

# Il caffè: fragranza o odore?

## Quando il caffè diventa un fastidio?



consulenze  
ambientali

Dott. Giorgio Grilli

Dott. Chim. Daniele Zamboni



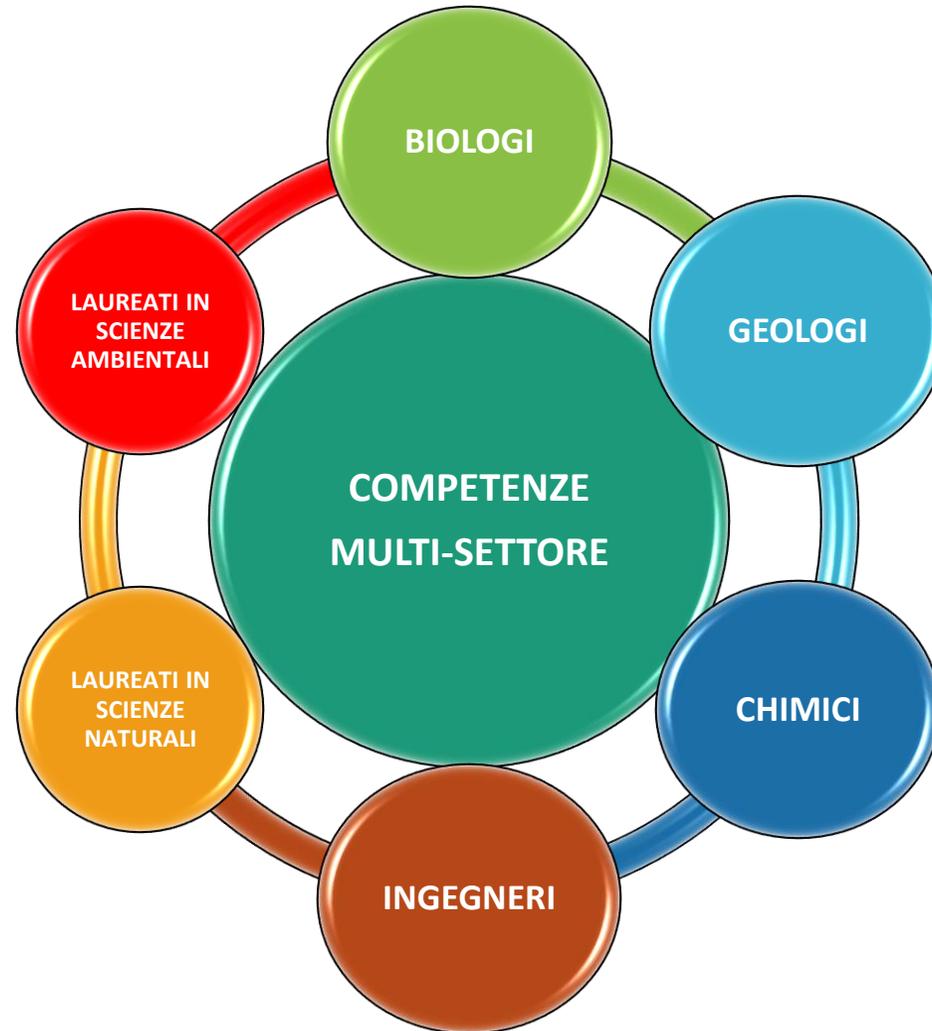
14 Settembre 2021

*Scuola Odori 2021*

Il gruppo C.A. è formato da circa 100 dipendenti divisi in più settori:

- **Monitoraggi ambientali** (qualità dell'aria, suolo e sottosuolo)
- **Acqua** (classificazione degli scarichi, progettazione e gestione di impianti di trattamento)
- **Emissioni** (controlli periodici, verifiche sistemi di monitoraggio, valutazioni impiantistiche, impatti odorigeni, stima delle ricadute, rumore)
- **Rifiuti** (classificazione, gestione amministrativa e smaltimento - circa 100.000 tonnellate all'anno)
- **Igiene e sicurezza sul lavoro** (valutazione dei rischi e gestione emergenze)
- **Autorizzazioni e sistemi di gestione** (pratiche varie, AIA, AUA, impatto ambientale)
- **Progettisti formatori**





## Laboratorio di analisi

Dal 1980 il laboratorio esegue controlli analitici su parametri e matrici differenti come acque, rifiuti, terreni, ambienti di lavoro, atmosfera, alimenti e carcasse, cosmetici e prodotti tecnici.



## Dal 1992 siamo accreditati ACCREDIA (n°0040)

Con il termine ACCREDITAMENTO di un laboratorio di prova si intende un formale riconoscimento della conformità di un laboratorio alle prescrizioni della norma **UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018** e di ACCREDIA



L'accREDITAMENTO da una **GARANZIA** ai clienti, attraverso verifiche tecniche periodiche da parte dell'Organismo di AccredITAMENTO, sulla competenza ed imparzialità del Laboratorio nella effettuazione delle prove Accreditate

**N°150 PARAMETRI ACCREDITATI SU VARIE TIPOLOGIE DI MATRICI**



**Nel 2018 abbiamo ottenuto anche la certificazione ISO 9001 per la gestione del Sistema Qualità a livello aziendale (certificato n°251792-2017-AQ-ITA-ACCREDIA)**



Olfattometria



## Laboratorio di olfattometria dinamica

- ❖ Analisi di olfattometria dinamica secondo la norma UNI EN 13725:2004 per la misurazione della concentrazione di odore.



## Premessa al caso studio: il caffè

Quello che comunemente viene chiamato “odore di tostatura fresca” contiene miriadi di sfumature, sentori di caramello, idee di pane appena estratto dal forno, fragranze di cioccolato, effluvi fruttati, note agrumate, aromi di frutta secca che possono essere percepiti ed identificati in maniera diversa e personale. Se annusato per ore però l’odore del caffè può trasformarsi in un fastidio con sensazioni anche sgradevoli. Per studiare questo argomento ci colleghiamo ad uno studio eseguito dalla nostra società, più precisamente una valutazione previsionale di impatto odorigeno e uno studio di ricaduta post avviamento.



## Origini Caffè: La provenienza e le tipologie

Si attribuiscono le origini del Caffè all’Etiopia, nella regione abissina di Kaffa, da dove si è diffusa nello Yemen, in Arabia ed Egitto. Il caffè giunse in Europa intorno al Seicento, ma gli Arabi ne facevano largo uso da molti secoli. Il consumo di questa bevanda, inizialmente chiamata vino d’Arabia, si diffuse nel 1700. Venezia, una delle più importanti città marinare, lo commercializzò e qui nacquero i primi locali in cui era possibile degustarla. Il caffè è consumato in quasi tutto il mondo, il volume di affari che si muove intorno a questo prodotto è enorme. Per valore economico è ai primi posti a livello mondiale, insieme a petrolio, acciaio e grano.



## Origini Caffè : La provenienza e le tipologie



Molte sono le specie di piante del genere Coffea, ma solo due hanno rilevanza economica per la produzione del caffè. La [Coffea arabica](#), detta solitamente arabica, e la [Coffea canephora](#), nota comunemente come robusta. Delle due specie esistono poi molte varietà.

Dall'**Arabica** si ottiene un caffè di ottima qualità, aromatico, con sapore meno amaro e più persistente.

Ha una percentuale di caffeina dell'0,9-1,7% e rappresenta i 3/4 della produzione mondiale.



La **Robusta** ha una più elevata percentuale di caffeina (dal 1,6 al 2,8%) e costituisce 1/4 della produzione mondiale.





## Fasi di lavorazione del caffè

Dopo la fase di raccolta, lavaggio, depellicolazione ed essiccazione, i chicchi di caffè vengono spediti alle varie aziende di torrefazione.

### Miscelazione

La miscelazione è una delle fasi più importanti dell'intera produzione poiché le varietà di caffè vengono mescolate per raggiungere il gusto e l'aroma unici per ogni miscela specifica.

### Torrefazione

Si divide in due fasi principali: tostatura e raffreddamento.

Nella prima, il chicco verde si tramuta nel caffè tostato dal tipico colore marrone e, in seguito a molte reazioni (tra le quali quella di Maillard), si sviluppano i principali composti chimici che determinano gli aromi e gli odori ad essi correlati.



## Fasi di lavorazione del caffè

Nella seconda fase della torrefazione invece il caffè tostato viene portato nelle vasche di raffreddamento dove gli aromi si sprigionano definitivamente in seguito alla spietatura del chicco.

### Macinazione e/o confezionamento

Terminata la torrefazione, il caffè può essere macinato oppure confezionato direttamente in chicchi.



## Chimica del caffè – Reazioni durante il processo di tostatura

I chicchi di caffè crudo sono costituiti per circa metà di carboidrati in varie forme (tra cui il saccarosio) e per l'altra metà da una miscela di acqua (10-12%), proteine e amminoacidi, lipidi (trigliceridi), acidi organici (acidi clorogenici o CGA, citrico, caffeico, malico, acetico ecc..) e alcaloidi (caffeina e trigonellina).

I chicchi verdi offrono poco in termini di aroma, hanno infatti un odore erbaceo e di fieno.

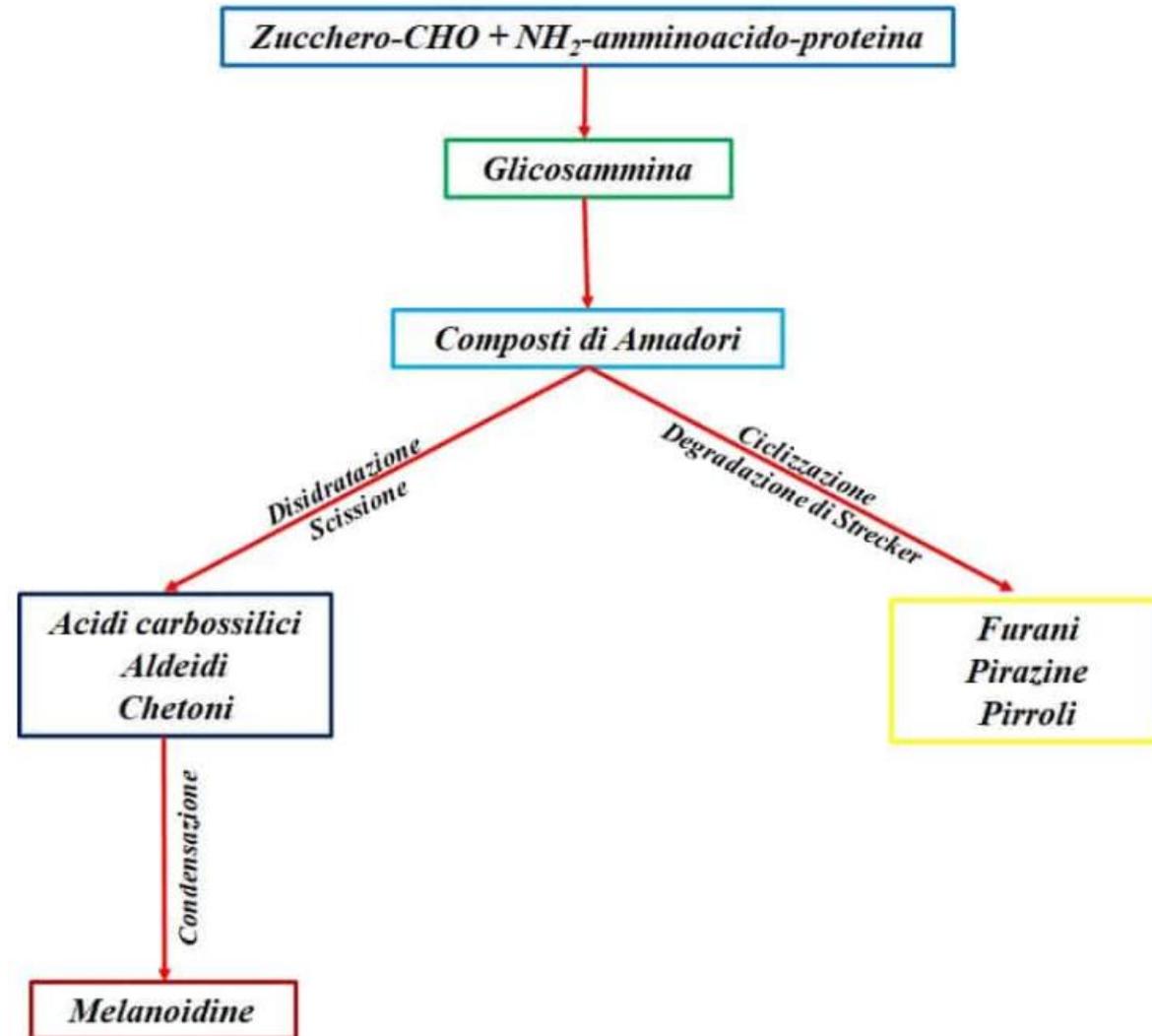
Lo sviluppo degli aromi, e conseguentemente di composti odorigeni, avviene a partire dalla tostatura.

Le reazioni coinvolte durante la tostatura sono:

- Reazione di Maillard
- Degradazione di Strecker
- Formazione di composti a base di zolfo a partire da intermedi della reazione di Maillard;
- Degradazione di trigonellina con formazione di piridine, pirazine e pirroli;
- Degradazione di acidi clorogenici con formazione di fenoli;
- Degradazione di pigmenti, soprattutto carotenoidi;
- Degradazione di lipidi, soprattutto diterpeni.



## Chimica del caffè Reazioni di Maillard



## Chimica del caffè – Componente volatile dopo tostatura

Il processo di torrefazione permette di aumentare la concentrazione di composti volatili, arrivando a sfiorare anche il migliaio di specie presenti in un seme e dando vita grazie alla loro combinazione, all'odore tipico del caffè. Le sostanze chimiche volatili possono essere classificate in:

- Tioli, tiofeni e tioazoli;
- Pirazine, piridine e pirroli;
- Furani;
- Aldeidi e chetoni;
- Fenoli.

Molecole odoranti in caffè tostato arabica e robusta

Composto	Concentrazione in Arabica (mg/kg)	Concentrazione in Robusta (mg/kg)
2-furfuriltiolo	1.08	1.73
Metionale	0.24	0.095
3-mercapto-3-metilbutilformiato	0.13	0.115
2-etil-3,5-dimetilpirazina	0.33	0.94
2,3-dietil-5-metilpirazina	0.095	0.31
Guaiacolo	4.2	28.2
4-vinilguaiacolo	64.8	177.7
4-etilguaiacolo	1.63	18.1
Vanillina	4.8	16.1
Beta-damascenone	0.195	0.205
4-idrossi-2,5-dimetil-3(2H)-furanone	109	57
3-idrossi-4,5-dimetil-2(5H)-furanone	1.47	0.63
5-etil-3-idrossi-4-metil-2(5H)furanone	0.16	0.085
5-etil-4-idrossi-2-metil-3(2H)furanone	17.3	14.3

Caffeine, Gene A. S., Health Research and Studies Center and Sphera Foundation Los Altos, California, 1998, CRC Press



## Caso studio

Valutazione previsionale di impatto odorigeno e studio di ricaduta post avviamento.

Per ottenere i permessi necessari all'avvio attività del cliente, abbiamo eseguito:

- studio impatto odorigeno costruito partendo da fattori di emissione ricavati da processi produttivi del tutto simili a quelli da autorizzare;
- successivo monitoraggio periodico sull'impianto specifico autorizzato.



## Principali sorgenti odorigene monitorate

Nel sito produttivo sono state individuate le seguenti emissioni in atmosfera come potenziali sorgenti odorigene:

- n° 3 Torrefattrici
- n° 3 Raffreddamenti
- n° 1 Trasporto caffè verde
- n° 1 Trasporto caffè tostato
- n° 4 Aspirazione da caffè in capsule
- n° 2 Pompe vuoto per confezionamento

Tutte le emissioni sono considerate come sorgenti puntiformi.



## Campionamento per analisi olfattometriche e chimiche

Per elaborare gli studi di ricaduta sono stati eseguiti campionamenti per analisi di olfattometria dinamica, per analisi chimiche di laboratorio (tramite prelievi con diversi supporti) e misure dirette con analizzatori in continuo.

I campioni per olfattometria dinamica sono stati effettuati con pompa a polmone e sacchi in Nalophan<sup>®</sup>, con l'utilizzo di un diluatore dinamico dove la temperatura e l'umidità sono risultate essere critiche per la condensazione del gas.

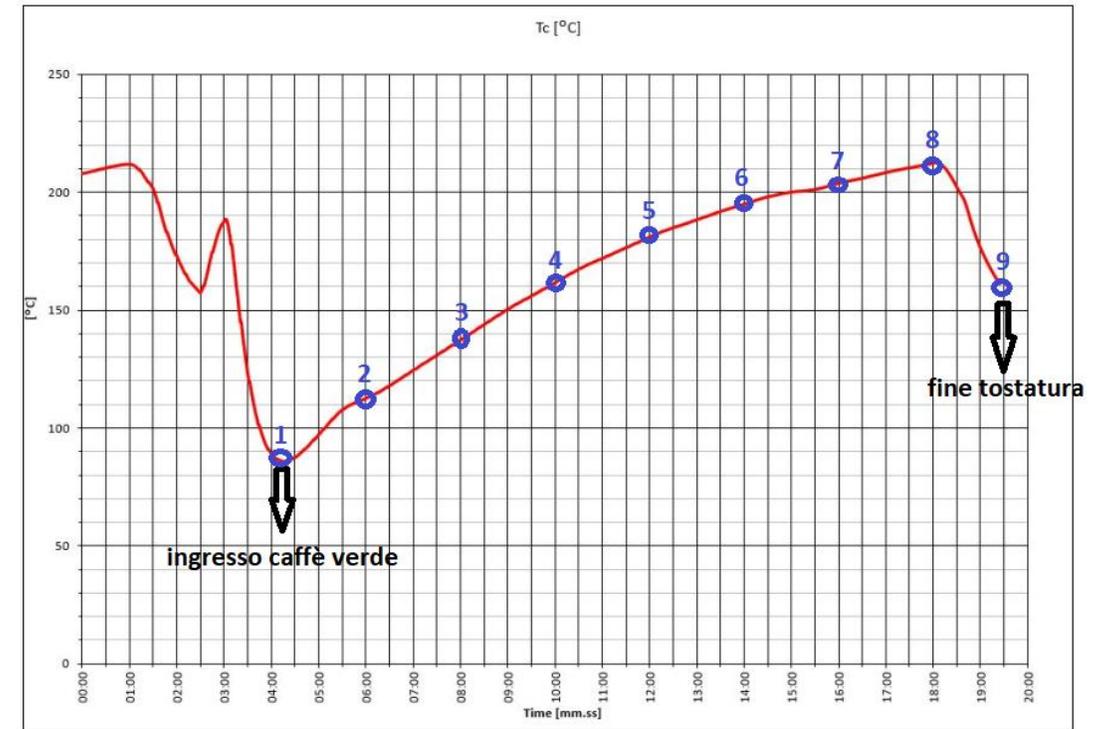
Per le analisi di laboratorio sono stati utilizzati tubi adsorbenti con diverse tipologie di riempimenti per analisi in GC-MS e HPLC, membrane filtranti per analisi gravimetriche e analizzatori a misura diretta per la determinazione del COT e degli ossidi di combustione.



## Modalità di campionamento

Per la corretta esecuzione del modello di previsione di impatto, i prelievi sono stati eseguiti in modalità differenti a seconda della tipologia di emissione.

Per le emissioni legate alle tostature ed ai raffreddamenti, essendo molto variabili e discontinue, sono stati effettuati più campionamenti consecutivi ad intervalli regolari per caratterizzare l'intero ciclo produttivo.



## Modalità di campionamento

Per caratterizzare le altre emissioni invece essendo costanti o di breve durata non è stato necessario effettuare campionamenti consecutivi multipli all'interno del medesimo ciclo produttivo.

Per le analisi chimiche i prelievi sono stati effettuati in modalità continua per l'intero ciclo produttivo per avere un LOQ conforme ai limiti autorizzativi.



## Analisi olfattometrica

L'analisi olfattometrica è stata effettuata in conformità alla norma UNI EN 13725:2004. Il principio del metodo consiste nel diluire il gas campione con aria neutra e prevede l'utilizzo del naso umano come sensore per la misura. La modalità utilizzata è quello del si/no dove all'esaminatore viene chiesto di valutare il gas presentato da una porta specifica e indicare se un odore è percepito oppure no.

La diluizione continua progressivamente fino a che non si raggiunge il numero di diluizioni per la quale almeno la metà dei valutatori percepisce l'odore. Tale concentrazione corrisponde alla soglia olfattiva di percezione del panel e viene definita come la concentrazione minima di odorante che è percepita con la probabilità del 50%.

La concentrazione di odore pertanto sarà uguale al fattore di diluizione alla soglia di percezione del panel.



## Analisi olfattometrica – accorgimenti adottati

Il tono edonico del caffè secondo la classificazione proposta da Zwaardemaker appartiene alla classe Empireumatico, ovvero alla famiglia di odori che come tonalità sono riassociabili a sostanze organiche carbonizzate non per combustione ma per riscaldamento.

1. Etereo (frutta)
2. Aromatico (chiodi di garofano)
3. Balsamico (fiori)
4. Ambrosio (muschio)
5. Agliaceo (cloro)
6. Empireumatico (caffè tostato)
7. Caprilico (formaggio)
8. Repellente (belladonna)
9. Fetido (corpi in decomposizione).

Considerato l'elevato spettro di molecole odorigene all'interno del caffè e la loro elevata persistenza, abbiamo adottato degli accorgimenti durante l'analisi al fine di mantenere conforme la soglia olfattiva del panel.



## Analisi olfattometrica – accorgimenti adottati

Gli accorgimenti adottati sono così riassumibili:

1 - nella serie di diluizioni è stato aumentato il numero di bianchi (aria neutra) dal 20% richiesto dalla norma al 40%;

2 - sono stati introdotti campioni «civetta» di aria neutra ed analizzati come se fossero campioni reali per verificare le variazioni delle soglie olfattive individuali dei componenti del panel;

3 - incremento del tempo di pulizia dello strumento (Flush) con aria neutra tra due campioni;

4 - aumento del tempo di pausa tra due campioni consecutivi;

5 - aumento del numero di campioni con gas standard (n-butanolo) per verificare la continua idoneità di risposta dei singoli individui.



## Modelli di diffusione degli odori

Per la stima dell'impatto odorigeno sono stati applicati i modelli matematici CALMET-CALPUFF nelle modalità e in conformità con le "Linee guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno" Regione Lombardia - D.g.r. 15 febbraio 2012 n. IX/3018.

Per l'elaborazione dello scenario sono stati inseriti i seguenti dati di input:

### Dati meteo (CALMET)

- Orografia del dominio
- Temperatura
- Direzione del vento
- Velocità del vento
- Precipitazioni
- Umidità relativa
- Radiazione globale
- Pressione atmosferica
- Copertura del cielo
- Altezza della base dello strato nuvoloso

### Dati emissivi (CALPUFF)

- Dati geometrici (altezza, diametro, quota orografica ecc..)
- Temperatura
- Velocità
- Portata di odore



## Risultati previsione di impatto odorigeno

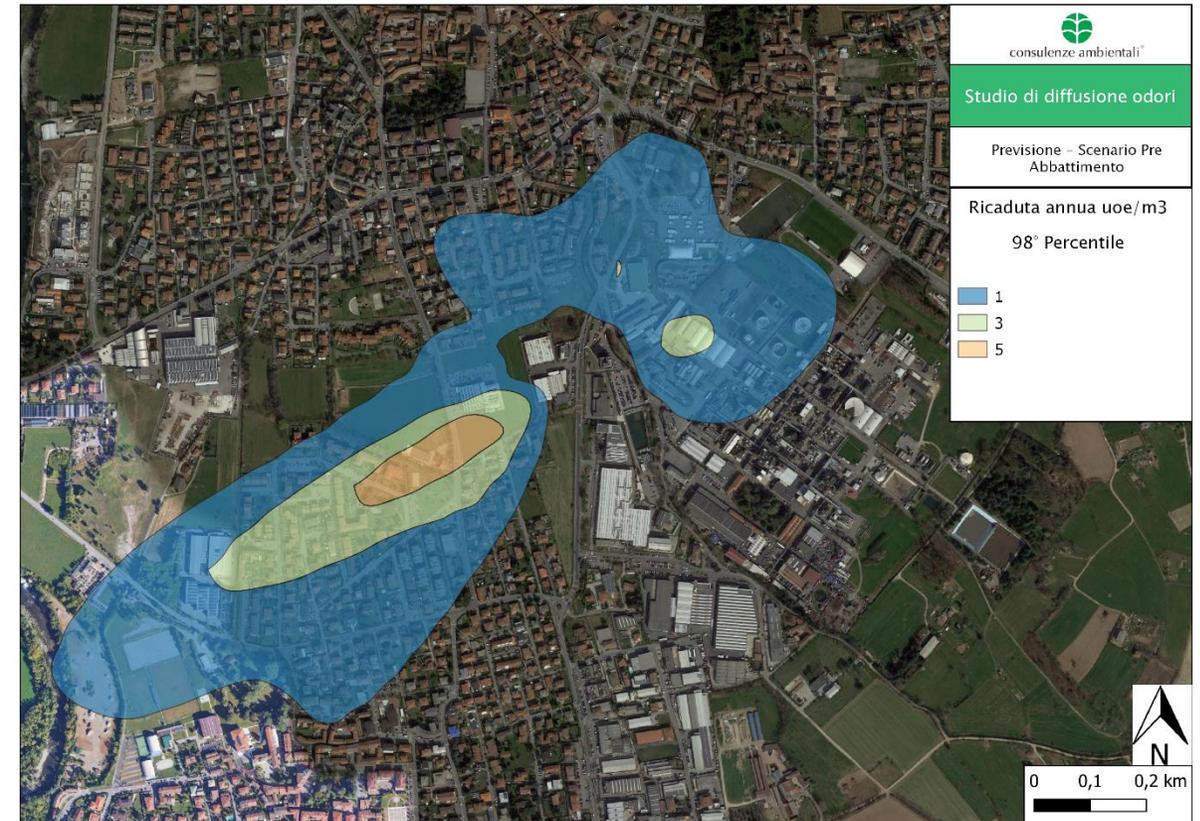
I dati di input utilizzati sono i seguenti:

FASE PREVISIONALE - PRE ABBATTIMENTO		
EMISSIONE	Concentrazione Odore [ $\mu\text{OE}/\text{m}^3$ ]	Portata Odore [ $\mu\text{OE}/\text{s}$ ]
Tostatura torrefattrice 1	5098	32500
Tostatura torrefattrice 2	2518	28540
Tostatura torrefattrice 3	1463	26825
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 1	8911	75250
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 2	5803	76400
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 3	2904	78410
Ricezione, carico e pulizia, trasporto pneumatico caffè verde	156	1540
Trasporto caffè tostato	96	2406
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 1-6	65	1468
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 2-5	55	1354
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 3-4	59	1657
Trasporto pneumatico caffè linee produzione piccoli lotti	67	1574
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 1-6 e 2-5	47	1250
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 3-4 e piccoli lotti	57	1340



## Risultati previsione di impatto odorigeno

Dalla mappa della dispersione degli odori si evidenziano ricadute  $> 5$  uoE/m<sup>3</sup> presso i recettori abitativi (come 98° percentile di ore simulate)



## Risultati previsione di impatto odorigeno

Viste le criticità evidenziate presso i recettori è stato valutato lo scenario con l'installazione di un postcombustore termico (PC.T.01) e ossidatore catalitico (PC.C.01) che garantisce una resa di abbattimento degli odori superiore al 90%. Di seguito i valori di concentrazione previsti con l'abbattitore:

FASE PREVISIONALE - POST ABBATTIMENTO del 94 %		
EMISSIONE	Concentrazione Odore [uoE/m <sup>3</sup> ]	Portata Odore [uoE/s]
Tostatura torrefattrice 1	306	1950
Tostatura torrefattrice 2	151	1712
Tostatura torrefattrice 3	88	1610
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 1	535	4515
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 2	348	4584
Raffreddamento/spietatura torrefattrice 3	174	4705
Ricezione, carico e pulizia, trasporto pneumatico caffè verde	156	1540
Trasporto caffè tostato	96	2406
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 1-6	65	1468
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 2-5	55	1354
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 3-4	59	1657
Trasporto pneumatico caffè linee produzione piccoli lotti	67	1574
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 1-6 e 2-5	47	1250
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 3-4 e piccoli lotti	57	1340



## Risultati previsione di impatto odorigeno

Grazie all'installazione del sistema di abbattimento degli inquinanti si evince una ricaduta presso i recettori  $< 1 \text{ uoE/m}^3$  (sempre come 98° percentile). Con tale risultato si ritiene superata la criticità precedentemente riscontrata.



## Risultati ottenuti dopo il monitoraggio periodico degli odori

Dopo l'installazione e la messa a regime degli impianti è stato effettuato il monitoraggio periodico completo (odori e analisi chimiche) di tutte le emissioni presenti nel polo produttivo.

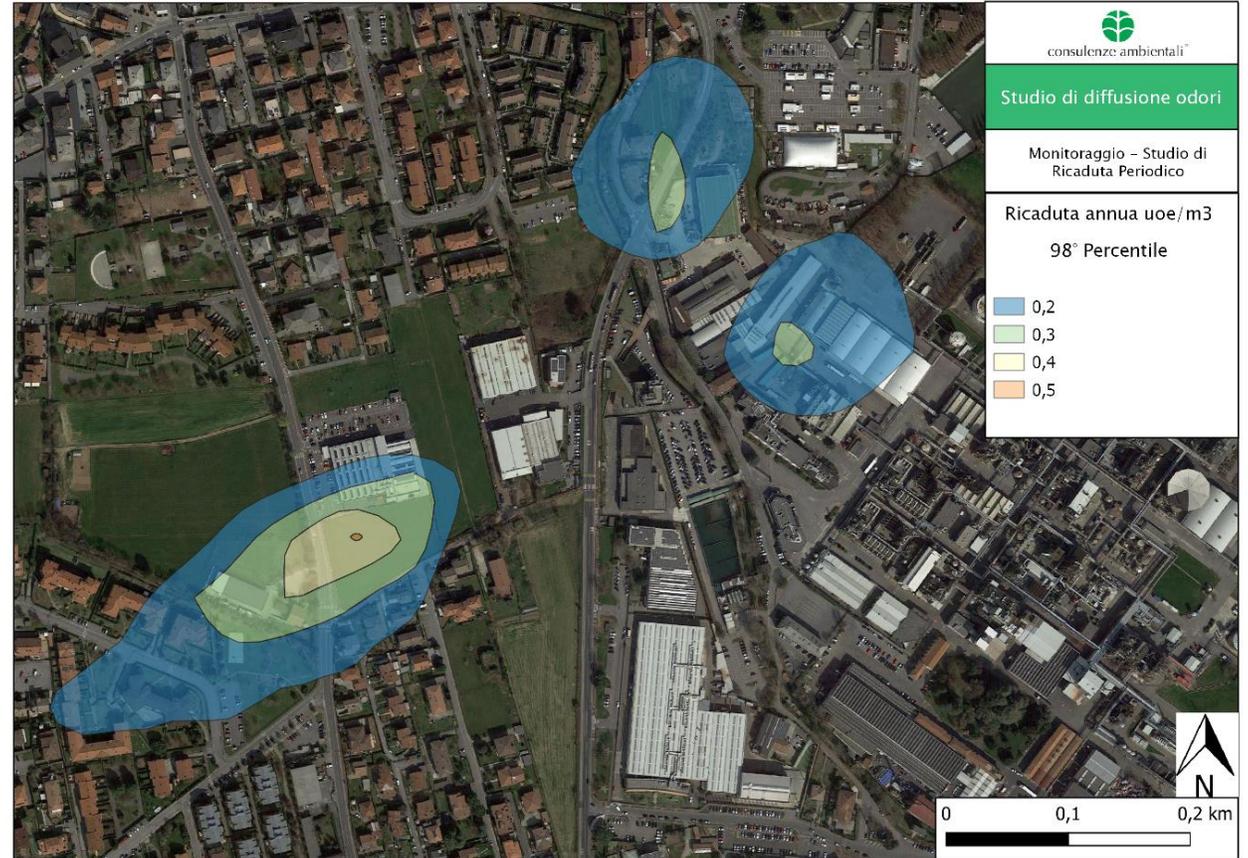
Di seguito si riportano i risultati delle analisi olfattometriche:

FASE FINALE - MONITORAGGIO CON SISTEMA DI ABBATTIMENTO		
EMISSIONE	Concentrazione Odore [uoE/m3]	Portata Odore [uoE/s]
Tostatura torrefattrice 1	286	1750
Tostatura torrefattrice 2	130	1450
Tostatura torrefattrice 3	73	1320
Raffreddamento/spietratura torrefattrice 1	457	3758
Raffreddamento/spietratura torrefattrice 2	280	3640
Raffreddamento/spietratura torrefattrice 3	139	3650
Ricezione, carico e pulizia, trasporto pneumatico caffè verde	133	1240
Trasporto caffè tostato	97	2320
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 1-6	58	1352
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 2-5	47	1310
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 3-4	48	1540
Trasporto pneumatico caffè linee produzione piccoli lotti	65	1640
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 1-6 e 2-5	71	1180
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 3-4 e piccoli lotti	73	1452



## Risultati ottenuti dopo il monitoraggio periodico degli odori

Immettendo come input al modello matematico i valori REALI misurati nelle emissioni in atmosfera si conferma lo scenario della previsione di impatto effettuata precedentemente, a conferma dell'efficacia del sistema di abbattimento.



## Risultati ottenuti dopo il monitoraggio periodico delle emissioni

Risultati



Le analisi chimiche hanno mostrato, per tutte le emissioni monitorate, valori al di sotto dei limiti prescritti in autorizzazione, pertanto risultano essere conformi.

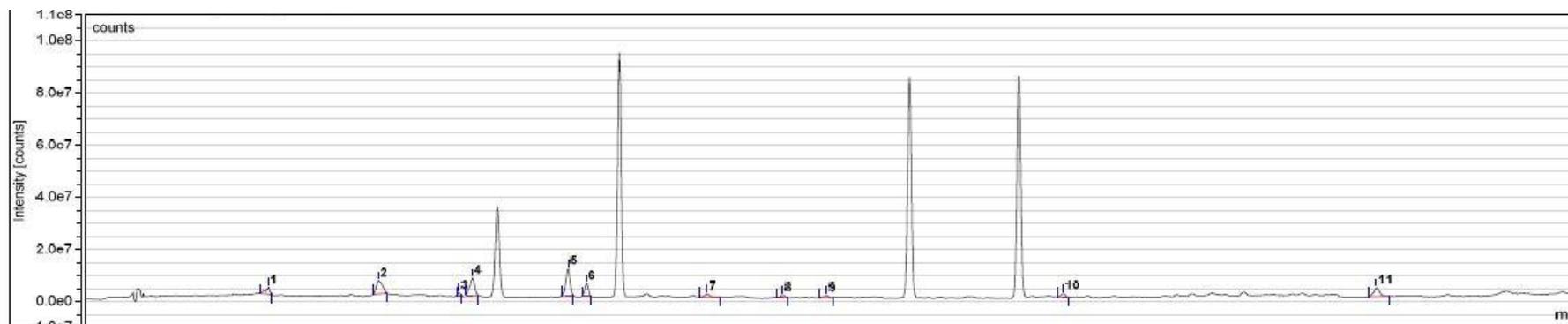
Descrizione emissione	Parametro	Unità di misura	Concentrazione	Limite autorizzato
Tostatura torrefattrice 1	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	2,0	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	226	350
	Ossigeno	% v/v	14,90	
	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	8,9	50
Tostatura torrefattrice 2	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	2,1	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	198	350
	Ossigeno	% v/v	14,84	
	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	4,5	50
Tostatura torrefattrice 3	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	1,5	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	194	350
	Ossigeno	% v/v	14,91	
	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	5,9	50
Raffreddamento/spierratura torrefattrice 1	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	5,0	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	15,3	350
	Ossigeno	% v/v	20,80	
	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
Raffreddamento/spierratura torrefattrice 2	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	2,5	50
	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	1,6	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	14,3	350
	Ossigeno	% v/v	20,85	
Raffreddamento/spierratura torrefattrice 3	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	2,3	50
	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	2,1	10
	Ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	11,4	350
Raffreddamento/spierratura torrefattrice 3	Ossigeno	% v/v	20,82	
	Monossido di carbonio (come CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	< 1	100
	Carbonio Organico Totale in forma gassosa	mg/Nm <sup>3</sup>	1,9	50
	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,28	10
Ricezione, carico e pulizia, trasporto pneumatico caffè verde	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,28	10
Trasporto caffè tostato	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,73	10
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 1-6	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,77	10
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 2-5	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,57	10
Trasporto pneumatico caffè linee produzione capsule 3-4	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,57	10
Trasporto pneumatico caffè linee produzione piccoli lotti	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,57	10
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 1-6 e 2-5	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,47	10
Pompa vuoto confezionamento caffè linee 3-4 e piccoli lotti	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0,36	10



## Risultati ottenuti dopo il monitoraggio periodico delle emissioni

Oltre ai parametri chimici prescritti per il confronto limite con l'autorizzazione, sono stati svolti prelievi anche per la speciazione chimica degli odori.

I valori sono risultati molto bassi per i composti determinati, ovvero: acidi, aldeidi, furani e caffeina (alcaloide).



No.	Ret. Time min	Peak Name	NOT corrected Rel.Area %	Library match	Area counts*min	Asymmetry (EP)	S/N	Plates (EP)
1	3.666	Acetaldehyde	6.28	748	126071	n.a.	6.4	81271
2	4.730	Propanal, 2-ethyl-	18.04	650	362224	n.a.	9.6	25379
3	5.509	Furan, 2-methyl-	1.74	612	34973	n.a.	3.1	164711
4	5.642	Acetic acid	18.99	782	381321	n.a.	0.4	68970
5	6.563	Butanal, 3-methyl-	24.17	807	485248	0.89	0.6	125520
6	6.740	Butanal, 2-methyl-	10.15	631	203729	n.a.	0.1	164914
7	7.907	(3-Hydroxy-4-methylphenyl)-1,3,3,6-tetramethylindan-5-	2.37	568	47547	0.93	0.0	168512
8	8.635	Cyclobutene, 2-propenylidene-	1.96	683	39342	0.94	3.1	308928
9	9.060	L-Alanine, 3-sulfo-	2.30	840	46124	0.74	0.0	308941
10	11.349	Benzaldehyde	3.50	852	70308	0.88	0.0	385093
11	14.372	Caffeine	10.50	688	210914	1.14	3.3	339593

Cromatogramma TD-GCMS di un campione di emissione in atmosfera prelevato in uscita da ciclo di raffreddamento della durata di 300 secondi circa. Campionato un ciclo completo di raffreddamento/spietatura.



## Conclusioni

I risultati hanno evidenziato una situazione ragionevolmente non problematica secondo quanto previsto dalle Linee Guida della Regione Lombardia, con uno scenario non gravoso nel contesto territoriale.

Tuttavia, questo non comporta l'annullamento della percezione dell' AROMA del caffè nell'intorno del sito produttivo, risultato impossibile da raggiungere.

Si può concludere pertanto che senza il sistema di abbattimento l'odore del caffè assume una connotazione persistente e quindi problematica (FASTIDIO), mentre con l'adeguato sistema di abbattimento che ne riduce la concentrazione e la frequenza in ricaduta presso i recettori, l'odore del caffè è ritenuto accettabile (FRAGRANZA).



**GRAZIE  
PER L'ATTENZIONE**



Consulenze Ambientali S.p.A. (Scanzorosciate - BG)

