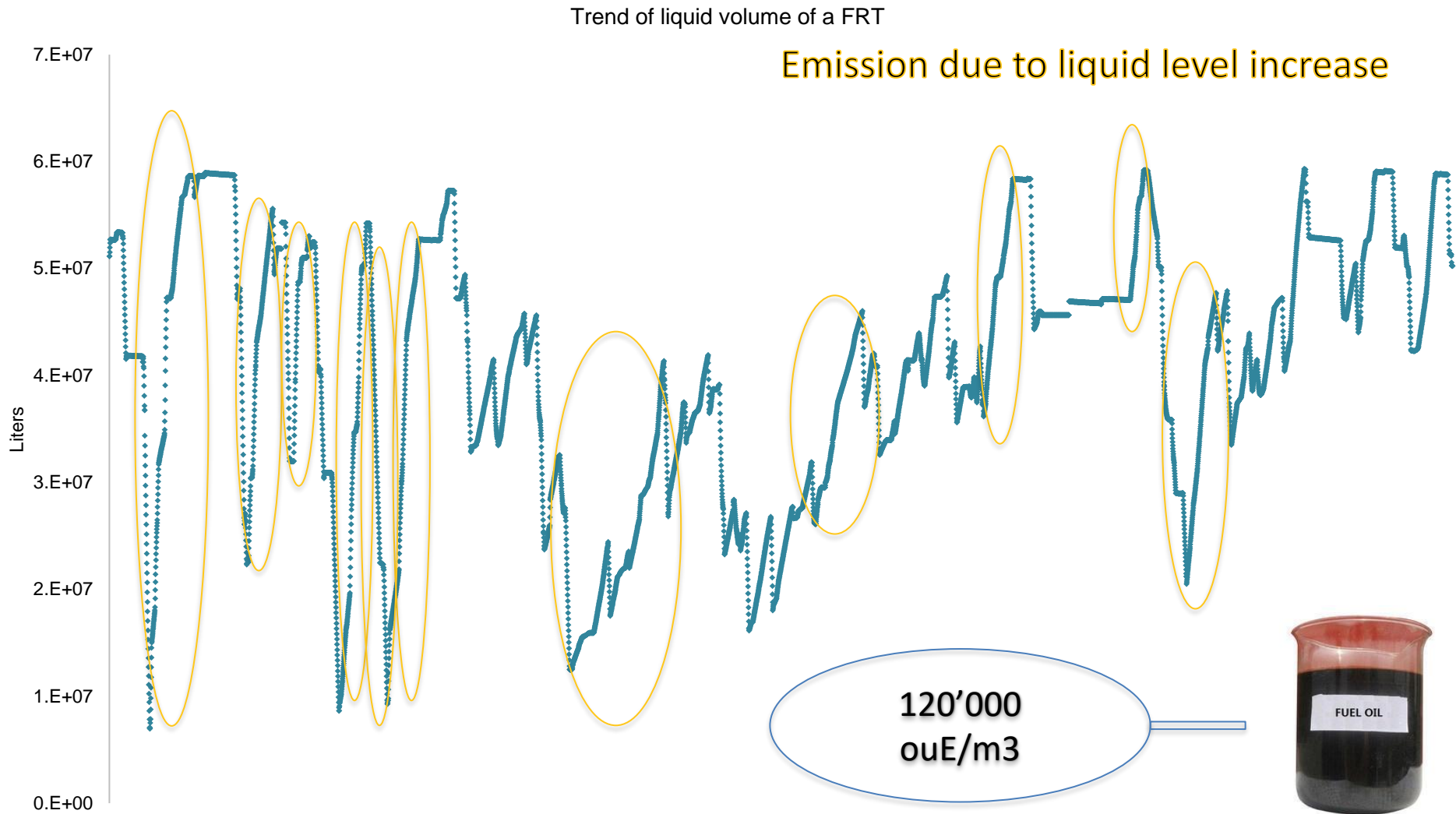


Trend of liquid volume of a FRT



Hourly OER trend!

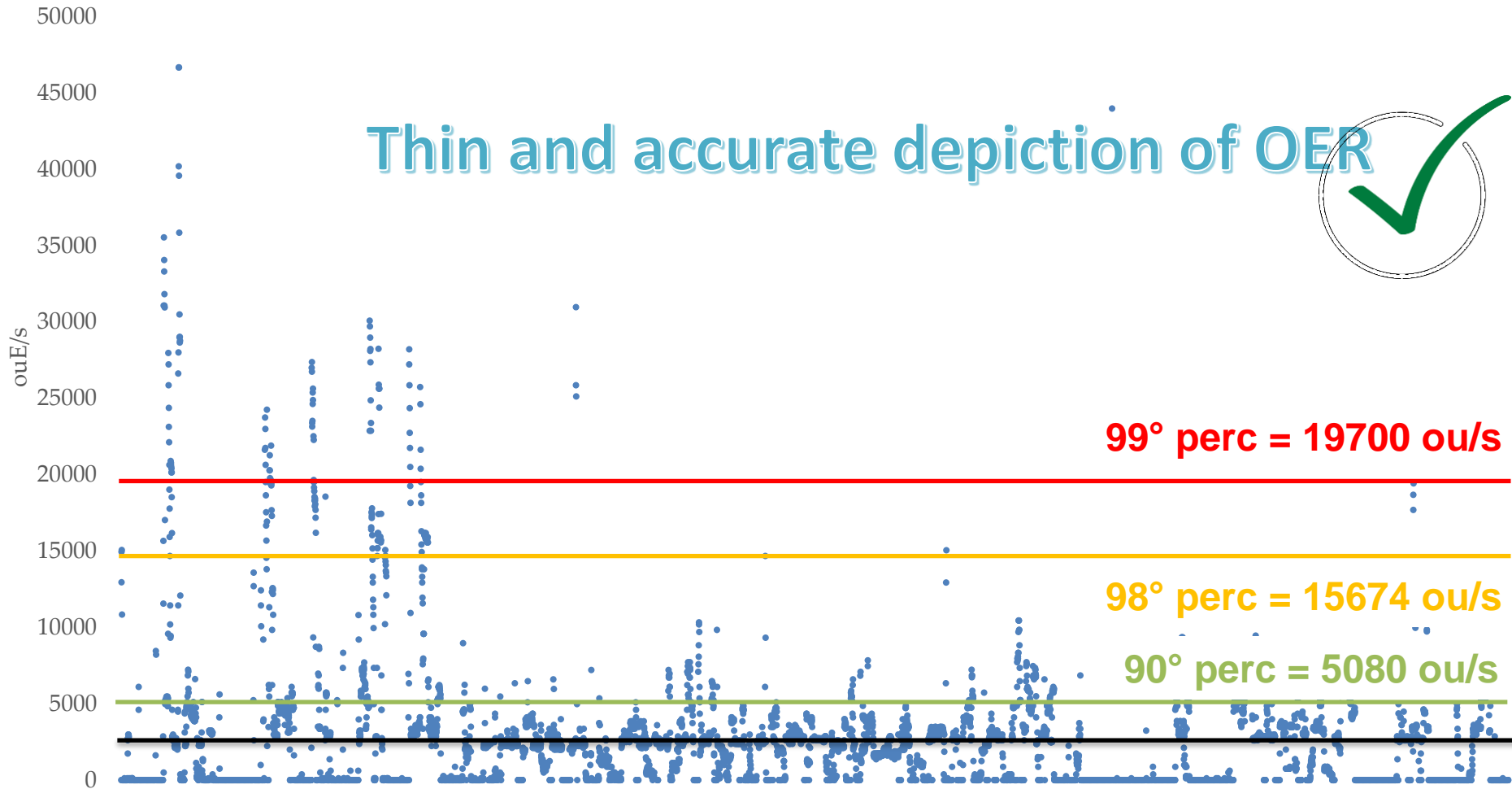
Fixed roof storage tanks: odour emission



Fixed roof storage tanks: OER

OER

Thin and accurate depiction of OER



Emission from storage tanks

Fixed roof tanks



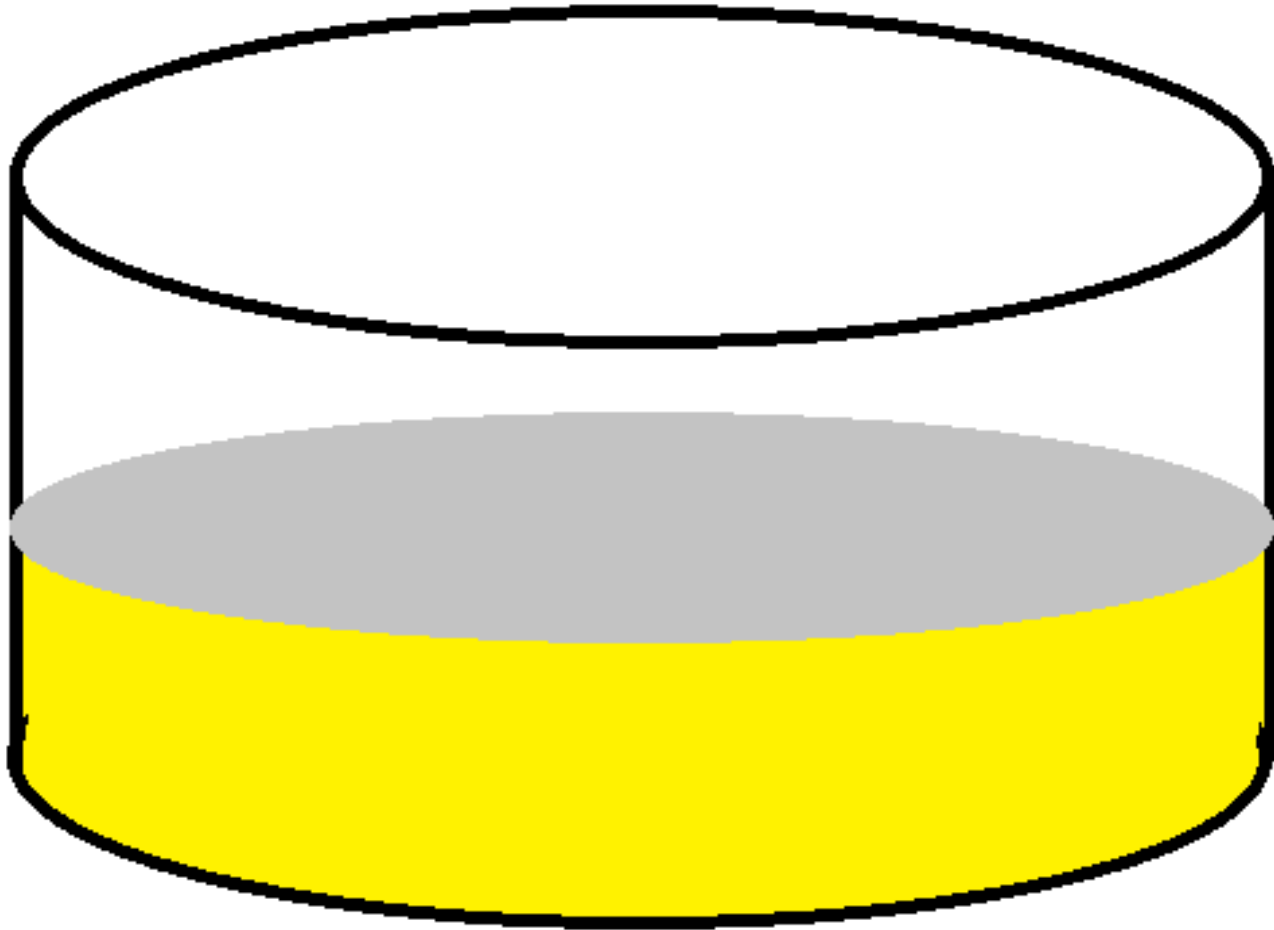
- Working losses (filling)
- Breathing losses (diurnal cycle)

Floating roof tanks

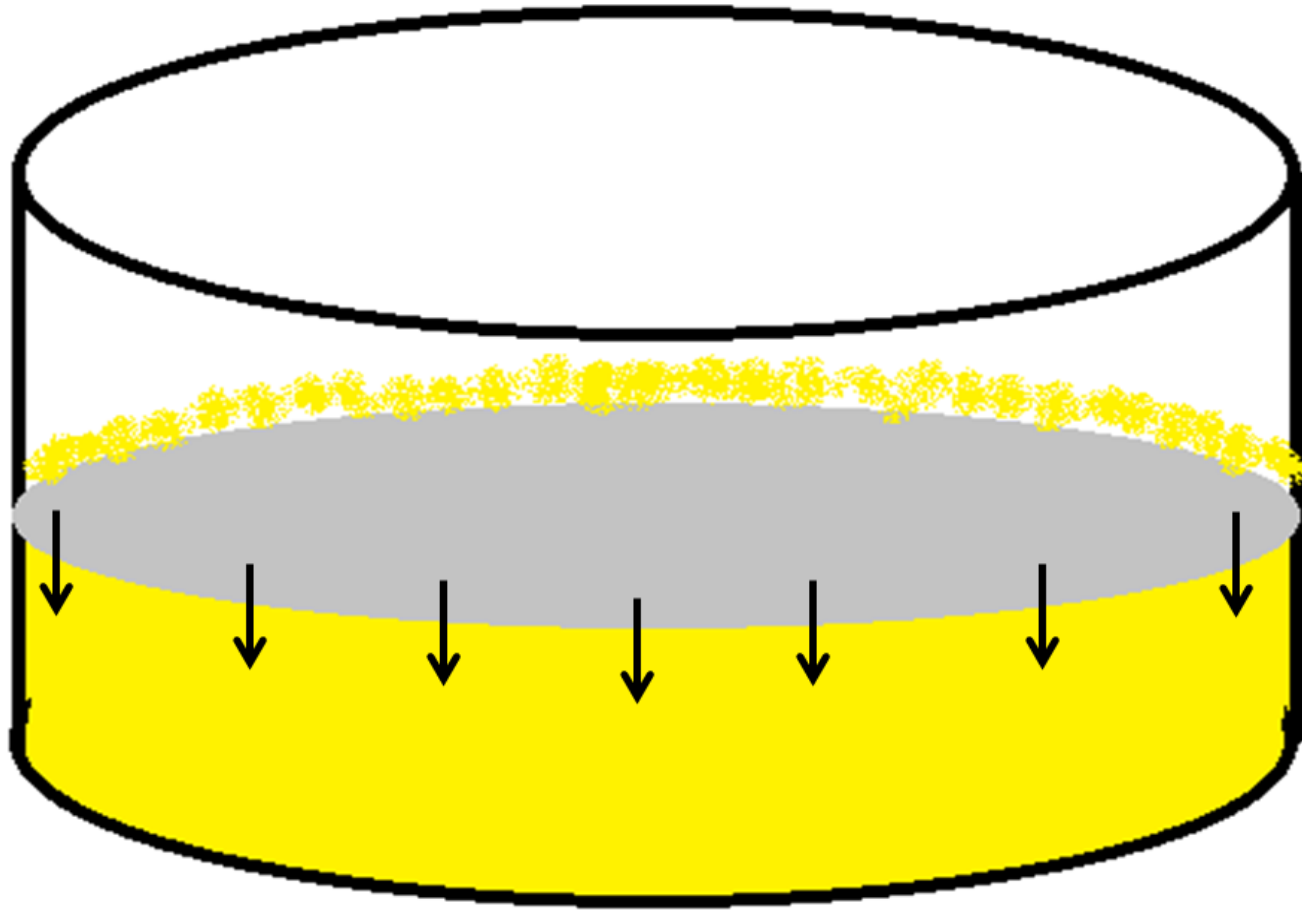


- Working losses (withdrawals)
- Fitting losses (standing)

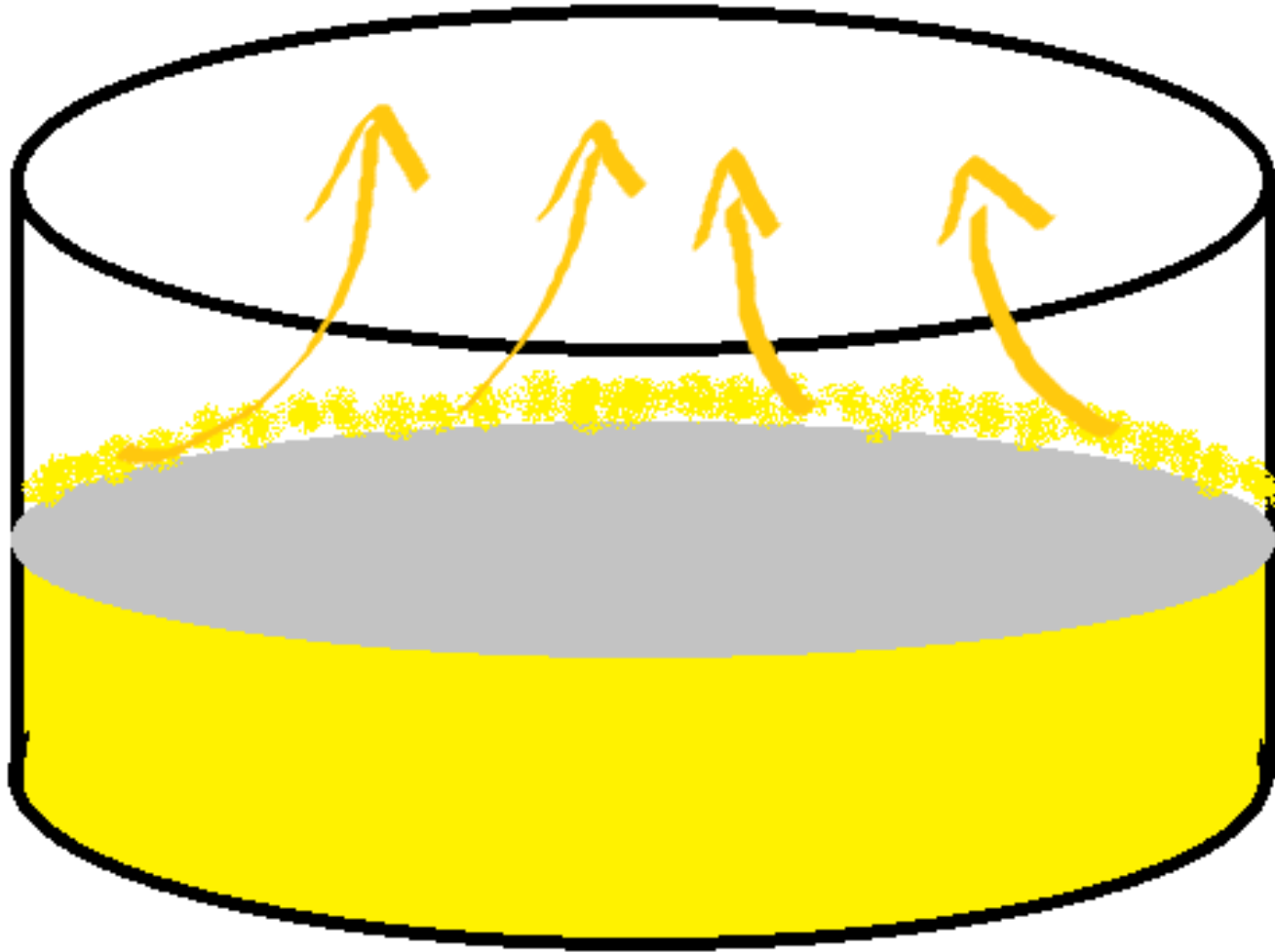
Working losses L_w – External floating roof tanks



Working losses L_w – External floating roof tanks



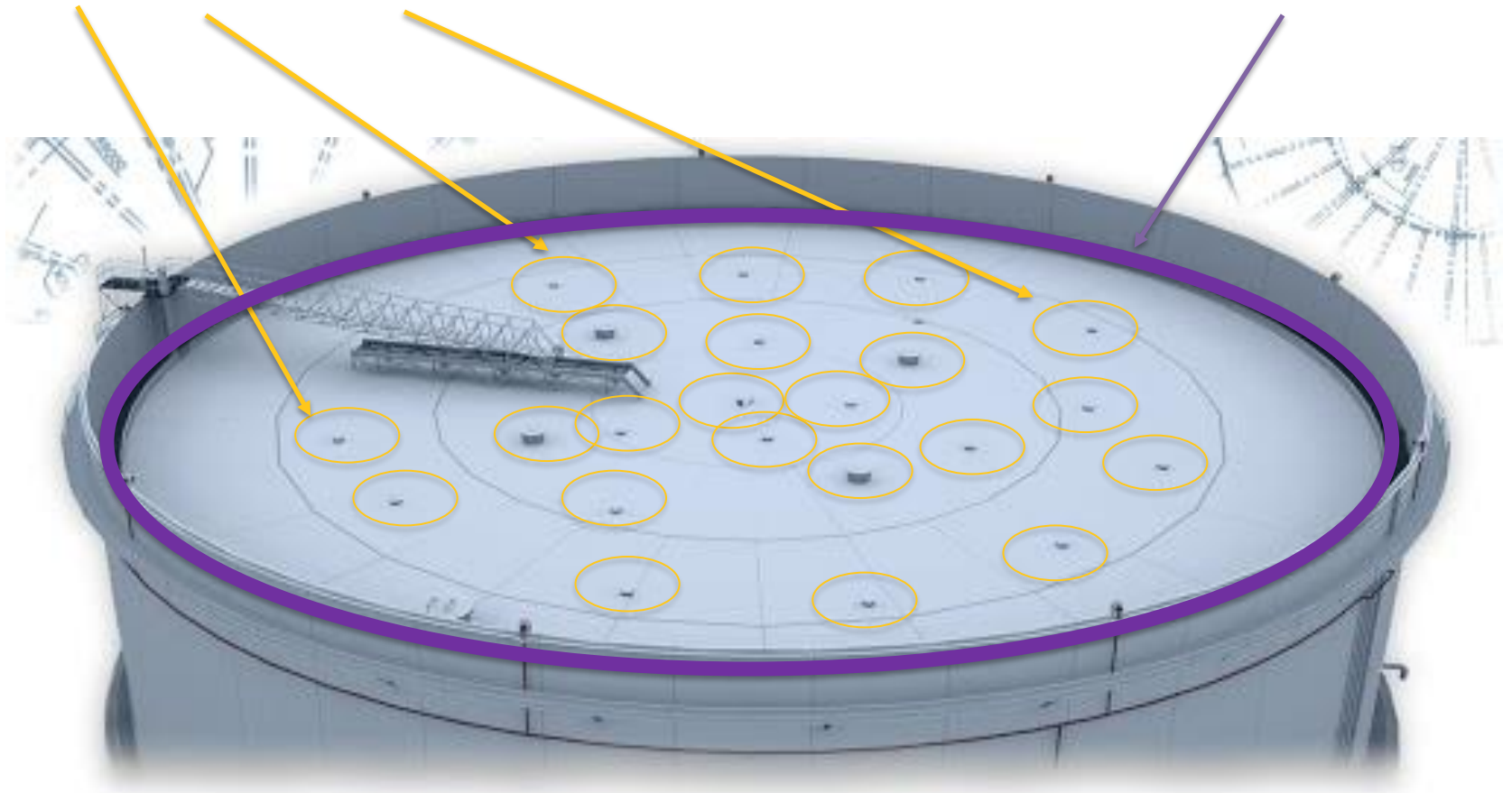
Working losses L_w – External floating roof tanks



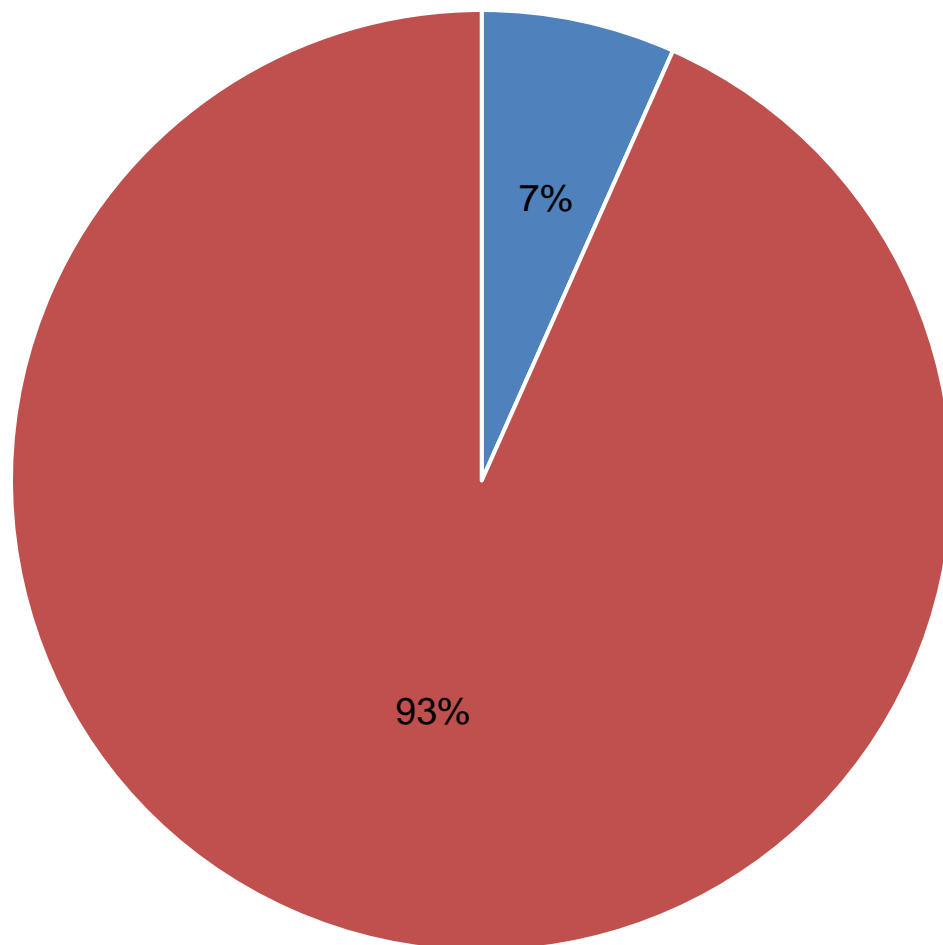
Standing losses L_w – External floating roof tanks

Fitting losses

Rim-seal losses

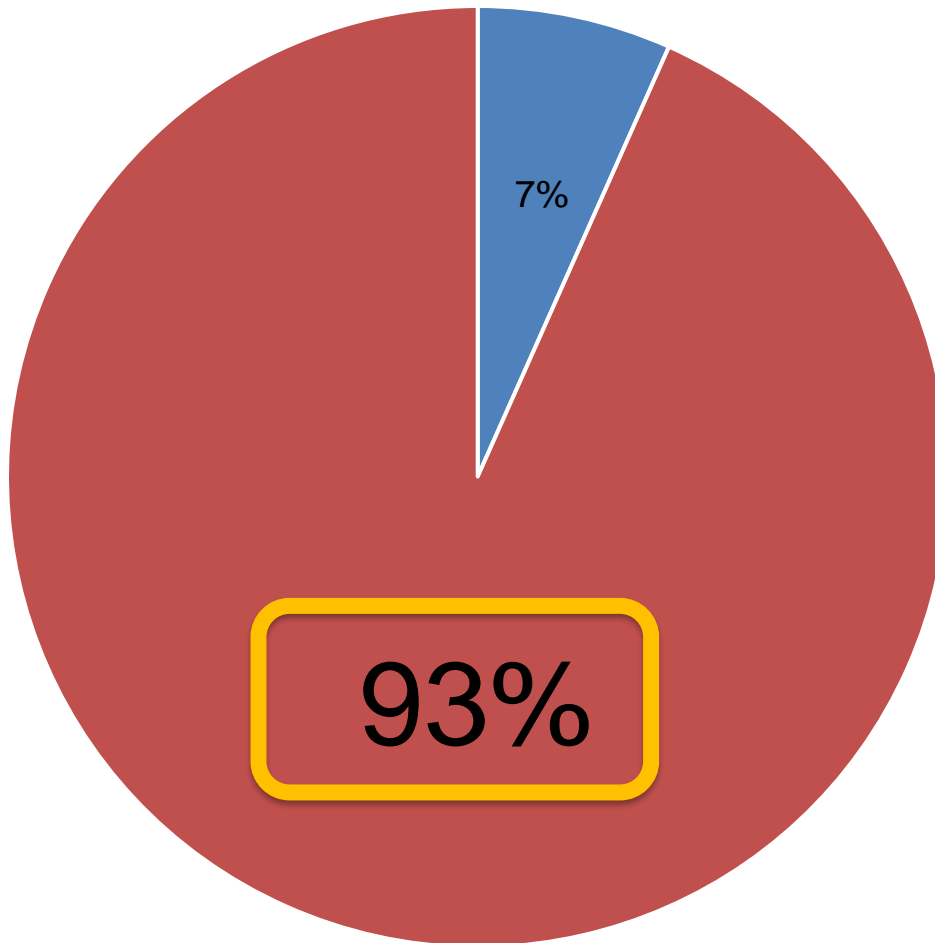
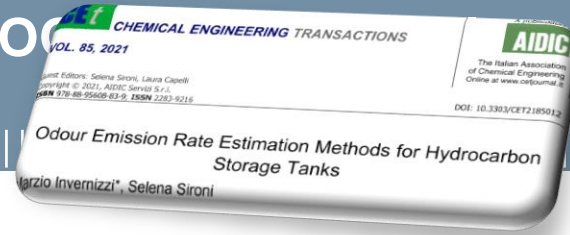


Contributions to VOC emission from FLOATING RO case refinery



■ Handling losses ■ Standing losses

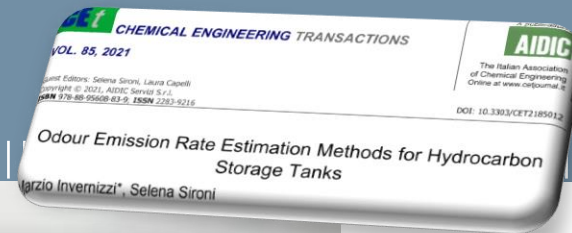
Contributions to VOC emission from FLOATING ROOF case refinery



■ Handling losses ■ Standing losses

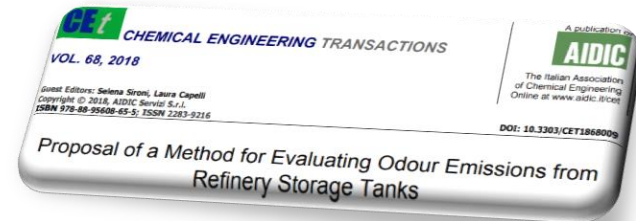
**Standing
losses are the
major part of
VOC emission
from
FLOATING
ROOF TANKS**

External floating roof tanks: diffuse losses



Completely diffuse emission: no sampling EN13725 available!

$$OER_{EFRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = L_{tot} \left[\frac{kg}{s} \right] \cdot HCOEC \left[\frac{ou_E}{kg} \right]$$





TANKS 4.09d



$$L_{tot} = \left[\frac{\text{kg}_{\text{HC}}}{y} \right]$$



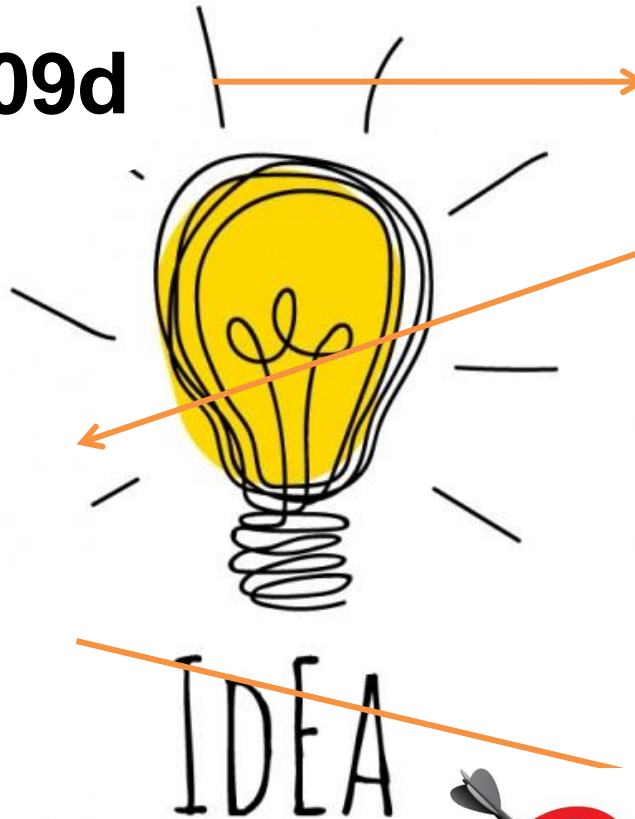
$$\text{OER} = \left[\frac{\text{ou}_E}{s} \right]$$



TANKS 4.09d

$$L_{\text{tot}} = \left[\frac{\text{kg}_{\text{HC}}}{y} \right]$$

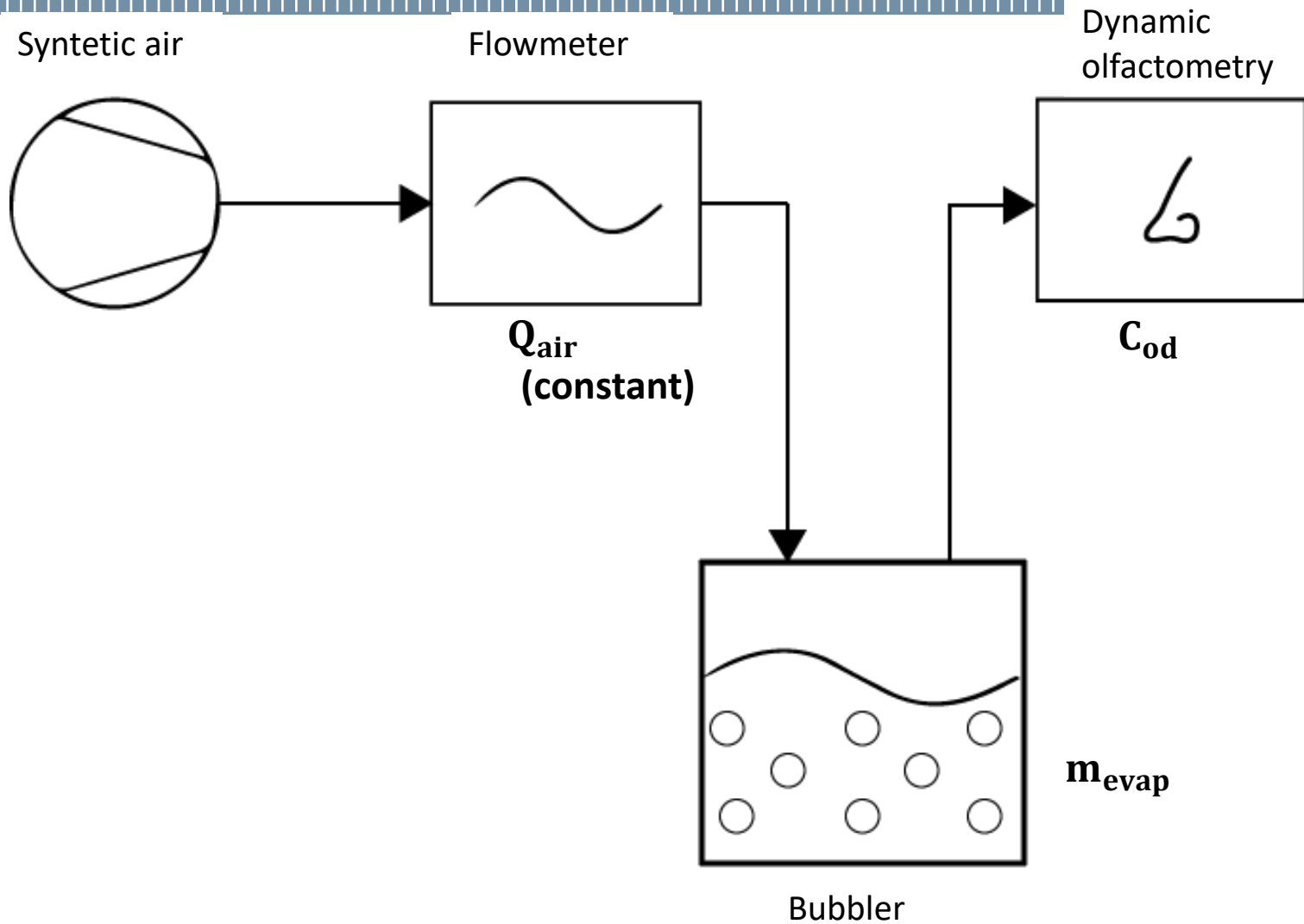
$$\text{HCOEC} = \left[\frac{\text{ou}_E}{\text{kg}_{\text{HC}}} \right]$$



IDEE



$$\text{OER} = \left[\frac{\text{ou}_E}{s} \right]$$



Hydrocarbon odour emission capacity

$$\text{Od}_{\text{instant}}[\text{ou}_E] = Q_{\text{air}} \left[\text{m}^3/\text{s} \right] \cdot C_{\text{od}} \left[\text{ou}_E/\text{m}^3 \right] \cdot d\tau [\text{s}]$$

$$\text{Od}_{\text{total}} [\text{ou}_E] = \int_0^{t_{\text{tot}}} Q_{\text{air}} \cdot C_{\text{od}}(t) d\tau$$

*Si può misurare
quanto puzza la benzina!*

$$\text{HCOEC} \left[\text{ou}_E/\text{kg}_{\text{HC}} \right] = \frac{\text{Od}_{\text{total}} [\text{ou}_E]}{m_{\text{evap}} [\text{kg}_{\text{HC}}]}$$

Elevata incertezza della misura olfattometrica



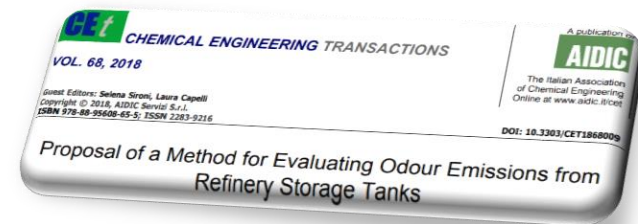
Trattamento dati con Crude MonteCarlo

External floating roof tanks: diffuse losses



Completely diffuse emission: no sampling EN13725 available!

$$OER_{EFRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = L_{tot} \left[\frac{kg}{s} \right] \cdot HCOEC \left[\frac{ou_E}{kg} \right]$$



External floating roof tanks: diffuse losses



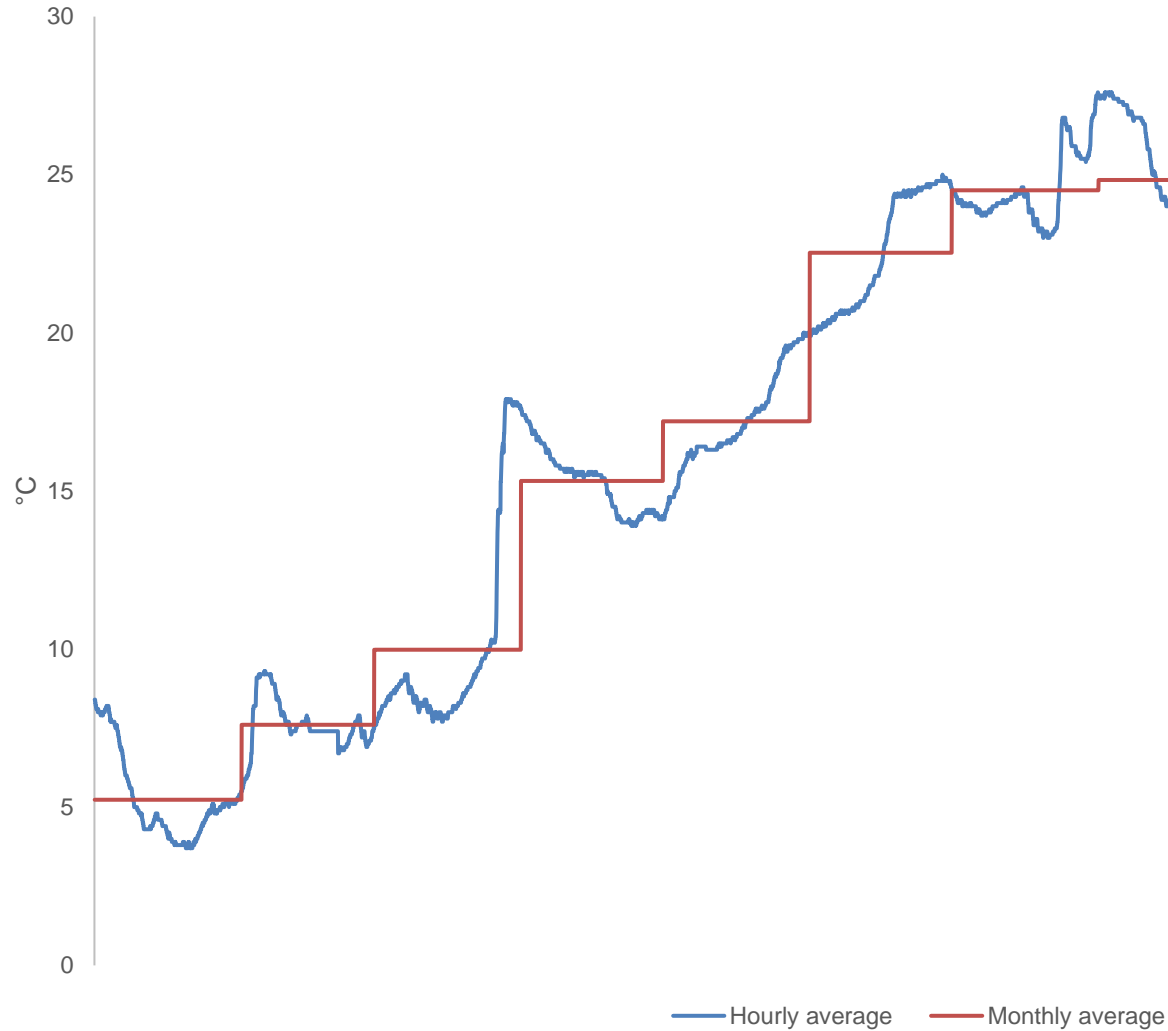
$$OER_{EFRT} \left[\frac{ou_E}{s} \right] = L_{tot} \left[\frac{kg}{s} \right] \cdot HCOEC \left[\frac{ou_E}{kg} \right]$$

$$L_R = (K_{Ra} + K_{Rb} \cdot v^n) \cdot D \cdot M_v \cdot K_C \cdot P^*$$

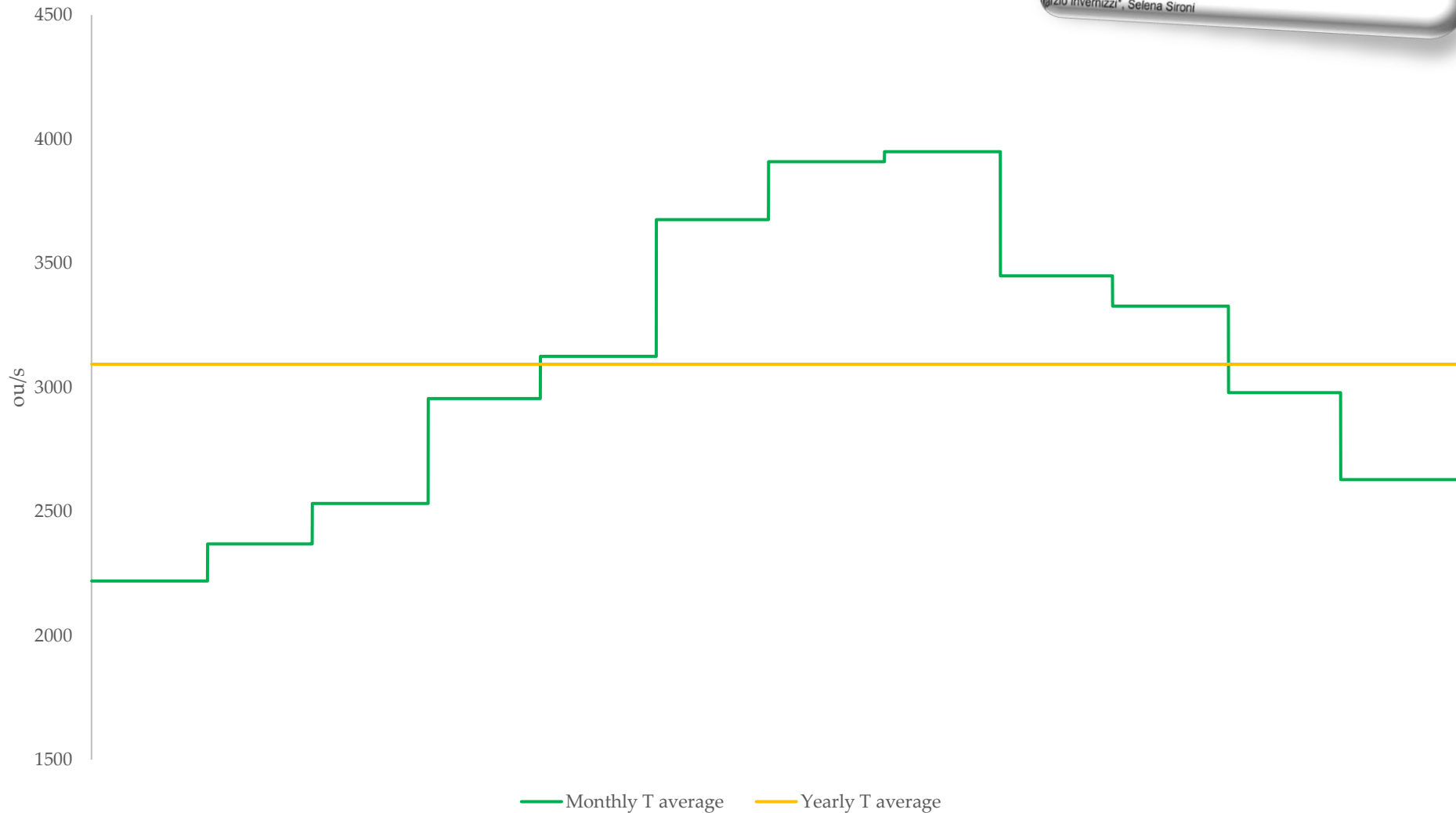
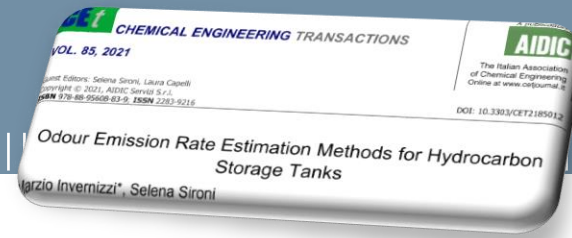
$$L_F = F_F \cdot M_v \cdot K_C \cdot P^*$$

$\propto T$

EFRT yearly temperature trend

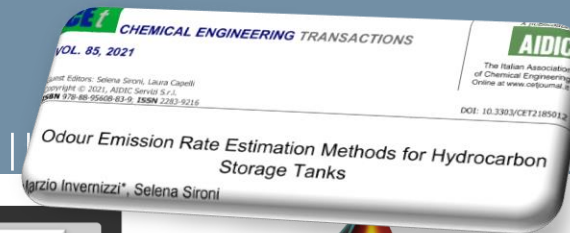
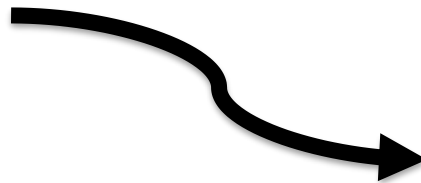


EFRT yearly OER trend



External floating roof tanks: ER calculation

(U.S. EPA, 2020)



Cut	N EFRTs	(U.S. EPA, 2020) TANKS 4.09D L_{tot} [kg/y]	L_{tot} [kg/y]	Under estimation	Average stock temperature [°C]
Crude oil RVP 5	10	30025	30025	0%	30
Motor Gasoline RVP 7	9	60169	60169	0%	25
Motor Gasoline RVP 10	9	89827	89827	0%	25
Motor Gasoline RVP 13	1	16907	16907	0%	25
Jet naphtha (JP-4)	9	16957	16413	3%	26
Jet kerosene	9	542	533	2%	27
Distillate fuel oil No. 2	30	2485	1753	29%	41
No. 6 fuel oil	12	889	386	57%	64
TOTAL	89	217801	216014	1%	37

SEMPLICI

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

Areali liquide quiescenti

Areali liquide aerate

Cumuli

Serbatoi di stoccaggio

Edifici

[...]

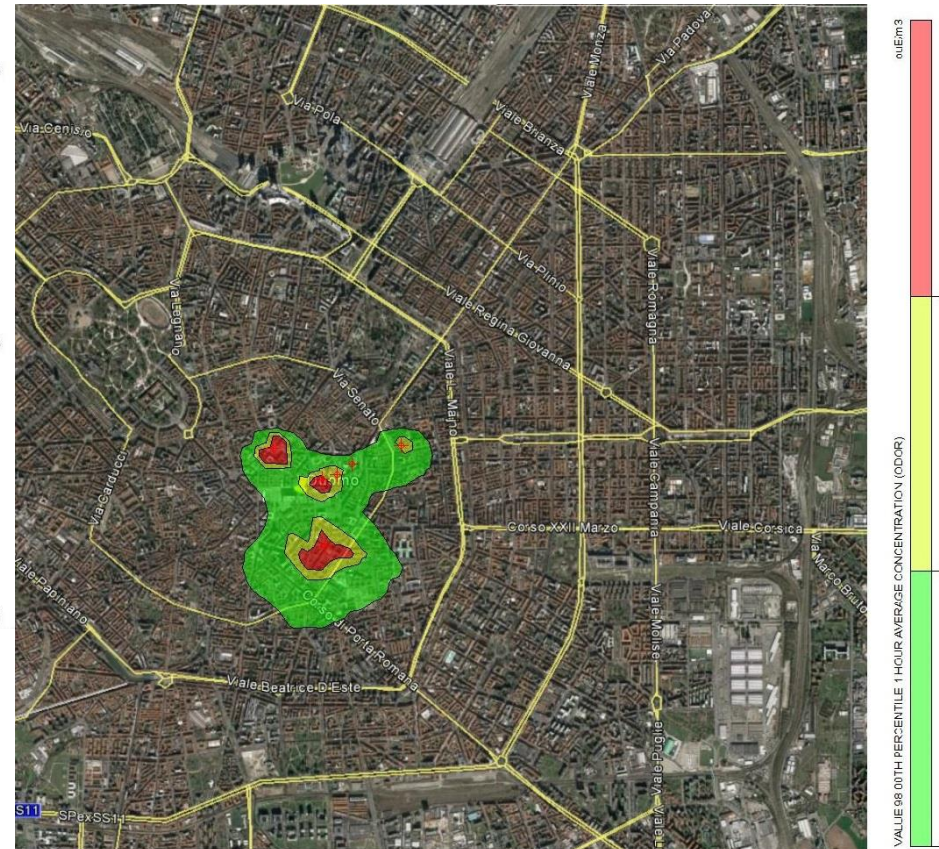
Take home messages



- **Le emissioni odorigene sono molto spesso generate da sorgenti non puntuali => è necessario trovare delle maniere caratterizzarle**



Laboratorio
olfattometrico



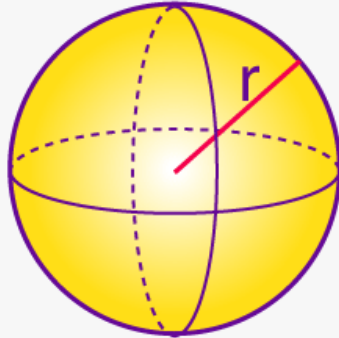
POLITECNICO MILANO 1863

Take home messages



- Le emissioni odorigene sono molto spesso generate da sorgenti non puntuali => è necessario trovare delle maniere caratterizzarle
- **È buona norma focalizzarsi sulle emissioni potenzialmente rilevanti e non strettamente localizzate**

Volume of a Sphere



$$= \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$C_{od} \propto \frac{1}{r^3}$$

Take home messages



- Le emissioni odorigene sono molto spesso generate da sorgenti non puntuali => è necessario trovare delle maniere caratterizzarle
- È buona norma focalizzarsi sulle emissioni potenzialmente rilevanti e non strettamente localizzate
- **Il meccanismo a valle dell'emissione è la dispersione/diluizione: non è possibile trovare concentrazioni di odore più elevate sottovento la sorgente che dentro la sorgente**

$$C = \frac{Q}{u} \cdot \frac{f}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{g_1 + g_2 + g_3}{\sigma_z \sqrt{2\pi}}$$

f = crosswind dispersion parameter

$$= \exp \left[- y^2 / (2 \sigma_y^2) \right]$$

g = vertical dispersion parameter = $g_1 + g_2 + g_3$

g_1 = vertical dispersion with no reflections

$$= \exp \left[- (z - H)^2 / (2 \sigma_z^2) \right]$$

g_2 = vertical dispersion for reflection from the ground

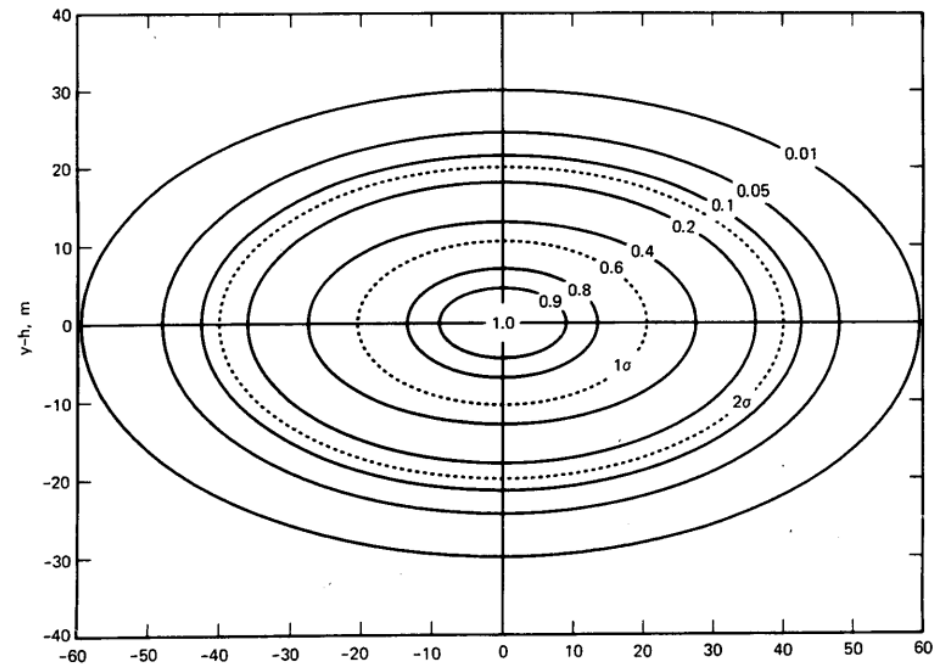
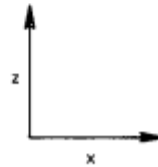
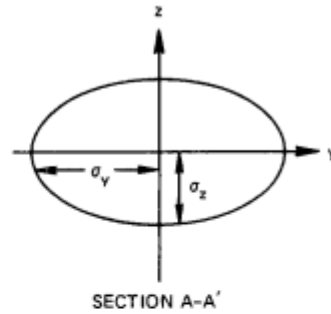
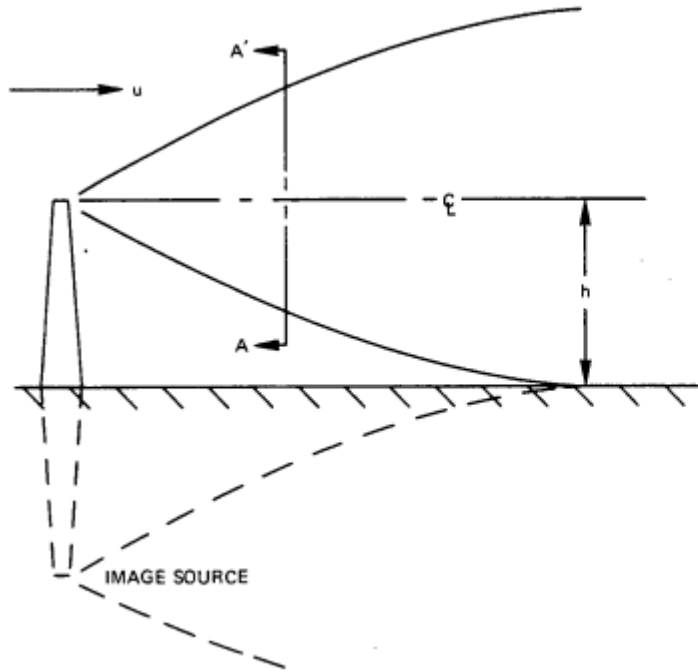
$$= \exp \left[- (z + H)^2 / (2 \sigma_z^2) \right]$$

$$\sigma_y(x) = \exp(I_y + J_y \ln(x) + K_y [\ln(x)]^2)$$

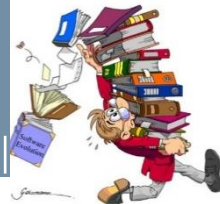
$$\sigma_z(x) = \exp(I_z + J_z \ln(x) + K_z [\ln(x)]^2)$$

(units of σ_z , and σ_y , and x are in meters)

Dispersione gaussiana



Take home messages

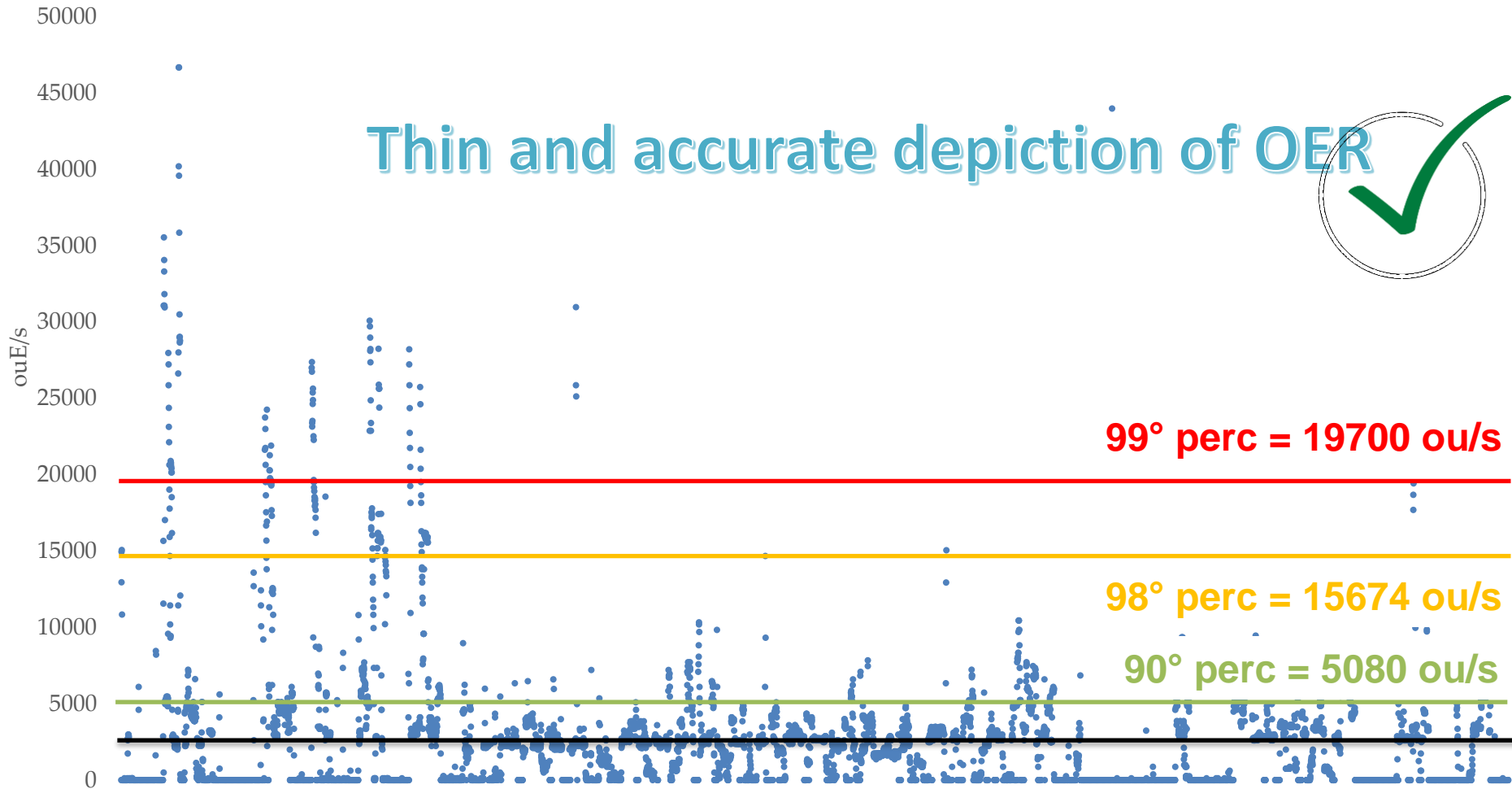


- Le emissioni odorigene sono molto spesso generate da sorgenti non puntuali => è necessario trovare delle maniere caratterizzarle
- È buona norma focalizzarsi sulle emissioni potenzialmente rilevanti e non strettamente localizzate
- Il meccanismo a valle dell'emissione è la dispersione/diluizione: non è possibile trovare concentrazioni di odore più elevate sottovento la sorgente che dentro la sorgente
- **L'odore è un fenomeno di picco: più si 'spalmano' le emissioni, meno sarà facile fotografare i possibili momenti di odore**

Variable emission rate

OER

Thin and accurate depiction of OER





- marzio.invernizzi@polimi.it
- <https://labolfattometrico.chem.polimi.it/>
- [Laboratorio Olfattometrico @ PoliMi](#)

