



POLITECNICO
MILANO 1863

Accettabilità dell'impresa sul territorio: tecniche di controllo e monitoraggio delle emissioni di stabilimenti industriali

Prof. Dott. Ing. Selena Sironi

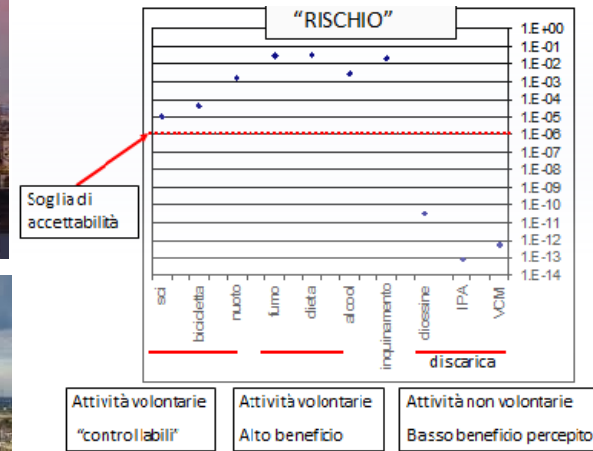
Selena.sironi@polimi.it

Tipo di impresa-
settore

Pregresso sul
territorio
Credibilità

Localizzazione
dell'impresa

Percezione del
rischio vs rischio
reale

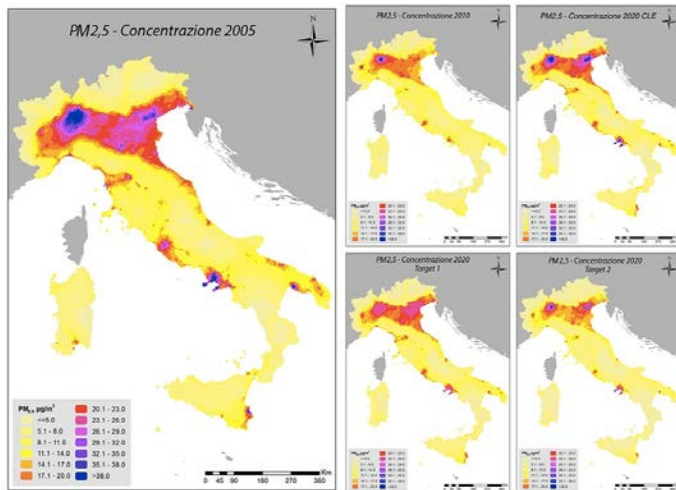


Ridurre gli impatti
sul territorio

Coinvolgere gli
enti di controllo
nei piani di
miglioramento

Informare il
territorio/cittadini
- citizen science

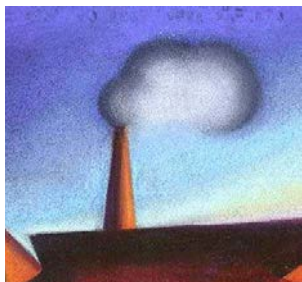
Essere e avere
consulenti credibili



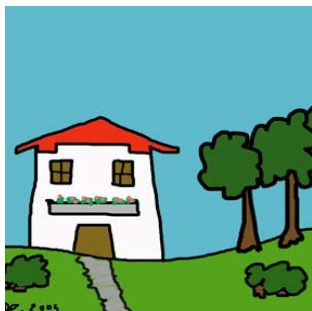
matrici	anni							totale matrice
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
acqua	18	32	49	34	20	30	20	203
altro*	58	101	98	93	51	52	43	496
amianto	83	83	111	84	64	52	50	527
aria emissioni	22	64	40	47	49	58	54	334
aria puzze	195	570	153	482	92	135	114	1741
rifiuti abbandonati	21	27	30	24	21	24	17	164
rifiuti gestione	8	20	39	26	20	15	33	161
rumore e vibrazioni	78	113	78	81	54	72	53	529
Totale complessivo	483	1010	598	871	371	438	384	4155

Dati Regione Piemonte

EMISSIONI/ SORGENTE



IMMISSIONI/ RICETTORE



MISURE SENSORIALI

- Olfattometria dinamica (EN 13725:2003)

MISURE STRUMENTALI

- Analisi chimica (con speciazione, singoli gas, non specifica)
- Naso elettronico (IOMS)

METODI MATEMATICI

- OEF
- Database emissivi

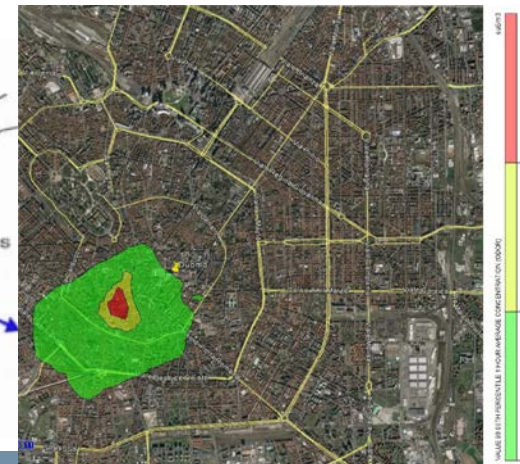
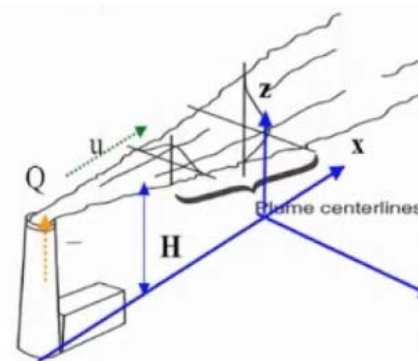
- Modelli di dispersione delle emissioni

Analisi
dello
scenario
emissivo

Campagna
olfattometrica e
quantificazione
dei flussi di
odore

Modellazione
di dispersione
atmosferica

Valutazione di
impatto





PRIMA DI TUTTO



Studio materiale descrittivo dell'impianto (studi precedenti, relazioni, autorizzazioni)

Sopralluogo approfondito (con tante domande)

Conoscenza del processo

Inventario delle emissioni:

- **Non banalizzare (si è sempre fatto così...)**
- **Studiare laddove non è noto dalla letteratura come procedere**
- **Affidarsi a strumenti di cui si conoscano affidabilità e limiti**

“SEMPLICI”

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- Areali liquide quiescenti
- Areali liquide aerate
- Edifici
- Serbatoi di stoccaggio
- Cumuli
- Discariche



SORGENTI PUNTUALI



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

CONDIZIONI NORMALI PER
L'OLFATTOMETRIA

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



SORGENTI AREALI ATTIVE

$Q_{air} > 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$



“SEMPLICI”

Prontuali (e.g. c...

Aree attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- Areali liquide quiescenti
- Areali liquide aerate
- Edifici
- Serbatoi di stoccaggio
- Cumuli
- Discariche

“SEMPLICI”

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- **Areali liquide quiescenti**
- **Areali liquide aerate**
- Edifici
- **Serbatoi di stoccaggio**
- Cumuli
- Discariche

“SEMPLICI”

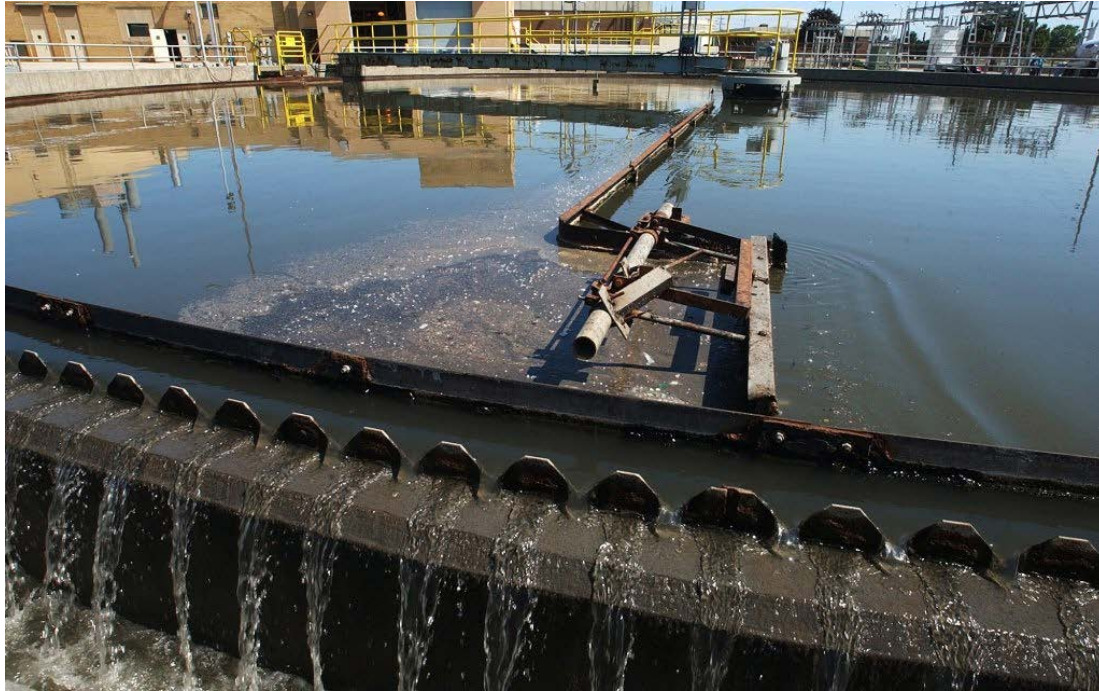
Puntuali (e.g. camini)

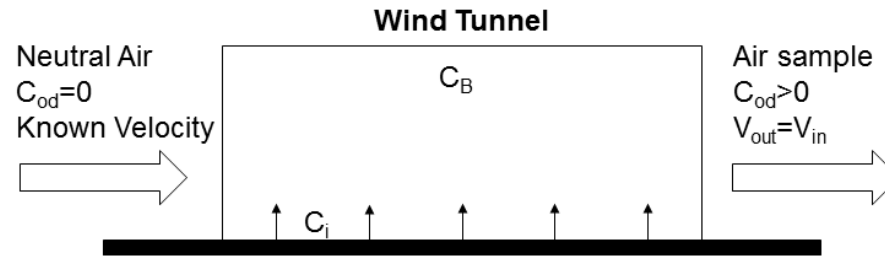
Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- **Areali liquide quiescenti**
- Areali liquide aerate
- Edifici
- Serbatoi di stoccaggio
- Cumuli
- Discariche

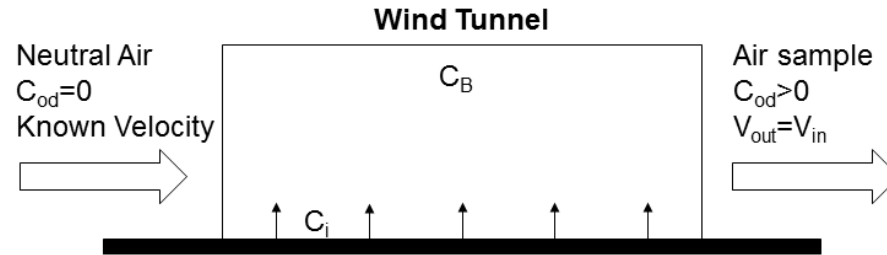
AREALI LIQUIDE QUIESCIENTI





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

Specific Odour
Emission Rate
[ou_E/m²s]



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

Concentrazione di odore misurata
in uscita dalla WT [ou_E/m^3]

Superficie di vasca
occupata dalla cappa [m^2]

Flusso d'aria inviato alla
cappa [m^3/s]



OER DA SUPERFICI LIQUIDE

$$k_G = 0.664 \left(\frac{D_{i,air}^4}{L_{WT}^3 \nu} \right)^{\frac{1}{6}} u_{WT}^{1/2}$$

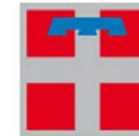
(Bliss et al., 1995; Capelli et al., 2009).



PROVINCIA
AUTONOMA DI TRENTO

$$C_{od} \propto \nu^{-n}$$

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



REGIONE
PIEMONTE

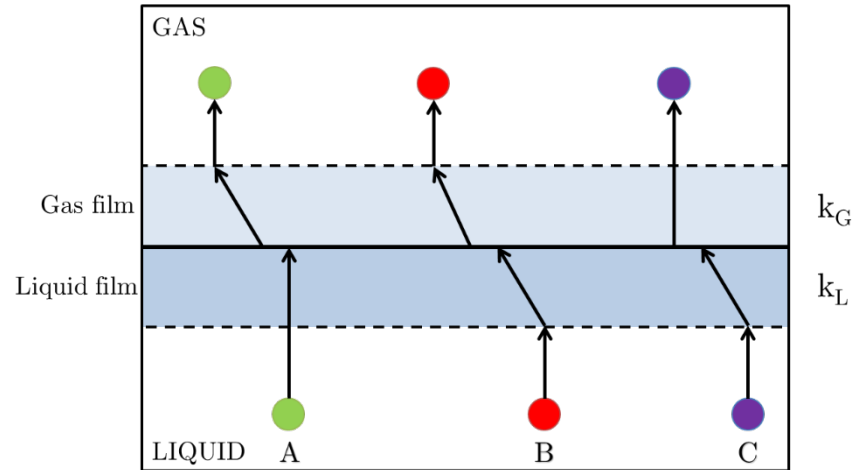


Regione
Lombardia



REGIONE
PUGLIA

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

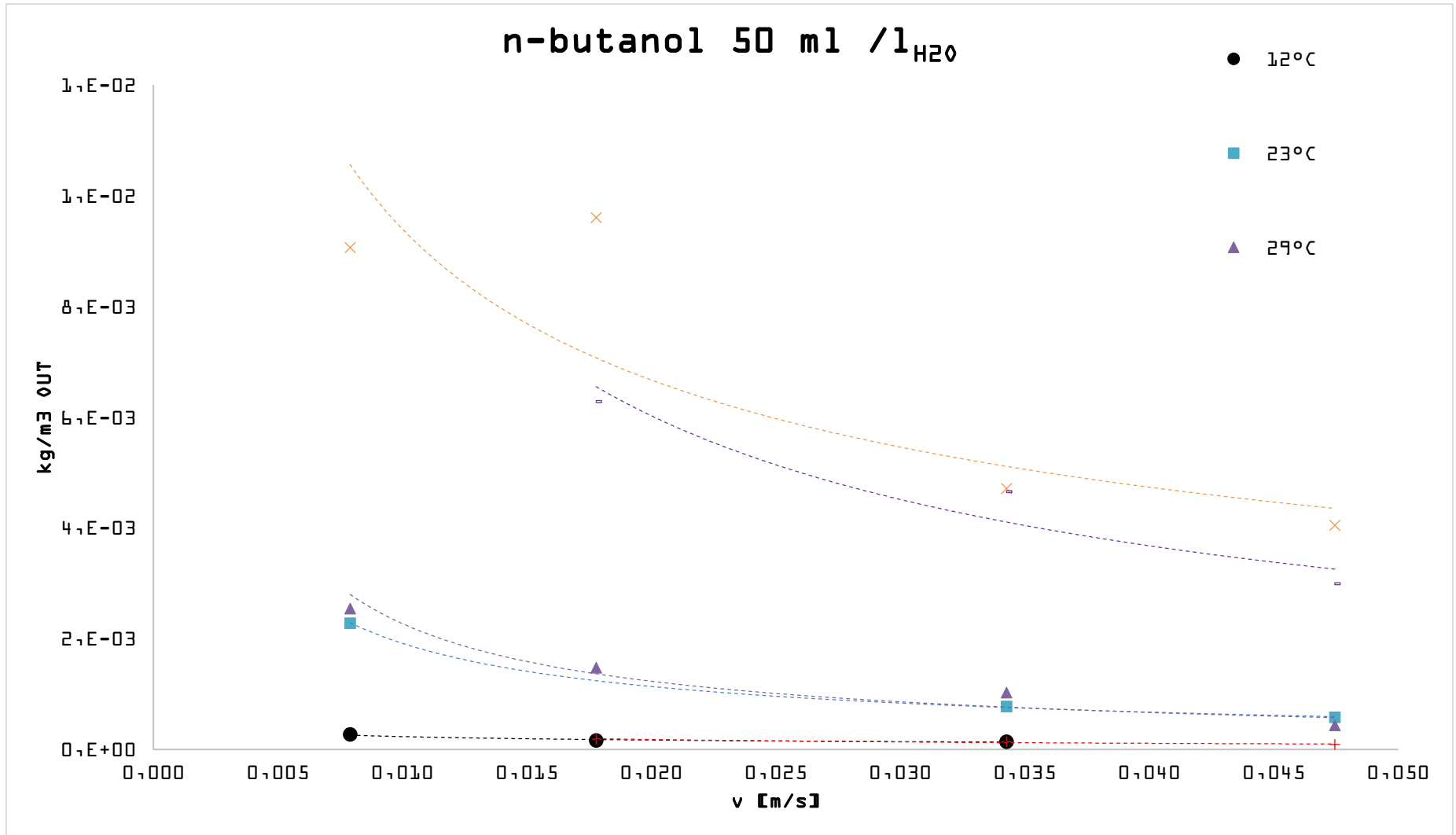


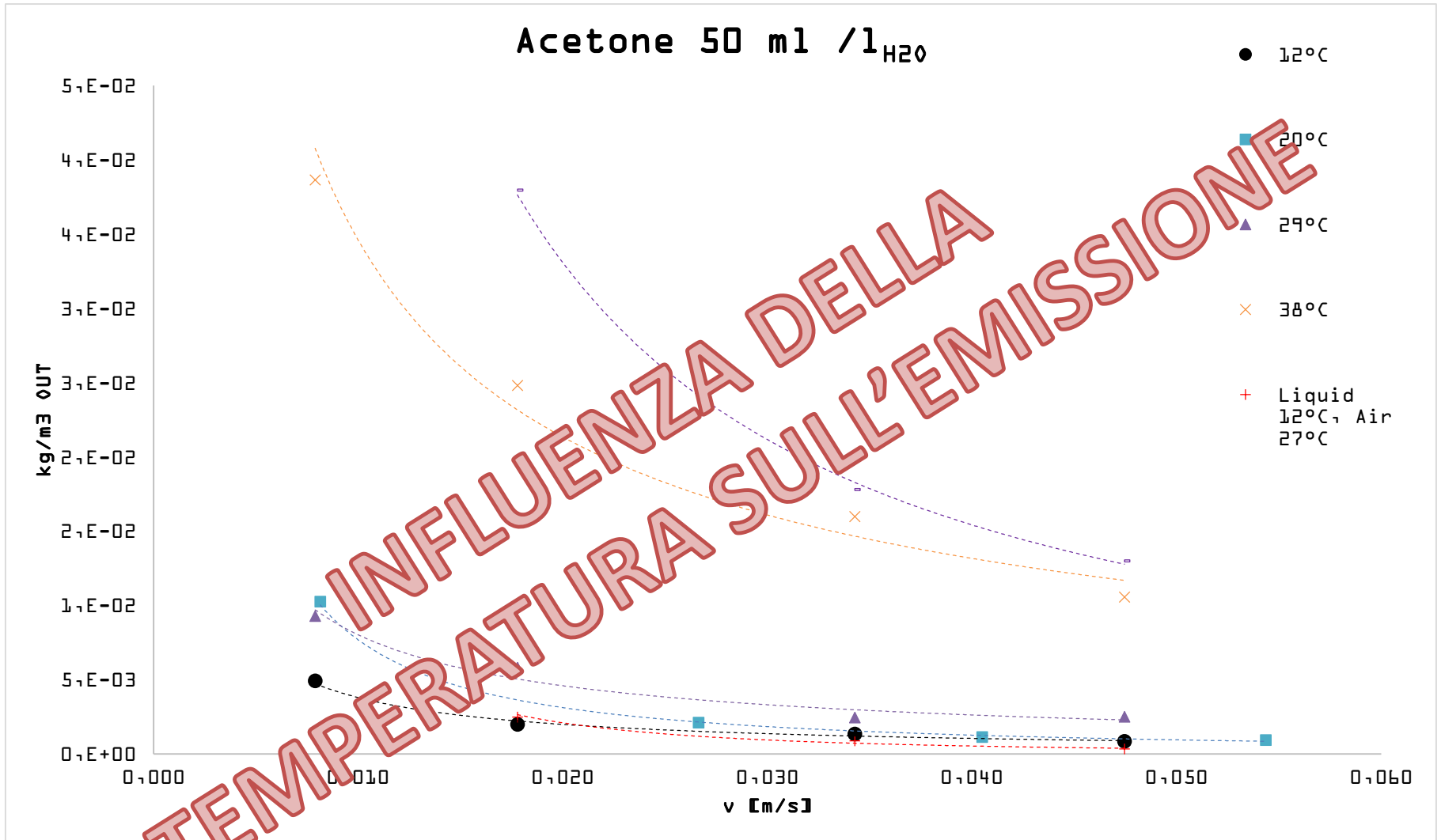
$$C_G^{eq} = \Lambda_{eq} \cdot C_L^{eq}$$

$$C_G^{eq} = \frac{P_i^{\circ}(T) \cdot \gamma_i}{RT C_L^{TOT}} C_L^{eq}$$

$$C_G^{eq} = K_H^{cc} \cdot C_L^{eq}$$







“SEMPLICI”

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- Areali liquide quiescenti
- **Areali liquide aerate**
- Edifici
- Serbatoi di stoccaggio
- Cumuli
- Discariche



POLITECNICO
MILANO 1863

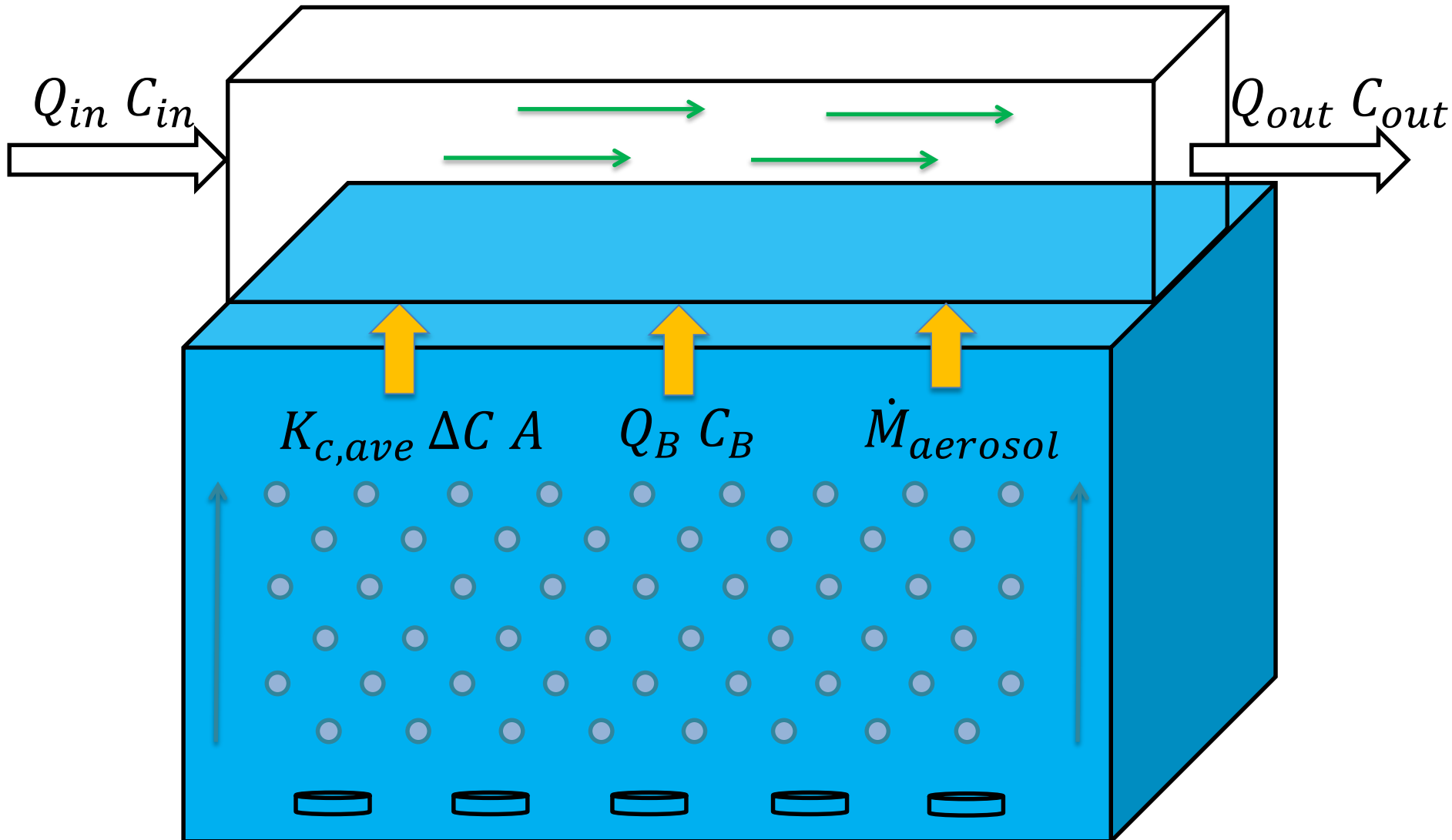
DIPARTIMENTO DI CHIMICA,
MATERIALI E INGEGNERIA CHIMICA
GIULIO NATTA



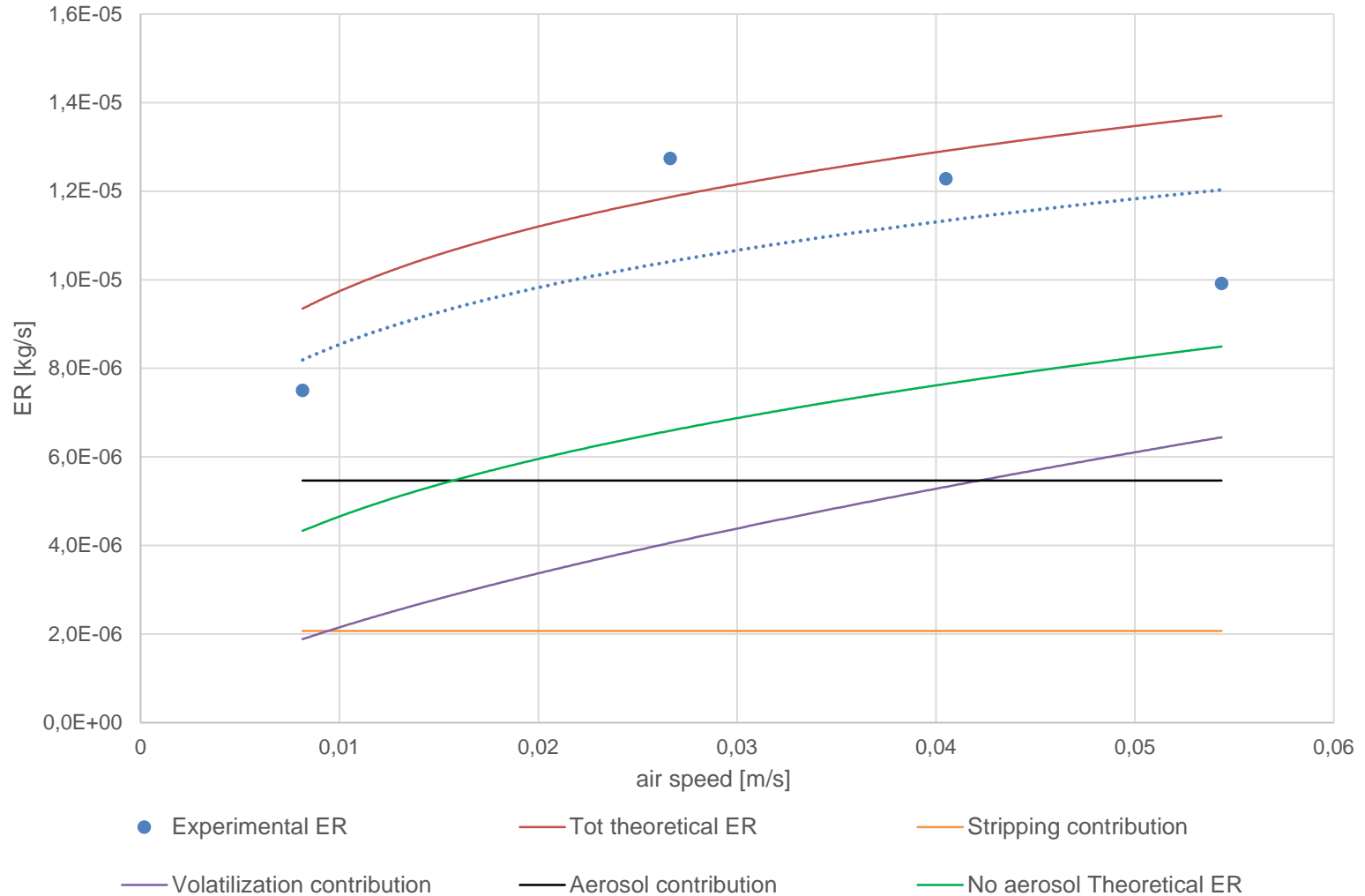
$Q_{air} < 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

$Q_{air} \sim 5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

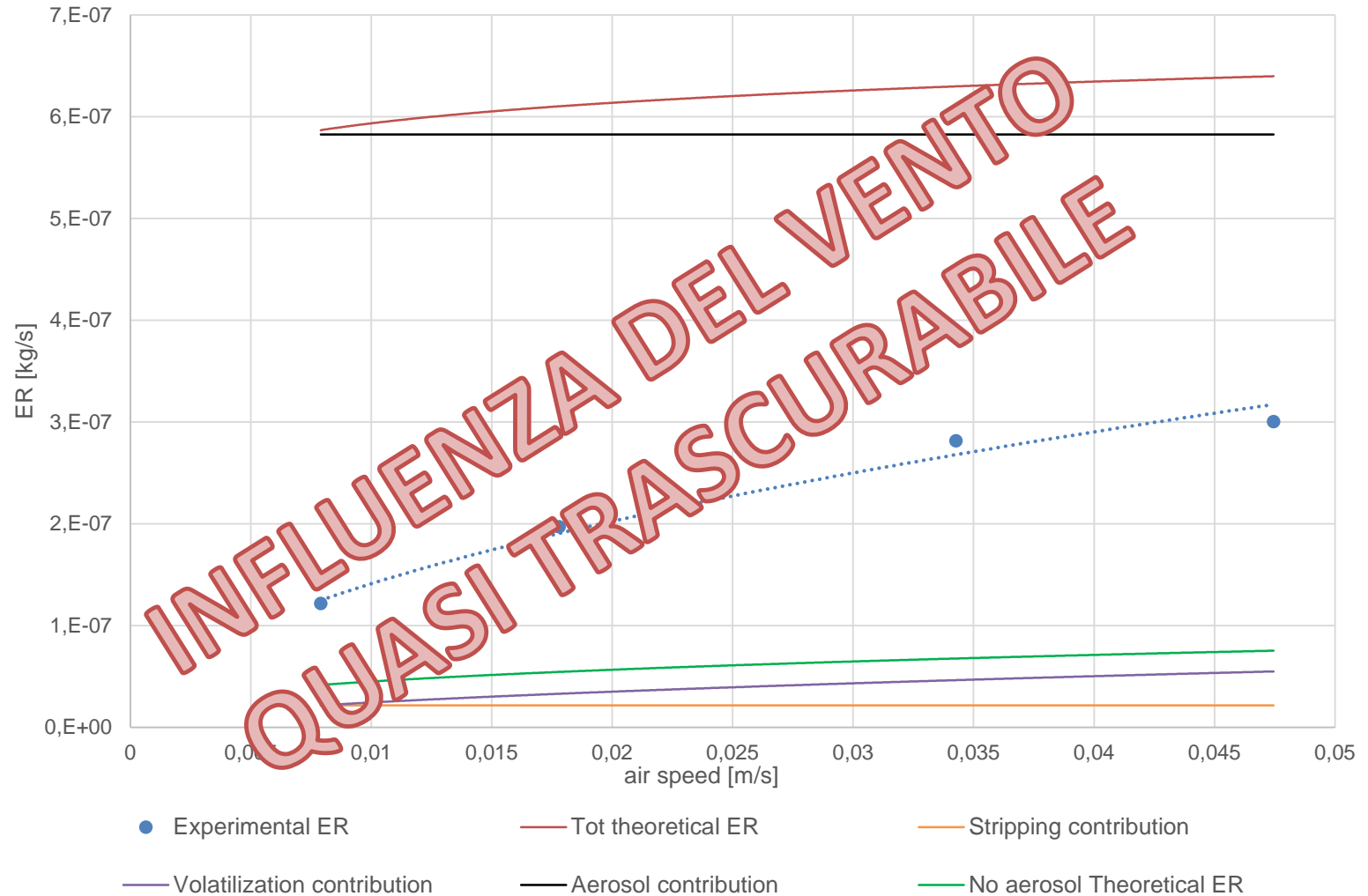
In teoria sorgenti non attive



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



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



“SEMPLICI”

Puntuali (e.g. camini)

Areali attive (e.g. biofiltri)

COMPLESSE

- Areali liquide quiescenti
- Areali liquide aerate
- Edifici
- **Serbatoi di stoccaggio**
- Cumuli
- Discariche



Fixed roof tanks



- Working losses (filling)
- Breathing losses

Floating roof tanks



- Working losses (withdrawals)
- Fitting losses



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI CHIMICA,
MATERIALI E INGEGNERIA CHIMICA
GIULIO NATTA



Laboratorio
fattometrico

POLITECNICO MILANO 1863

Stima emissioni fuggitive

INPUT

- Geometria
- Chimica fisica
- Meteo



TANKS 4.09d

OUTPUT

ER
[kg/y]

- Bilanci di massa
- Correlazioni sperimentali



TANKS 4.09d



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

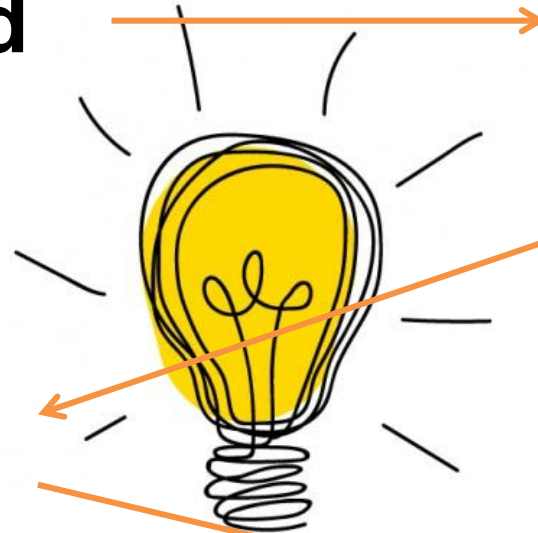


$$\text{OER} = \left[\frac{\text{ou}_E}{\text{s}} \right]$$



TANKS 4.09d

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



IDEA

designed by freepik.com



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

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

Invernizzi, M., Ilare, J., Capelli, L., & Sironi, S. (2018). Proposal of a method for evaluating odour emissions from refinery storage tanks. *Chemical Engineering Transactions*, 68,

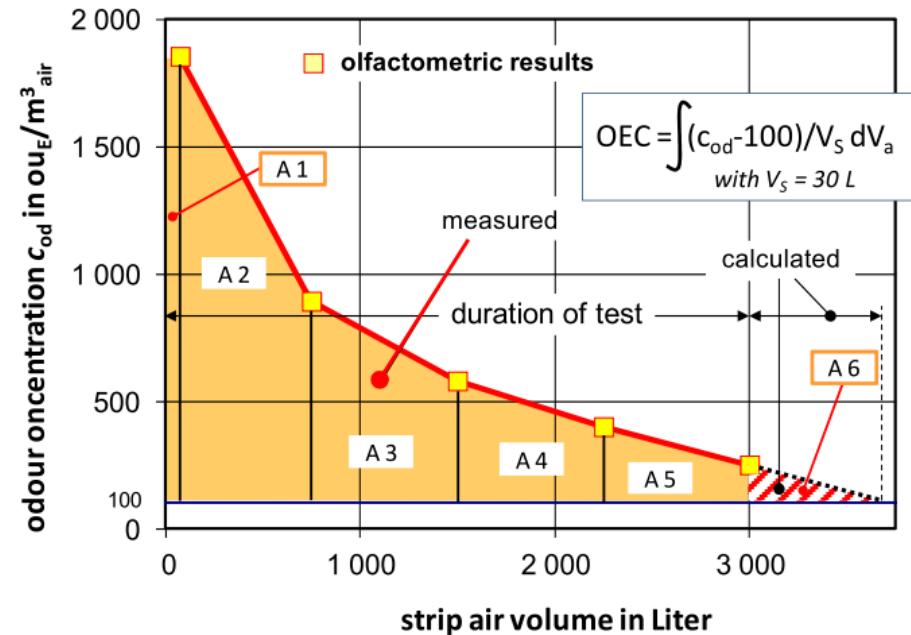
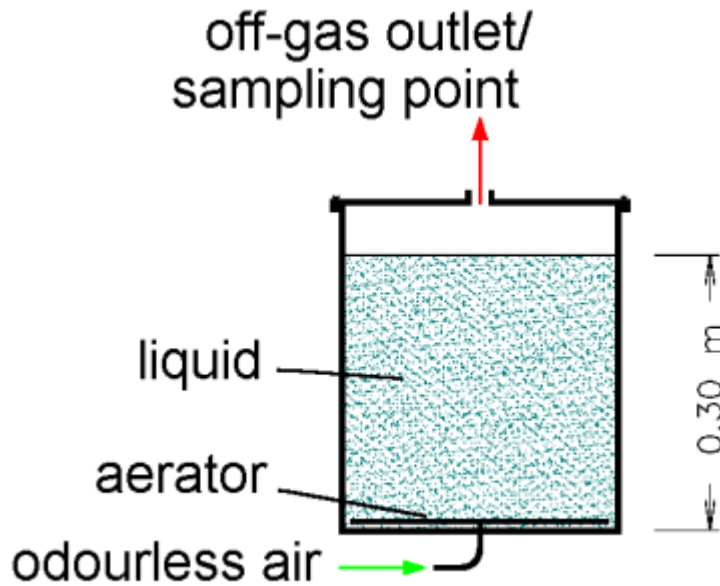
Odor emission capacity



POLITECNICO
MILANO 1863

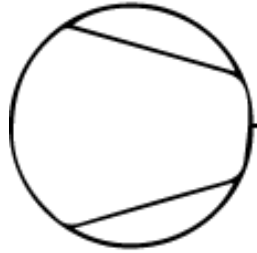
DIPARTIMENTO DI CHIMICA,
MATERIALI E INGEGNERIA CHIMICA
GIULIO NATTA

Franz-Bernd Frechen, Wulf Köster, Odour emission capacity of wastewaters – Standardization of measurement method and application, Water Science and Technology, 38, 3, 61-69

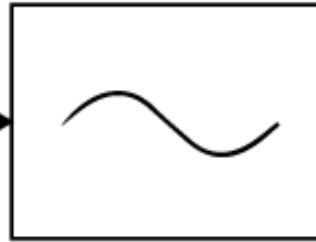




Syntetic air

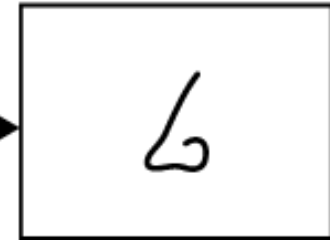


Flowmeter

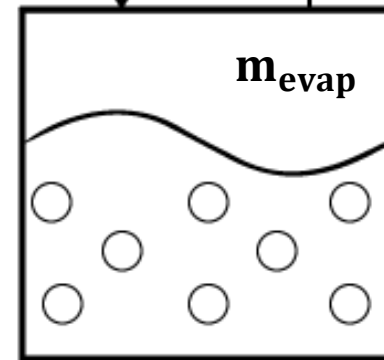


Q_{air}
(constant)

Dynamic
olfactometry



C_{od}



Bubbler

Gorgogliatore

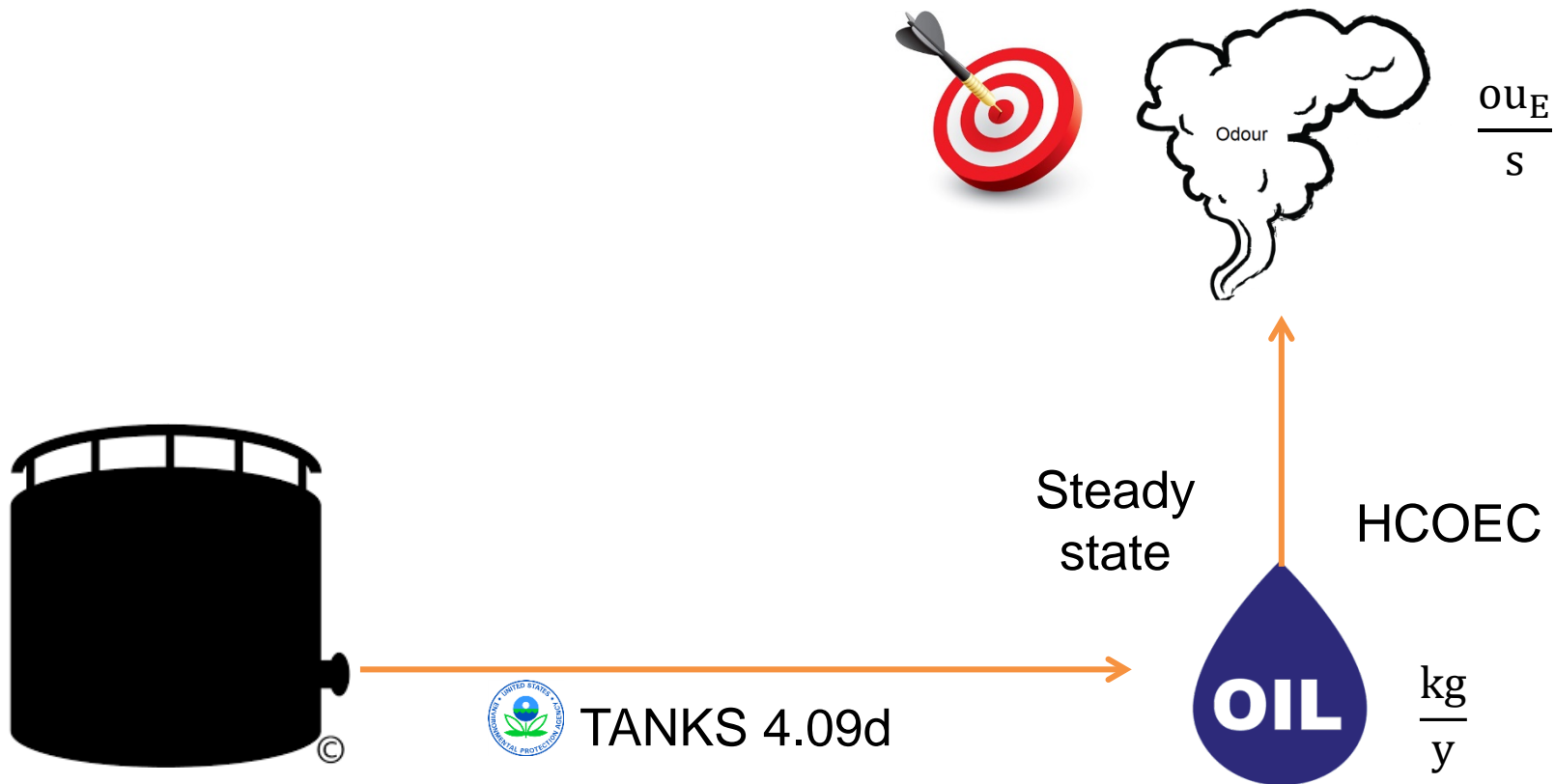


$$\mathbf{Od}_{\text{instant}} [\mathbf{ou}_E] = \mathbf{Q}_{\text{air}} \left[\mathbf{m}^3 / \mathbf{s} \right] \cdot \mathbf{C}_{\text{od}} \left[\mathbf{ou}_E / \mathbf{m}^3 \right] \cdot \mathbf{d}\tau [\mathbf{s}]$$

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

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

EMISSIONE DI ODORE DA SERBATOI

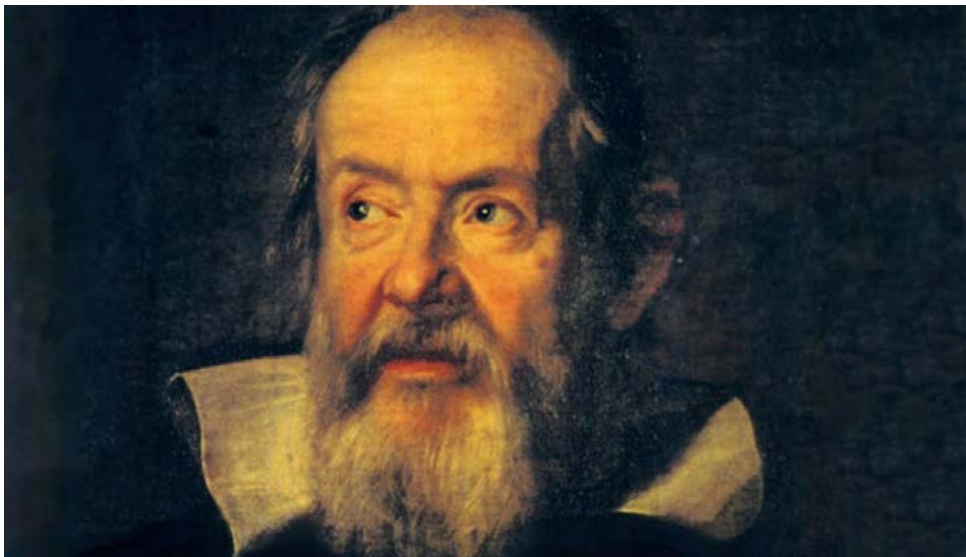


Grazie per l'attenzione



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI CHIMICA,
MATERIALI E INGEGNERIA CHIMICA
GIULIO NATTA



*«Misurate ciò che è misurabile e
rendete misurabile ciò che non lo è»*

*Laboratorio
Ofattometrico*

Selena Sironi

Full Professor
Dpt Chemistry, Materials and Chemical Engineering
Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 Milano (Italy)
Tel. 0223993292
Mob. 3388473061
<https://www.cmic.polimi.it/>
<https://labolfattometrico.chem.polimi.it/>
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15760892800>

*Laboratorio
Ofattometrico*

POLITECNICO MILANO 1863