



UNIVERSITÀ
DI TRENTO



FONDAZIONE
EDMUND
MACH ■■■



C3A
CENTRO
AGRICOLTURA
ALIMENTI
AMBIENTE

**Corso di Laurea in
Viticultura ed Enologia
(L-25)**

Elaborato finale

**LA MINERALITÀ DEI VINI: INDAGINE
SUL SIGNIFICATO SENSORIALE DEL
TERMINE**

Supervisore: prof.ssa Flavia Gasperi

Co-supervisore: dott. Danny Cliceri

Laureanda: Silvia Morando

matr. 209492

Anno Accademico 2021/2022

*“La ricerca scientifica, benché quasi costantemente guidata dal ragionamento,
è pur sempre un'avventura.”*

Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie

SOMMARIO

1	INDICE DELLE FIGURE.....	III
2	INDICE DELLE TABELLE	V
3	RIASSUNTO.....	VII
4	ABSTRACT	IX
5	INTRODUZIONE	- 1 -
	5.1 Premessa	- 1 -
	5.2 La mineralità dei vini, lo stato dell'arte.....	- 2 -
	5.2.1 L'utilizzo del termine e l'idea che ne hanno consumatori ed esperti, caratteristiche sensoriali di un vino minerale.....	- 2 -
	5.2.2 L'associazione delle caratteristiche sensoriali alla composizione chimica dei vini	- 4 -
	5.2.2.1 Componente gustativa della mineralità.....	- 6 -
	5.2.2.2 Componente olfattiva della mineralità: i composti solforati	- 10 -
	5.2.3 Origine produttiva della mineralità.....	- 12 -
	5.2.3.1 Il terreno di coltivazione delle uve.....	- 12 -
	5.2.3.2 Gestione agronomica e tecnica enologica.....	- 13 -
	5.2.3.3 La fermentazione e il lievito	- 14 -
	5.2.4 Conclusioni.....	- 14 -
	5.3 L'analisi sensoriale	- 15 -
6	PARTE SPERIMENTALE.....	- 16 -
	6.1 Scopo del lavoro	- 16 -
	6.2 Materiali e metodi.....	- 18 -
	6.2.1 Indagine online	- 18 -
	6.2.1.1 La progettazione del questionario.....	- 18 -
	6.2.1.2 La somministrazione del questionario	- 20 -
	6.2.1.3 Analisi statistica dei dati raccolti	- 20 -
	6.2.2 Analisi sensoriale	- 21 -
	6.2.2.1 I vini.....	- 21 -

6.2.2.2	Il panel	- 25 -
2.2.2.3	Il metodo sensoriale	- 28 -
6.2.2.3	Analisi statistica.....	- 31 -
6.3	Risultati e discussione.....	- 32 -
6.3.1	L'indagine online	- 32 -
6.3.1.1	Domanda aperta sulla definizione di mineralità.....	- 32 -
6.3.1.2	Caratterizzazione dei rispondenti.....	- 33 -
6.3.1.3	Importanza e considerazione del termine.....	- 34 -
6.3.1.4	Associazioni tra mineralità e fattori viti-enologici.....	- 37 -
6.3.1.5	Significato sensoriale del termine	- 39 -
6.3.2	Le analisi sensoriali	- 44 -
6.3.2.1	Profili sensoriali dei vini.....	- 44 -
6.3.2.2	Valutazioni dell'attributo "minerale".....	- 48 -
6.3.2.3	Analisi di correlazione tra i descrittori del test CATA e la valutazione dell'attributo "minerale" - 52 -	
6.3.2.4	Effetto dell'addestramento e differenze tra le sessioni in laboratorio.....	- 55 -
6.3.3	Limiti e prospettive	- 57 -
6.4	Conclusioni	- 57 -
7	APPENDICE.....	- 58 -
7.1	Questionario completo.....	- 61 -
7.2	Informativa per il trattamento dei dati.....	- 64 -
8	BIBLIOGRAFIA	- 67 -
9	RINGRAZIAMENTI	- 71 -

1 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Dettaglio delle cabine individuali dove si sono svolti i test.....	21 -
Figura 2: Vassoio con il set 1 presentato agli studenti per la valutazione.....	25 -
Figura 3: Schermata visualizzata dagli studenti durante il test CATA sulle sensazioni olfattive	29 -
Figura 4: Schermata visualizzata dagli studenti durante il test RATA con valutazione dell'intensità del descrittore selezionato.	30 -
<i>Figura 5: Schermata visualizzata dagli studenti durante l'analisi. Test CATA sulle sensazioni gustative e tattili</i>	30 -
Figura 6: Word cloud generato mediante il software online Wordart.com (https://wordart.com/create) con le risposte alla domanda "Vuole provare a dare una definizione di mineralità per i vini?"	33 -
Figura 7: Distribuzione delle risposte alle domande «Quanto ritiene sia importante per un vino l'attributo mineralità?» e «Quanto spesso utilizza il termine minerale per descrivere un vino?».....	36 -
Figura 8: Distribuzione delle risposte alla domanda: "Cosa pensa dell'utilizzo del termine "mineralità" nelle degustazioni tecniche (da parte di enologi, assaggiatori, sommelier, ecc.)?". Grado di accordo espresso con l'affermazione "è un termine spesso abusato"	36 -
Figura 9: Distribuzione delle risposte alla domanda: " Cosa pensa dell'utilizzo del termine "mineralità" da parte di chi comunica o vende il vino (blogger, giornalisti, enotecari, ecc.)?". Grado di accordo espresso con l'affermazione "è un termine spesso abusato"	37 -
Figura 10: Distribuzione delle risposte alla domanda: "Quanto è importante il terreno di coltivazione delle uve (es. terreni calcarei, argillosi, ecc.) per definirne la mineralità? Esprima l'importanza che riveste nella mineralità di un vino, assegnando un punteggio da 1 (per niente importante) a 7 (estremamente importante)"	38 -
Figura 11: Wine Aroma Wheel proposta da Ann Noble nel 1984, che racchiude i principali descrittori di odori/flavour impiegati nella descrizione dei vini. Immagine di Ann Noble, da https://www.winearomawheel.com/ , (ultima consultazione: 2 luglio 2022).....	42 -
Figura 12: Mappa ricavata dall'analisi delle corrispondenze (CA) in cui sono rappresentati tutti i campioni analizzati dai giudici (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso) e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni "_I" e "_II" fanno riferimento alla I e II sessione rispettivamente.	45 -
Figura 13: Mappa ricavata dall'analisi CA in cui sono rappresentati i campioni della prima sessione (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso), e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni "_I" fa riferimento alla I sessione.....	46 -

Figura 14: Mappa ricavata dall'analisi delle corrispondenze in cui sono rappresentati i campioni della II sessione (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso), e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni “_II” fa riferimento alla II sessione. ..	- 47 -
Figura 15: Valutazioni medie per l'attributo "minerale" nella I sessione (due set)	- 48 -
Figura 16: Valutazioni medie per l'attributo "minerale" nella II sessione (due set).....	- 49 -
Figura 17: Distribuzione normale delle valutazioni per l'attributo "minerale" per gli 8 campioni della I sessione	- 51 -
Figura 18: Lollipop plot con i risultati della Penalty Lift Analysis (PLA). Sono evidenziati i descrittori discriminanti secondo il test di Cochran, i punteggi sono ordinati dal più alto al più basso.....	- 52 -
Figura 19: Indice di accordo nella prima sessione (in verde) e nella seconda sessione (in rosso). Evidenziati in giallo gli attributi emersi come significativamente discriminanti al test Q di Cochran ($p < 0,05$).....	- 55 -
Figura 20: Rappresentazione mediante box plot della correlazione di ciascun giudice con il panel nell'utilizzo dei tre attributi "minerale", "fresco", "armonico"	- 56 -

2 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Principali composti e parametri chimici responsabili dei descrittori ritenuti più importanti per la mineralità.....	- 4 -
Tabella 2: Campioni del set 1 della prima e seconda sessione.....	- 22 -
Tabella 3: Campioni del set 2 della prima e della seconda sessione	- 24 -
Tabella 4: Percorso di addestramento affrontato dai giudici nell'ambito delle esercitazioni del corso di Analisi sensoriale. Sono evidenziate in grassetto le attività più importanti per questo studio.....	- 26 -
Tabella 5: Caratterizzazione dei rispondenti al questionario.	- 34 -
Tabella 6: Risposte relative all'importanza attribuita al termine “minerale” e considerazioni sul suo utilizzo.....	- 34 -
Tabella 7: Risposte a domande volte ad indagare le idee associate al concetto di mineralità.....	- 37 -
Tabella 8: Influenza delle sensazioni gustative, olfattive e tattili sulla mineralità.....	- 39 -
Tabella 9: Gusti associati alla mineralità	- 40 -
Tabella 10: Percezioni orto- e retro-olfattive associate alla mineralità: categorie generali e singoli descrittori.....	- 40 -
Tabella 11: Sensazioni tattili associate alla mineralità.....	- 43 -
Tabella 12: Intensità del descrittore “Minerale” nei vini della I sessione e II sessione	- 49 -
Tabella 13: Intensità del descrittore “Minerale” nei vini del SET 1 e del SET 2 analizzati nella I sessione	- 50 -
Tabella 14: Intensità del descrittore “Minerale” nei vini del SET 1 e del SET 2 analizzati nella II sessione	- 50 -

3 RIASSUNTO

Questa tesi nasce con l'obiettivo di approfondire il significato sensoriale del termine "minerale", frequentemente utilizzato per descrivere il vino. Dall'analisi della letteratura non è emersa una definizione chiara e condivisa della mineralità né un accordo sui descrittori sensoriali ad essa associati. Per contribuire a chiarire come viene interpretato e utilizzato questo termine in ambito enologico è stata realizzata un'indagine online e una valutazione sensoriale di vini bianchi scelti per la loro potenziale mineralità.

Attraverso un questionario condotto online sono state raccolte le opinioni di 127 "esperti" di vino (studenti di Viticoltura ed Enologia, tecnici del settore o consumatori appassionati). Da questo è emerso come il termine "mineralità" sia ritenuto importante nella descrizione di un vino, sebbene talvolta ne venga fatto un utilizzo improprio. La sua origine sembra risiedere nel terreno di coltivazione delle uve e nel vitigno. Dal punto di vista sensoriale, sono considerate rilevanti le sensazioni gustative "salato" e "acido" e alcune sensazioni olfattive, percepite per via orto- e retro-nasale ("marino/salmastro", "pietra focaia", "grafite/matita", "polvere da sparo", "idrocarburi", "terra", "fiammifero").

La valutazione sensoriale, finalizzata ad indagare nella pratica come viene valutata la mineralità e quali descrittori sono coinvolti, è stata svolta dagli studenti del 2° anno di Viticoltura ed Enologia. La sessione di analisi, ripetuta a distanza di 2 mesi, prevedeva la descrizione di 2 set di 4 vini ciascuna: il primo set scelto per indagare l'aspetto gustativo e il secondo set per quello olfattivo. Il panel ha valutato dapprima l'intensità della mineralità e successivamente ha fornito una descrizione dettagliata del profilo olfatto-gustativo. Sebbene all'ANOVA non siano emerse differenze significative tra i vini per l'attributo "minerale", all'analisi multivariata i vini presentano profili differenti e le sensazioni maggiormente associate alla mineralità sono risultati gli odori e/o flavour di "acqua di mare/salmastro", "affumicato", "idrocarburi", "fiammifero", "gomma bruciata", "cavolo/broccolo" e il gusto salato.

I risultati del presente lavoro, analizzati alla luce di quanto presente nella letteratura, contribuiscono a chiarire il significato di questo descrittore nel contesto italiano. Si sottolinea in particolare l'importanza di approfondire il ruolo di alcuni odori e flavour nella percezione della mineralità (es. "note riduttive"), come l'esigenza di una caratterizzazione chimica delle sostanze responsabili di tali sensazioni.

4 ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the meaning of the term “mineral”, frequently used to describe wines. A clear and shared definition is still missing, also a lack of consensus is reported in the literature on the sensory descriptors associated with the perceived minerality in wine. Moreover, the chemical characterization of the compounds responsible for this sensation is still incomplete.

To clarify how the term is used and its mental representation in the Italian context, an online survey and a sensory analysis of white wines have been conceived.

Through a questionnaire online, opinions of 127 “wine experts” (Viticulture and Oenology students, professionals or passionate consumers) have been collected. It turned out that the term “minerality” is considered important, despite it is sometimes used inappropriately. Its origin seems to be in the soil of grape cultivation and in the wine variety. From a sensorial point of view, relevant sensations are “salty” and “sour” tastes, together with some olfactive sensations, both orthonasally and retronasally perceived (“seashore”, “flint”, “graphite/pencil”, “gunpowder”, “petroleum”, “earth” and “match”).

With the aim of investigating how minerality is evaluated in some wines and which sensory descriptors are used, a panel of second year Viticulture and Oenology students have been involved. The sensory session, repeated after two months, consisted in the evaluation of 2 sets of 4 wines each: the first wine set was chosen to investigate the gustatory dimension of minerality, the second the olfactive one. The panel first evaluated the intensity of the “mineral” attribute and then proceeded to describe the taste and odour, as well as some trigeminal sensations. Although ANOVA test did not reveal statistically significant differences between wines for the “mineral” attribute, in the multivariate analysis the wines have different profiles and the sensations more associated with minerality are odours or flavour of “seashore”, “smoky”, “petroleum”, “match”, “burnt rubber”, “cabbage” and the salty taste.

These results, discussed in the light of the main literature findings, contribute to understand the meaning of minerality in the Italian context and point out the importance of investigating the contribution of the olfactive sensations, such as the “reductive notes”, already reported in the literature, and of deepening the knowledge of chemical compounds that are involved.

5 INTRODUZIONE

5.1 PREMESSA

Questa tesi nasce con l'idea di approfondire il termine “minerale”, estremamente utilizzato per descrivere il vino, ma di cui raramente si fornisce una definizione chiara e oggettiva. È un termine rilevante per il marketing, viene frequentemente impiegato da addetti al settore, esperti e semplici consumatori, ma può essere sorprendente scoprire quanto possa essere ambiguo e di difficile interpretazione.

La mineralità è fortemente legata al concetto di “*terroir*”, “un concetto che si riferisce a un'area nella quale la conoscenza collettiva delle interazioni tra caratteri fisici e biologici dell'ambiente permette la sua evoluzione attraverso l'applicazione di pratiche culturali”¹. La connessione tra i due termini è forte al punto che l'inizio dell'ascesa del termine “minerale” (datato 1994 secondo Deneulin et al., 2016) coincide con il declino del termine “*terroir*”. La ragione principale di questo sembra risiedere nella generalizzazione del “*terroir*” a tutte le produzioni agricole (soprattutto in Francia, paese leader nella cultura enologica e in grado di guidare le tendenze), che lo ha reso meno significativo per il vino (Martin, 2002).

È difficile approdare ad un'idea consensuale di mineralità nei vini e non è chiaro nemmeno se sia un descrittore legato a sensazioni percepite in bocca (gusti, sensazioni tattili) oppure sensazioni olfattive percepite per via orto- e retro-nasale. Ma ciò che sconcerta è che, a partire dalla sua definizione olfattiva (percezione orto- e retro-olfattiva richiamante la pietra bagnata, il fiammifero e altri), non è semplice nemmeno trovare una corrispondenza con la composizione chimica dei vini.

Dopo un'attenta revisione della letteratura, si è impostato un progetto sperimentale suddiviso in due parti, allo scopo di testare se i risultati riportati dalla letteratura internazionale potessero essere estesi anche al contesto italiano, nonostante la sperimentazione si sia concentrata in Trentino-Alto Adige e Veneto.

La prima parte del progetto, finalizzata a valutare il grado di conoscenza e di familiarità con il termine mineralità e le attese sensoriali legate ad esso da parte di chi studia o lavora con il vino,

¹Risoluzione OIV/VITI 333/2010 del 25 giugno 2010

ha previsto la progettazione e somministrazione di un questionario online, coinvolgendo studenti del corso di Viticoltura ed Enologia presso l'Università di Trento e altri tecnici e operatori del settore.

Nella seconda parte, finalizzata ad approfondire quali sensazioni influenzano la valutazione della mineralità, sono stati scelti alcuni vini bianchi da sottoporre ad analisi sensoriale descrittiva da parte di un panel in addestramento costituito dagli studenti iscritti al secondo anno di Viticoltura ed Enologia, all'interno di un percorso formativo dedicato al riconoscimento delle principali caratteristiche sensoriali in vino e all'apprendimento delle basi delle scienze sensoriali.

L'obiettivo finale del progetto è confrontare quanto è emerso dal questionario online e dalle analisi sensoriali sui vini con i dati della letteratura specialistica, tenendo presente che il grado di esperienza dei soggetti e il loro bagaglio culturale possono essere determinanti. In bibliografia non si riportano al momento studi sulla mineralità dei vini svolti in Italia con approcci sensoriali.

5.2 LA MINERALITÀ DEI VINI, LO STATO DELL'ARTE

Da una ricerca bibliografica eseguita con il motore di ricerca Web Of Science sono emerse 25 pubblicazioni in totale: 12 con il termine "mineralità" nel titolo e 13 che lo riportano tra gli argomenti affrontati. Si tratta di lavori pubblicati negli ultimi 10 anni per la maggior parte da autori francesi (10 pubblicazioni) e neozelandesi (4 pubblicazioni), principalmente su riviste di analisi sensoriale o di ricerca in campo enologico e agroalimentare. In seguito, vengono analizzati questi studi, organizzati in tre sezioni riguardanti l'utilizzo del termine "minerale", la composizione chimica ad esso associata, l'origine produttiva della mineralità.

5.2.1 L'utilizzo del termine e l'idea che ne hanno consumatori ed esperti, caratteristiche sensoriali di un vino minerale

I primi studi sull'argomento (Le Fur & Gautier, 2013; Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013) chiedevano ai soggetti, sia consumatori che professionisti, di dare una definizione del termine "mineralità". I professionisti sembrano avere un'idea abbastanza chiara e consensuale: utilizzano termini appartenenti a categorie di riferimento (e afferenti a più modalità sensoriali) quali "roccia" e "polvere da sparo", "acidità" e "freschezza", "salinità" e "iodio". I consumatori

invece preferiscono termini legati alla roccia e al terreno (Le Fur & Gautier, 2013), in qualche modo meno legati alle caratteristiche del vino e più alla sua origine territoriale.

In uno studio analogo (Deneulin, Le Fur, & Bavaud, Study of the polysemic term of minerality in wine: Segmentation of consumers based on their textual responses to an open-ended survey, 2016) è emersa in modo evidente l'incertezza dei rispondenti ai questionari: alla domanda "*If I speak to you about minerality in wine, what does come to your mind?*" [Se ti parlo di mineralità in vino, cosa ti viene in mente?], in molti rispondevano in modo vago, altri con "niente" e "non so". Ad essere determinante sembra essere l'esperienza: i soggetti più esperti utilizzano termini più concreti, legati a sentori più precisi, e in numero maggiore. È forse banale scriverlo, ma si tratta di una classe di sensazioni piuttosto inusuale nell'esperienza quotidiana, quantomeno per alcuni descrittori: una possibile ragione dell'ambiguità di questo termine può essere legata anche alla scarsa abitudine che hanno i consumatori (e in misura minore gli esperti) al riconoscimento di queste sensazioni.

Uno studio più recente (Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, & Valentin, 2015) ha impiegato un approccio basato sia sul contenuto (idee ed elementi differenti), che sulla sua struttura mentale (per capire l'importanza relativa dei termini proposti). È emerso che i consumatori (abituali e con buona esperienza) non avevano un'idea consensuale di mineralità e l'unico termine molto frequente e ritenuto di importanza era *terroir*; nei termini ritenuti importanti, ma nominati con bassa frequenza si riportano i seguenti: "geologia", "acidità", "limpidezza", "astringenza", "origine", "ruvido", "alcohol", "aroma", "dry" (di difficile interpretazione perché può alludere all'assenza di zuccheri o ad una sensazione tattile di "asciutto"). I produttori invece avevano un'idea molto più chiara e stabile, con termini legati alla geologia e al *terroir*, ma anche termini come freschezza e crostaceo. Sorprendente è il fatto che il termine avesse connotazione esclusivamente positiva per i produttori, mentre fosse neutra o negativa per alcuni consumatori.

Uno studio (Rodrigues, Valentin, Otheguy, & Ballester, 2022) pubblicato recentemente, ma basato su interviste svoltesi nel 2013, ha coinvolto 34 produttori della regione francese dello Chablis. I produttori erano certi del legame tra mineralità e *terroir* tanto da utilizzarli come sinonimi nelle loro risposte. Era opinione diffusa che l'intervento in cantina non possa apportare mineralità al vino, perché la sua origine risiede nelle uve e il ruolo dell'enologo è quello di preservarla. Non vi era tuttavia consenso sulle sottozone dello Chablis ritenute più adatte a produrre vini minerali: alcuni enfatizzavano il ruolo dell'esposizione solare (nel limitare la

surmaturazione e nel preservare l'acidità), altri la composizione del suolo e all'influenza del calcare.

Durante uno studio svoltosi in Borgogna (Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013), la maggior parte dei professionisti coinvolti ha affermato di affidarsi sia al naso che al palato per valutare la mineralità di un vino. Tuttavia, nella successiva analisi sensoriale di Chardonnay della Borgogna, non si è ritrovata coerenza tra le valutazioni espresse secondo le due modalità sensoriali. L'ipotesi avanzata dai ricercatori riguardo alla multisensorialità del termine è che le due definizioni, quella olfattiva e quella gustativa, fossero relativamente indipendenti l'una dall'altra.

Per riassumere, le sensazioni più associate alla mineralità (per le quali vi è un discreto consenso tra i soggetti, quantomeno tra gli esperti) risultano essere: “roccia/polvere da sparo” e “salinità/mare”, debolezza o assenza delle sensazioni fruttate, acidità, salinità.

È evidente che alcuni di questi termini fanno riferimento a sensazioni orthonasali, eventualmente retro-olfattive (ad esempio “polvere da sparo”), mentre altri a sensazioni gustative (acidità, salinità). Sembra che l'esperienza e la cultura abbiano effetto sulla predominanza di uno o più fattori nel definire la mineralità, (ad esempio i francesi si basano maggiormente sul giudizio orthonasale rispetto ai neozelandesi). È lecito ipotizzare che le competenze possono superare almeno in parte l'effetto culturale, in ragione del consenso tra francesi e neozelandesi sul termine (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015).

5.2.2 L'associazione delle caratteristiche sensoriali alla composizione chimica dei vini

Oltre a chiarire da un punto di vista sensoriale il significato del termine “minerale” quando riferito ad un vino, ci si appresta in questo paragrafo a definire gli stimoli chimici che generano queste percezioni. In Tabella 1 vi è un riassunto dei principali composti chimici responsabili delle sensazioni ritenute più importanti per la mineralità.

Tabella 1: Principali composti e parametri chimici responsabili dei descrittori ritenuti più importanti per la mineralità.

Descrittore	Composto o parametro chimico associato	Correlazione positiva	Correlazione negativa
polvere da sparo	benzenmetantiolo (BMT)	[1]	
	disulfano	[2]	

costa marina	metantiolo	[3]	
nota riduttiva	anidride solforosa libera e totale	[4] [6]	
fruttato	es. damascenone		[3]
acidità e freschezza	acido tartarico	[4], [5]	[6]
	acido malico	[4]	
		[6]	
	acido lattico*		[4]
	acido succinico	[7]	
	acidità totale	[4]	[6]
pH		[5]	
salinità	sodio (Na ⁺)	[6]	
altro	magnesio (Mg ²⁺)	[5]	
	potassio (K ⁺)		[5]
Riferimenti bibliografici: [1]Tominaga, Guimbertau, & Dubourdieu, 2003; [2] Starkenmann, Chappuis, Niclass, & Deneulin, 2016 ; [3] Rodrigues, et al., 2017 ; [4] Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014; [5] (Zaldivar-Santamaria, 2017); [6] Parr, et al., 2016; [7] Baron & Fiala, 2012			

*Bisogna considerare che l'acido lattico nel vino si ritrova quasi esclusivamente come prodotto della fermentazione malolattica, ad opera di batteri lattici (indigeni o inoculati), capace di trasformare l'acido malico in lattico. Non è una trasformazione neutra dal punto di vista aromatico perché produce odori burrosi, legati alla produzione di diacetile e 2-3 butandiolo: è lecito pensare che questo contributo aromatico sia influente e che non scindibile dalla percezione gustativa dell'acido lattico. Per lo stesso motivo, nella Parte sperimentale, si è scelto di non utilizzare acido lattico esogeno per fare le aggiunte: è molto difficile trovare un vino con concentrazioni significative di questa sostanza in cui non si ritrova traccia dei corrispondenti aromi, si tratterebbe di un artefatto.

Nei tre paragrafi seguenti l'oggetto di indagine saranno i due descrittori gustativi principali, il salato e l'acido, gli stessi scelti come principali target per la Parte sperimentale, e la classe dei composti solforati, responsabile della componente olfattiva.

5.2.2.1 Componente gustativa della mineralità

5.2.2.1.1 Acidità e acidi organici

Alla base del gusto acido, associato al gusto minerale, vi sono naturalmente gli acidi organici del vino. Il vino è una bevanda acida, con un pH tra 3 e 4, in cui sono presenti acidi provenienti dall'uva (tartarico, malico e citrico a più basse concentrazioni; gluconico e mucico nel caso di uve non sane) e dal metabolismo del lievito o altri microrganismi (il succinico proveniente da lievito, il lattico dall'attività dei batteri lattici, l'acetico sia prodotto dai lieviti che da altri microrganismi).

L'acidità totale e il pH, per quanto correlati, non sono esattamente la stessa cosa: a parità di acidità totale (o titolabile), il pH sarà maggiore (meno acido) tanto maggiore è la frazione salificata degli acidi organici; questo significa che se sono presenti molti cationi come potassio e calcio in soluzione, il pH tende ad aumentare, mantenendo fissa la quantità di acidi disciolti. È interessante notare come l'acidità titolabile sia un predittore migliore del gusto acido rispetto al pH (Andrew L. Waterhouse, 2016), per quanto la matrice vino sia complessa ed entrino in gioco interazioni multisensoriali.

Le principali variabili che influenzano l'acidità delle uve alla raccolta sono la maturazione (che porta all'abbassamento dell'acidità), la varietà (rilevante anche per il rapporto malico – tartarico) e la sanità delle uve. Valori standard sono tra i 4 e gli 8 g/L di acidità totale, ma regioni a clima caldo come il sud Italia hanno valori anche molto più bassi.

I diversi composti non sono però tra loro interscambiabili: possiedono caratteristiche sensoriali diverse (Cecilian, 2017) e diverso è anche il loro effetto sulla mineralità percepita (Parr, et al., 2016; Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014).

In realtà il legame tra mineralità e acidità risulta non chiaro e ambiguo, almeno per quanto riguarda l'acidità totale e l'acido tartarico. Esso sembra essere un predittore positivo secondo alcuni studi (Zaldivar-Santamaria, 2017; Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014), ma negativo secondo un altro studio (Parr, et al., 2016), lo stesso che riporta una correlazione negativa con l'acidità totale. Lo studio confronta le analisi chimiche dei vini in oggetto con le valutazioni

sensoriali sulla base di descrittori olfattivi, quindi è probabilmente da tenere in minor considerazione rispetto agli altri, in particolare rispetto alla tesi di Zaldivar-Santamaria che ha valutato vini aggiunti di acidi e sali e non svolto analisi chimiche su vini tal quali. Sicuramente il tema andrebbe approfondito con ulteriori ricerche.

Per quanto riguarda invece l'acido malico, due studi riportano giudizi sulla mineralità da parte di esperti erano positivamente associati all'acido malico (Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014; Parr, et al., 2016). L'acido malico presenta una soglia di percezione di 0,85 g/l e una soglia di riconoscimento di 1,06 g/l (Ceciliani, 2017), mentre in vino si ritrova a concentrazioni molto variabili, indicativamente 1 – 6,5 g/l (Ribereau-Gayon P., 2006), decisamente sopra soglia praticamente in tutti i vini (quelli che non hanno subito fermentazione malolattica, capace di azzerare il contenuto di questo acido nel vino).

Baron e Fiala (2012) riportano la correlazione della mineralità con l'acido succinico: è un composto caratterizzato da gusto amaro e salato, oltre al gusto acido, anche se vini con alti livelli di acido succinico non sono stati identificati come salati o amari nel corso di una degustazione informale tenuta dall'AWRI (Coulter, 2004). Ha una soglia di percezione in vino di 0,88 g/l e una soglia di riconoscimento di 1,05 g/l (Ruivo, 2017), mentre in vino si ritrova a concentrazioni medie di 1 g/l (Ribereau-Gayon P., 2006): le concentrazioni soglia sono praticamente le stesse del malico, ma ritrovandosi a concentrazioni più basse può essere di vino in vino più o meno percepibile o anche al di sotto della soglia di percezione.

5.2.2.1.2 Sali minerali e composti responsabili della salinità

Il gusto salato sembra essere associato alla mineralità in ogni studio concettuale sul termine (Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013; Deneulin, Le Bras, Le Fur, Gautier, & Bavaud, 2014; Deneulin & Bavaud, 2016; Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, & Valentin, 2015), ma negli studi sensoriali mirati a comprendere la percezione di mineralità non sono quasi mai riportate valutazioni sulla salinità percepita dei vini. L'unica eccezione è rappresentata dallo studio sull'acido succinico (Baron & Fiala, 2012), indicato anche come responsabile del gusto salato.

Per quanto riguarda il ruolo dei cationi, è stata riportata una correlazione positiva con la mineralità per il sodio (Parr, et al., 2016), il calcio e il magnesio (Zaldivar-Santamaria, 2017).

Sono riportate qui di seguito delle informazioni sui diversi cationi presenti nel vino, anche provenienti da studi non specifici sulla mineralità, per analizzare quanto più possibile ampiamente il loro ruolo e valutare le loro implicazioni sensoriali.

Il potassio K^+ è il principale responsabile della salificazione degli acidi, è presente soprattutto nella buccia degli acini e si ritrova nel vino a concentrazioni maggiori in seguito a determinate caratteristiche del vigneto (scelta del portinnesto e della varietà, tipo di suolo) e alla maggiore intensità della pressatura. Le sue concentrazioni in vino si aggirano attorno ad 1 g/l, è il catione di gran lunga più abbondante. È determinante per la stabilità tartarica dei vini: tende infatti a precipitare come bitartrato di potassio, impoverendo la componente acidica e determinando la presenza di cristalli insolubili poco apprezzati dal consumatore. È da evitare ad alte concentrazioni anche per il rischio di instabilità microbiologica: è capace di aumentare il pH (a parità di acidità totale) diminuendo il controllo sui microrganismi contaminanti del vino, in particolare batteri lattici e acetici. È infine responsabile di un gusto piatto e meno vivace, proprio per la sua capacità di attenuare l'acidità (Kodur, 2011), pertanto è perfettamente spiegabile che sia negativamente correlato con la mineralità (Zaldivar-Santamaria, 2017), legata alla sensazione di acidità.

In ordine di concentrazione, il catione seguente è il calcio Ca^{2+} , presente nei vini a concentrazioni di 60-110 mg/l (Larcher R., 2001). È riportato da Tordoff (1996) come responsabile di gusto amaro e acido quando da solo, ma complesso da descrivere: sembra responsabile di un gusto particolare, difficile da descrivere attraverso i gusti fondamentali, ed è difficile comprendere la sua interazione con cibi e bevande. È infatti capace di interagire con grassi e proteine rendendoli meno percepibili (Tordoff, 1996). Non ci sono studi specifici sul suo ruolo sensoriale in vino, ma è riportato come positivamente correlato alla mineralità, sebbene meno fortemente del sodio (Parr, et al., 2016).

Il magnesio Mg^{2+} è il terzo catione per abbondanza, con un range di concentrazioni molto simile a quello del calcio. È importante per il decorso fermentativo, deve trovarsi ad almeno 100 mg/l per non costituire un fattore limitante per i lieviti (Van Casteren, 2012) ed ha un gusto metallico quando in eccesso (dato indicato da uno studio sui vini di frutta (Bonin, 2014), a concentrazioni però molto superiori a quelle del vino).

Il sodio, Na^+ , è forse il più interessante per la percezione del gusto salato, ha una forte correlazione con la mineralità (Parr, et al., 2016). Le concentrazioni nei vini trentini oscillano

tra 5 e 35 mg/l (Larcher R., 2001). Il parametro più spesso utilizzato per misurarlo è la concentrazione di cloruri, espressi come mg/l di NaCl (cloruro di sodio): i cloruri si possono ritrovare a concentrazioni estremamente variabili per effetto di caratteristiche varietali, ambientali, pedologiche (Coli, 2015). Sono naturalmente più elevati nelle regioni costiere (per effetto dell'aerosol marino) e quindi di forte interesse per questo studio: i vini di costa vengono spesso descritti come minerali e sapidi.

La salatura, ossia l'aggiunta di cloruro di sodio al vino, è stata una pratica enologica impiegata da greci e romani in tempi storici; oggi non vi sono ragioni tecniche per ammetterla e non è consentito dalle leggi comunitarie e nazionali. Tuttavia, a scopo fraudolento, si può aggiungere al vino dell'acido cloridrico (acidificazione minerale) oppure del sale da cucina che tende ad esaltarne la sapidità.

È doveroso aggiungere che il cloruro di sodio non è visto positivamente ad alte concentrazioni, responsabile di uno sgradevole gusto salato capace di deprezzare il vino (Coli, 2015). A questo proposito l'AWRI ha pubblicato una lista di consigli rivolta ai viticoltori per contenerne la concentrazione: sono indicate irrigazione, l'adozione di portinnesti adeguati, il ridotto contatto con i solidi dell'uva nella vinificazione in rosso.

In Italia (Legge 20/02/2006 n. 82) non è consentito porre in vendita vini contenenti oltre 1 g/l di cloruri espressi come cloruro di sodio, fatta eccezione per alcuni vini speciali (marsala, mistelle e vini liquorosi per i quali il limite è elevato a 2 g/l). I limiti legali tuttavia non sono gli stessi in tutti i Paesi: secondo OIV il sodio in eccesso (ricavato dalla differenza tra concentrazione di sodio e di cloruri) non dovrebbe superare i 60 mg/l; in Sudafrica il limite è 100 mg/l di sodio (che espresso in NaCl si traduce in circa 250 mg/l).

La soglia di percezione è di 0,3 g/L, quella di riconoscimento di 2.05 g/L (Loryn, 2013): può trovarsi quindi sia sopra che, più frequentemente, sottosoglia, a seconda della concentrazione e compatibilmente con i limiti legali imposti.

In uno studio incentrato sul gusto salato in vino (Vignon X., 2012), è stato riportato un diverso effetto sensoriale con aggiunte di MgSO₄, MgCl₂ e NaCl.

Nello stesso lavoro sono stati riportati anche gli effetti sensoriali dei diversi anioni (cloruri, solfati e fosfati), valutati tramite l'aggiunta dei corrispondenti acidi (acido cloridrico, solforico e fosforico). Le concentrazioni impiegate avevano valori compresi tra 5 e 100 mg/l. I risultati

riportano il gusto amaro per il solfato, lunghezza in bocca, salinità e dolcezza per il cloruro, neutralità o astringenza per il fosfato.

Mentre l'effetto di NaCl è sovrapponibile a quello del solo cloruro, il cloruro di magnesio presenta caratteristiche differenti: sembra responsabile anche del gusto amaro, unitamente alle sensazioni di salato e dolce. Il solfato di magnesio viene invece indicato come responsabile di una sensazione di astringenza e capace di ridurre le altre percezioni di lunghezza in bocca, salato e dolce rispetto al testimone.

Nel medesimo articolo è presentata anche l'interessante effetto del ceppo di lievito sulla percezione della salinità a fine fermentazione: i risultati ottenuti erano ripetibili impiegando lo stesso lievito su tre diversi campioni. Il ceppo di lievito non è l'unico fattore capace di variare le concentrazioni degli ioni in soluzione nel vino: affinamento sur lies, scelta dei vasi vinari (se botti di legno o altri materiali, con eventuali cessioni), utilizzo di coadiuvanti, possono determinare dei cambiamenti nel prodotto finale.

Riassumendo, quello di anioni e cationi è un campo piuttosto complesso, abbastanza difficile da razionalizzare a causa dell'interazione tra gusti e forse anche a causa della scarsa attenzione dedicata al gusto salato in vino. È bene sottolineare anche in questo caso la scarsa correlazione tra il contenuto di ioni nel vino con i minerali presenti nel terreno di provenienza delle uve, eccezion fatta per i cloruri.

5.2.2.2 Componente olfattiva della mineralità: i composti solforati

La caratterizzazione chimica dei composti ad impatto odoroso in vino è piuttosto ampia, si conoscono i singoli composti alla base delle sensazioni e la loro origine: possono provenire direttamente dall'uva (come i terpeni del Moscato), dal metabolismo dei lieviti, (come esteri etilici e acetati degli alcoli superiori responsabili del fruttato), da particolari lavorazioni o affinamenti (come la vanillina e l'eugenolo dal legno di rovere).

Per la maggior parte dei casi la molecola responsabile di una data percezione olfattiva o flavour si ritrova nell'oggetto usato come termine di paragone per descriverla: ad esempio, l'odore di pepe ritrovato in alcuni Shiraz, Grüner Veltliner, Corvina (e altri vitigni), è dovuto ad una molecola, il rotundone, che si trova effettivamente nel pepe a più alte concentrazioni.

Per il termine minerale vi è un ulteriore grado di complessità: le sensazioni di terra, roccia bagnata, monete e oggetti metallici, originano in realtà da composti organici presenti sulla

superficie di questi materiali, capaci di volatilizzarsi al contatto con l'acqua (Bear & Thomas, 1964) o la pelle umana, e non dai materiali stessi usati come metafora, tenendo a mente che materiali pesanti e non volatili come le rocce sono difficilmente responsabili di aromi olfattivi. Non è detto inoltre che questi composti organici siano esattamente gli stessi che si ritrovano nel vino come responsabili di questi sentori.

Il termine minerale rappresenta un caso particolare per la caratterizzazione chimica degli stimoli sensoriali, perché l'individuazione dei composti chimici responsabili è ancora incerta: non si tratta di un singolo composto, ma più probabilmente di una serie di composti solforati, i quali sono accomunati dalla forte instabilità e dal fatto di essere presenti a concentrazioni davvero modeste nei vini. Ad esempio, ricerche recenti non sono riuscite a stabilire una correlazione tra la concentrazione di BMT (benzenmetantiolo) nei vini e la percezione del carattere minerale (Zaldivar-Santamaria, 2017; Parr, et al., 2016), inizialmente riportato come responsabile dell'odore di "pietra focaia" (Tominaga, Guimbertau, & Dubourdieu, 2003).

I composti solforati sono una delle classi di composti ad impatto sensoriale più complesse da studiare e racchiudono molecole molto diverse tra loro. Si può operare una prima distinzione tra tioli varietali (positivi, con odori di "ginestra", "pompelmo", "bosso") e le "note da riduzione" (prodotte dal lievito in situazione di stress, se in carenza di nutrienti o di ossigeno). Tra questi composti solforati, il più noto è l'acido solfidrico (H₂S), seguito da metantiolo, etantiolo, dimetilsolfuro (composti solforati definiti leggeri), dimetil disolfuro, metionolo e altri ancora (composti solforati definiti pesanti). Rientrano tra gli off-flavour con odori di "uova marce", "cipolla", "cavolo cotto", "terroso", ma in molti ritengono che possano fornire complessità ai vini e che la famiglia contenga composti positivi per l'aroma del vino (blog di J. Goode, Wineanorak²). I composti solforati sono molecole che si ossidano molto velocemente e per il loro mantenimento (ricercato per i tioli varietali del Sauvignon Blanc) nel vino la protezione dall'ossigeno è cruciale; viceversa un modo per rimuovere eventuali off-flavour è il travaso all'aria.

Lo stato riduttivo sembra essere importante per la mineralità, ma anche complesso da interpretare. È necessario prevenire l'ossidazione del vino e l'anidride solforosa svolge un ruolo fondamentale in questo, tanto da essere riportata come predittore positivo di mineralità (Parr,

² <https://wineanorak.com/2020/11/17/explaining-reduction-and-dispelling-some-myths/>

et al., 2016). La riduzione tuttavia non deve essere spinta al punto da stressare i lieviti e generare odori di aglio e cipolla, considerati difetti dalla maggior parte dei tecnici e dei consumatori e riportati come predittori non significativi in un'altra pubblicazione (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015).

5.2.3 Origine produttiva della mineralità

5.2.3.1 Il terreno di coltivazione delle uve

A causa di questa forte associazione tra mineralità e suoli, rocce e *terroir*, riscontrata in professionisti e consumatori, è stato indagato se questo legame ha una base geologica effettiva.

L'ipotesi sarebbe quella che a conferire mineralità ai vini siano direttamente le rocce presenti nel terreno di coltivazione delle uve, ma è da scartare per diversi motivi. Una spiegazione dettagliata si ritrova in una pubblicazione (Maltman, 2013) di cui sono riassunti qui i punti principali.

Prima di tutto, le rocce presenti nel terreno sono inerti e la porzione di terreno interessata dalla coltivazione è di solito ben più superficiale. I processi di degradazione delle rocce sono troppo lenti per fornire ogni anno nuovi nutrienti minerali (cationi metallici come K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e altri microelementi): questi provengono dall'humus, la componente di sostanza organica del suolo, e da eventuali concimazioni. In aggiunta, complessi meccanismi sono alla base dell'assorbimento dei nutrienti: ciò che arriva nella pianta non è necessariamente uno specchio di ciò che è presente nel suolo. In particolare le viti tendono a rifiutare sodio, cloruri e alogenuri in genere, solfati. Inoltre, le loro concentrazioni possono variare con l'evoluzione del prodotto da mosto a vino (con reazioni e precipitazioni, il caso più eclatante è quello della stabilità tartarica dei vini).

Questo non significa che i terreni di coltivazione delle uve non abbiano alcuna relazione con la mineralità, ma la relazione è senz'altro complessa in quanto deriva dalla combinazione più effetti indiretti.

Un interessante tema da approfondire è il ruolo dei microrganismi che vivono nel terreno, per verificare se possono contribuire alla mineralità dei vini. Dimostrare scientificamente questo tipo di effetto sul prodotto finale non è semplice, per l'elevatissimo numero di variabili in gioco e la multidisciplinarietà richiesta dagli studi, ma vi è un crescente interesse nel campo dell'interazione dei microrganismi con piante ed ecosistema. È nato anche il concetto di "terroir

microbiologico” ed è ormai chiaro che il microbiota del terreno di coltivazione delle uve è capace di influenzare le caratteristiche sensoriali del vino e si trova all’origine della distinzione regionale dei vini (Liu Di, 2019).

5.2.3.2 *Gestione agronomica e tecnica enologica*

Uno studio (Rodrigues, Valentin, Otheguy, & Ballester, 2022) ha cercato di correlare la mineralità del vino a specifici metodi produttivi attraverso una serie di interviste rivolte a 34 produttori di Chablis, regione nota per il carattere minerale dei suoi vini (Ballester et al., 2013; Rodrigues et al., 2017). Si sono svolte due interviste differenti: una incentrata sui metodi di produzione impiegati nelle rispettive aziende (con raccolta di dati tecnici sulla gestione agronomica ed enologica) e una successiva sulla mineralità. Durante lo studio i produttori coinvolti non erano informati dell’obiettivo dei ricercatori e della connessione tra le due.

Da un punto di vista agronomico, l’idea di diversi produttori è che si ottengano vini meno minerali ma più ricchi e complessi da viti più vecchie, perché a calare nei mosti è soprattutto l’acidità; quest’opinione, tuttavia, non trova riscontro nella letteratura: sembra che le viti più vecchie assorbano meno potassio e che i pH dei mosti siano inferiori (Grigg, 2017). Una delle variabili emerse come più importanti è la maturazione: dev’essere lenta, per preservare l’acidità e completare la maturazione fenolica, senza ottenere aromi da surmaturazione come “confettura”, “frutta essiccata”, “prugna”, “miele”. Alcuni citano il diserbo meccanico in opposizione all’utilizzo di erbicidi.

Dal punto di vista delle pratiche di cantina, è bene scegliere lieviti neutri e non scendere troppo con le temperature in fermentazione per non ottenere vini eccessivamente fruttati, evitare l’uso del legno (capace di mascherare le sensazioni minerali) e mantenere il vino in leggera riduzione (l’anidride solforosa, tuttavia, non è stata menzionata che da pochissimi produttori).

I produttori pensano che affinare i vini per lungo tempo abbia un impatto positivo, ma è da evitare l’affinamento *sur lies*: i lieviti rilasciano infatti dei composti (le mannoproteine) responsabili di morbidezza e grassezza in bocca, in contrasto con l’acidità e l’astringenza tipiche del minerale.

Resta da approfondire il ruolo della varietà d’uva nella mineralità: rientra nella gestione agronomica del vigneto, ma non è stato preso in considerazione in questo studio poiché svoltosi nella regione dello Chablis AOC, il quale dev’essere prodotto esclusivamente a partire da uve

Chardonnay. Il vitigno sembra essere un fattore rilevante nella produzione di vini minerali poiché la maggior parte degli studi è stata svolta su un gruppo ristretto di varietà. Numerosi studi, infatti, si sono occupati del Sauvignon blanc, in quanto vitigno di origine francese e di estrema importanza anche per Australia e Nuova Zelanda; altri sul Riesling, per il quale la nota minerale sembra essere uno dei criteri per definire la tipicità (Douglas, Cliff, & Reynolds, 2001).

5.2.3.3 *La fermentazione e il lievito*

È interessante notare come l'insieme di sensazioni "minerali" (descritte al paragrafo 5.2.1 e caratterizzate chimicamente al paragrafo 5.2.2) appaia molto eterogeneo, ma possa avere un'origine chimico-biologica comune: il metabolismo del lievito.

È noto che i lieviti in situazioni di stress e carenza (soprattutto azotata) producono un insieme di composti solforati spesso definiti come "note riduttive". Alla scarsa nutrizione azotata, si associano ridotte quantità di esteri etilici e soprattutto di acetati degli alcoli superiori: i principali responsabili dell'aroma fruttato dei vini, che viene riportato come descrittore poco compatibile con la mineralità (se non altro perché molto impattante sull'aroma e capace di oscurare altre caratteristiche). Un altro composto che si può inserire in questo quadro è l'acido succinico, acido di origine fermentativa e non ritrovato nell'uva, prodotto soprattutto in condizioni di stress nutrizionale (Baron & Fiala, 2012).

Si possono supporre ulteriori effetti, di cui è difficile stabilire l'importanza relativa e su cui sarebbe interessante compiere studi più approfonditi, incentrati sul decorso delle fermentazioni e sul metabolismo dei lieviti. I sali minerali presenti nel mosto possono influenzare l'attività microbica (in particolare magnesio e zinco sembrano importanti per prevenire fermentazioni stentate (Van Casteren, 2012)). È riportato anche un effetto dovuto al ceppo di lievito sulla percezione del gusto salato a fine fermentazione (Vignon X., 2012). Per quanto riguarda gli altri acidi organici del vino, il tartarico tende a rimanere inalterato, mentre il malico può subire degradazione ad opera di lieviti (Volschenk, 2006) e batteri.

5.2.4 Conclusioni

Dalla letteratura emerge la complessità del termine "mineralità" sia da un punto di vista dell'importanza e delle sue associazioni (con fattori produttivi e attese sensoriali), sia da un punto di vista sensoriale, in riferimento alle sensazioni che concorrono nella sua valutazione (siano esse olfattive, retro-olfattive, gustative o tattili).

Partendo da queste premesse è stata progettata la parte sperimentale con un duplice approccio: un questionario da somministrare online per indagare importanza e significato del termine nel contesto italiano e analisi sensoriali condotte da un panel per investigare le diverse componenti sensoriali che entrano in gioco nella valutazione della mineralità.

5.3 L'ANALISI SENSORIALE

L'analisi sensoriale è la disciplina scientifica impiegata per evocare, misurare, analizzare e interpretare le sensazioni percepite attraverso i 5 sensi e la risposta che ne consegue (Stone and Sidel, 1993).

Il presente lavoro si articola all'interno di questo ramo della scienza, utilizzandone i metodi e le conoscenze. I metodi di analisi permettono di differenziare i campioni attraverso la valutazione di un gruppo di giudici (il panel). È indispensabile sottoporre a più soggetti lo stesso test, per raggiungere attraverso la statistica una visione unica e il più possibile svincolata dalla soggettività individuale.

Aspetti fondamentali sono il luogo dove si svolge l'analisi (un laboratorio con locali progettati secondo le norme di riferimento per condurre analisi sensoriali) e le fasi di preparazione e di presentazione dei campioni: l'obiettivo è ridurre al minimo le variabili, facilitare il compito del giudice, evitando disturbi o elementi che possano influenzarlo nella valutazione.

Vi sono diversi fattori importanti nella scelta del metodo di analisi: l'obiettivo dell'analisi, i membri e la numerosità del panel (nel nostro caso già dati a priori, dal numero di studenti iscritti al corso), i campioni, le eventuali repliche.

In particolare, all'interno dei diversi metodi di analisi, vengono qui di seguito illustrati i test CATA (Giacalone, 2015) e RATA (Gastón Ares, 2014), entrambi metodi descrittivi rapidi, che sono stati scelti per la parte sperimentale.

I metodi descrittivi permettono di quantificare e descrivere le differenze tra i campioni, a differenza dei metodi discriminanti che permettono solamente di individuare la presenza o assenza di differenze. Si sono scelti metodi rapidi perché meno impegnativi, adatti anche a giudici non molto esperti e più vicini all'esperienza multisensoriale del consumo.

Il test CATA (in inglese *Check All That Apply*) prevede che il giudice selezioni da una lista tutti i termini che considera appropriati a descrivere il campione. Il panel a disposizione rispetta le

condizioni consigliate per un test CATA: il numero di giudici è sufficiente anche per un panel di consumatori (in cui la dimensione minima consigliata è di 50 giudici) e il numero di prodotti è coerente con i range previsti dal metodo (da 1 a 12 campioni). È stato scelto perché permette di dare un profilo descrittivo in modo semplice e rapido.

Il test RATA (in inglese *Rate All That Apply*), scelto per la ripetizione del test, è molto simile al CATA, ma prevede anche la valutazione degli attributi selezionati. I giudici, sottoposti al test al termine del loro corso di Analisi sensoriale (dopo 8 incontri formativi), sono più abituati alle procedure di laboratorio, conoscono già i campioni e il test CATA che è molto simile: si è ritenuto opportuno chiedere ai giudici di dettagliare maggiormente le sensazioni percepite. La differenza tra CATA e RATA infatti è sostanziale: il primo consente di evidenziare differenze di profilo, il secondo si concentra sulla quantificazione di tali differenze, con la valutazione di ciascun attributo.

L'obiettivo è valutare quali termini venissero scelti nella descrizione dei vini e verificare quali caratteristiche pesino maggiormente nella valutazione successiva della mineralità. Il test CATA permette di incrociare i descrittori con la successiva valutazione della mineralità, mentre il RATA permette di valutare l'influenza delle diverse intensità di sensazione sulla stessa valutazione.

6 PARTE SPERIMENTALE

6.1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro vuole contribuire a chiarire il significato sensoriale del termine sensoriale “minerale” associato ad un vino.

Per fare questo si sono svolte due attività sperimentali in parallelo:

- un'indagine online tramite questionario, per indagare l'utilizzo del termine mineralità associata ai vini e l'idea che le persone hanno del concetto di mineralità. Si è studiato il grado di familiarità con il termine, la conoscenza del concetto e l'interpretazione data. Inoltre, si sono individuati i descrittori più frequentemente associati alla mineralità in relazione alle diverse modalità sensoriali;

- analisi sensoriali condotti in laboratorio, per indagare nella pratica come viene valutata la mineralità e quali descrittori olfattivi, gustativi e tattili sono coinvolti. Attraverso l'analisi di una serie di vini ritenuti diversi dal punto di vista della mineralità si è indagata la capacità descrittiva e l'accordo del panel sia nella valutazione della mineralità che nella definizione del profilo sensoriale complessivo al fine di individuare i descrittori associati.

6.2 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Gli studi presenti in letteratura sono solitamente in lingua inglese e condotti perlopiù con panel francesi e neozelandesi mentre non ci sono indagini condotte in Italia. Per questo motivo si è ritenuto interessante valutare se ciò che viene riportato a livello internazionale trova analogie anche nella realtà viti-enologica italiana, seppur con la limitazione dello studio condotto su un numero limitato di soggetti e principalmente in Trentino-Alto Adige e Veneto. Questo anche in considerazione dell'importanza attribuita al fattore culturale nel significato del termine mineralità, come riportato da Parr nella sua review (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015).

Si è proposta una caratterizzazione sensoriale dei vini che includesse descrittori ritenuti rilevanti nella definizione del descrittore complesso "minerale", nel tentativo di scomporlo nei suoi aspetti principali. L'interesse è incentrato sui descrittori associati alla mineralità: l'indagine viene svolta al fine di capire quali caratteristiche vengono prese in considerazione nel definire un vino più o meno minerale, a livello intuitivo. Nel test, infatti, non viene richiesta o fornita alcuna definizione di mineralità: viene semplicemente chiesto di dare una valutazione dell'attributo "minerale", con l'obiettivo di dedurre come i giudici interpretano il descrittore.

Per l'analisi si sono sottoposti alla valutazione degli studenti alcuni vini bianchi, ritenuti interessanti dal punto di vista della mineralità nelle sue componenti gustative e olfattive.

In particolare, si è voluto investigare il ruolo sensoriale svolto da due acidi (malico e succinico) e dal cloruro di sodio appositamente aggiunti ad un vino base. Questi composti, secondo diversi studi in letteratura, sono rilevanti nella definizione della mineralità.

Studiare la componente olfattiva della mineralità tramite aggiunte sarebbe stato molto difficile: gli standard dei composti sono difficili da reperire e si tratta di molecole instabili, con cui lavorare a basse concentrazioni. Per questo si è deciso in parte includere questo aspetto

proponendo un secondo set di campioni contenente due vini reali (un Sauvignon Blanc e un Incrocio Manzoni) scelti per le loro caratteristiche. Questi campioni sono stati inclusi anche allo scopo di irrobustire i dati per lo studio di correlazione, per il quale i 4 vini sopra descritti (il vino base e i tre vini ricavati tramite aggiunte) non sarebbero stati sufficienti.

Le valutazioni sensoriali si sono svolte con gli studenti del secondo anno di Viticoltura ed Enologia, durante le esercitazioni del corso di Analisi sensoriale. Per questo motivo le analisi si sono replicate all'inizio e alla fine del loro percorso, allo scopo valutare l'effetto dell'addestramento sulla capacità di descrizione della mineralità e dei descrittori correlati.

6.3 MATERIALI E METODI

6.3.1 Indagine online

6.3.1.1 La progettazione del questionario

Al fine della stesura del questionario, si sono svolte 5 interviste informali con esperti del settore, in particolare due sommelier AIS, due professori del corso di Viticoltura ed Enologia dell'Università di Trento, un enogiornalista. La finalità era quella di includere tutti gli aspetti che potessero risultare rilevanti nel descrivere il vino e la sua mineralità, oltre ad ottenere una prima idea generale delle possibili risposte. Ad esempio, si è scelto di inserire nel questionario finale una domanda relativa all'aspetto varietale dei vini perché nelle interviste emergevano con frequenza e regolarità le stesse varietà di uva, presentate a titolo di esempio. Qui di seguito sono riportate alcune domande rivolte agli intervistati:

1. “Minerale” è un termine che personalmente usa per descrivere i vini?
 - a. Se NO: perché?
 - b. Se SÌ: riferito a quali vini?
2. Pensa che la mineralità riguardi maggiormente la parte gustativa o olfattiva?
3. Saprebbe dire quali caratteristiche ha o non ha un vino minerale?

Il testo del questionario è stato strutturato in sezioni, all'interno delle quali sono previste più domande con risposta a scelta multipla tra possibili opzioni oppure attraverso scale a categoria a 7 livelli proposte per esprimere ad esempio la frequenza di utilizzo (da 1 = “mai” a 7 = ”molto spesso”), il grado di accordo con un'affermazione (da 1 = “estremamente in disaccordo” a 7 =

“estremamente d'accordo”) oppure l'importanza data ad un particolare aspetto (da 1 = “per niente importante” a 7 = “importantissimo”).

Per alcune domande la risposta è da dare obbligatoriamente, per altre, invece, solo in conseguenza di risposta affermativa ad una precedente domanda. Il questionario inizia con una breve introduzione per informare i rispondenti dello scopo del questionario e fornire tutte le informazioni importanti per il coinvolgimento di volontari (modalità anonima, durata indicativa di 10 min). Segue poi l'informativa per il consenso alla raccolta dei dati (riportata al paragrafo 7.2) dove vengono descritti il progetto in generale, la natura della partecipazione e i suoi benefici, le informazioni relative ai dati ed è indicato un contatto per acquisire eventualmente ulteriori informazioni.

Il questionario vero e proprio prevede complessivamente 30 domande ed è strutturato nelle seguenti sezioni:

1. Domanda a risposta aperta: è facoltativa per i rispondenti e inserita allo scopo di invitarli a raccogliere le idee prima della compilazione.
2. Importanza del termine: questa sezione riguarda l'importanza che il rispondente attribuisce alla mineralità, quanto spesso la utilizza nella descrizione dei vini, cosa pensa dell'utilizzo che altri soggetti fanno di questo termine. Per raccogliere le risposte si utilizzano scale da 1 a 7 punti riguardanti la frequenza di utilizzo, l'importanza attribuita al termine e il grado di accordo con una serie di affermazioni.
3. Associazioni tra mineralità e fattori viti-enologici: in questa sezione si indagano i fattori più importanti per la mineralità, per capire se essa sia associata maggiormente all'uva di partenza e al vitigno, piuttosto che al terreno di coltivazione o alla regione di produzione.
4. Significato sensoriale del termine: questa sezione vuole approfondire il significato sensoriale della mineralità, per capire a quali sensazioni specifiche (relative alle diverse modalità sensoriali gustative, olfattive e tattili) si associa il descrittore “minerale”. Come specificato in precedenza, per ognuna delle 3 modalità sensoriali, è prevista una prima domanda generale sul grado di accordo all'affermazione "nella percezione della mineralità entrano in gioco sensazioni gustative (oppure olfattive o tattili, rispettivamente) e in caso affermativo (accordo con l'affermazione maggiore o uguale a 4) viene chiesto di dettagliare meglio la risposta scegliendo i descrittori associati

(rispettivamente per la componente gustativa, olfattiva o tattile). In caso di un grado di accordo inferiore o uguale a 3 il rispondente viene indirizzato alla domanda successiva.

5. Caratterizzazione dei rispondenti: questa sezione ha lo scopo di profilare i rispondenti, dal punto di vista demografico ma anche del rapporto con il vino.

Il questionario è stato creato attraverso la web app Google Moduli. Il testo completo è riportato in Appendice (paragrafo 7).

6.3.1.2 La somministrazione del questionario

Il pubblico a cui è stato indirizzato il questionario è composto principalmente da soggetti appartenenti alle seguenti categorie: studenti di Viticoltura ed Enologia (delle Università di Trento e di Verona), sommelier AIS (del gruppo di Trento e di Verona), assaggiatori ONAV (tramite Instagram dal profilo ONAV Nazionale), produttori, enologi e tecnici del Trentino-Alto Adige e Veneto, nonché alcuni consumatori esperti e appassionati. Si è scelto di non coinvolgere consumatori inesperti o poco familiari con il vino per il taglio tecnico e la specificità delle domande contenute nel questionario destinate a rispondenti coinvolti a diversi livelli nel settore viti-enologico.

Il metodo di diffusione è stato misto: in parte diretto attraverso contatti personali (con un link inviato tramite e-mail o Whatsapp), in parte attraverso una locandina con QR code rimandante al questionario affissa in punti strategici della Fondazione Edmund Mach (Via E. Mach, 1 38098 S. Michele all'Adige (TN), Italia).

Il periodo di raccolta delle risposte è stato di 31 giorni, dal 29 aprile al 30 maggio 2022, e si sono raccolte complessivamente 127 risposte.

6.3.1.3 Analisi statistica dei dati raccolti

I dati raccolti sono stati organizzati in una matrice con 127 righe (i casi = i rispondenti) e 30 colonne (le variabili = le risposte fornite). Le variabili sono ordinate in base alla posizione nel questionario e sono di tipo qualitativo o categoriali come ad esempio il genere, oppure quantitativi o numerici come, ad esempio, le risposte raccolte con le scale a 7 punti (es. il grado di accordo).

Per l'elaborazione statistica dei dati ottenuti dal questionario si sono utilizzati il software Microsoft Excel Professional Plus 2016 e il software Jamovi 2.0. Sulla base della tipologia di variabile, sono state svolte analisi statistiche descrittive (media, moda, mediana, quartili,

deviazione standard) e tecniche di visualizzazione dati (box plot e distribuzioni di frequenza) per visualizzare la distribuzione delle risposte.

6.3.2 Analisi sensoriale

Le analisi sono state condotte nel laboratorio sensoriale della Fondazione Mach: la parte di spiegazione del test è stata svolta nell'aula didattica mentre le valutazioni sono state eseguiti in cabine individuali sotto luce rossa. Le cabine sono adiacenti al laboratorio di preparazione dei campioni e la consegna dei prodotti ai giudici è avvenuta tramite sportelli scorrevoli che collegano i due ambienti. Ai giudici sono stati forniti i vassoi con i campioni, il tablet su cui segnare le risposte, un bicchiere per l'acqua e un pacchetto di cracker (Figura 1, a sinistra). Per tutta la durata del test per i giudici era possibile confrontarsi con lo staff del laboratorio per eventuali dubbi o difficoltà.

Figura 1: Dettaglio delle cabine individuali dove si sono svolti i test.



6.3.2.1 I vini

I campioni scelti per l'analisi sono dei vini bianchi tal quali o modificati: si sono ritenuti più idonei perché più semplici, ma anche perché più associati alla mineralità (Deneulin P. , 2014). Di seguito viene presentata una descrizione dei due set di campioni: il primo costituito da 4 vini modificati attraverso aggiunte di sale e acidi, il secondo caratterizzati da 2 vini reali tal quali e trattati con carbone.

Set 1

È composto da 4 vini (Tabella 2), un vino bianco (campione "00") e tre vini costituiti dal medesimo vino aggiunto di cloruro di sodio (campione "00+NACL"), acido malico (campione "00+MAL") e acido succinico (campione "00+SUC").

Il vino bianco di partenza è stato fornito dalla Cantina di Microvinificazione della FEM ed è l'assemblaggio di più partite differenti di annate precedenti a quella in corso. È caratterizzato da deboli note fruttate e ossidate, nessun off-flavour. In ragione dell'acidità piuttosto spiccata, si è scelto di trattarlo preventivamente con bicarbonato di potassio in quantità tale da abbassare di 1 g/L l'acidità del vino. Il trattamento ha previsto l'aggiunta 1,3 g/l di bicarbonato sotto agitazione energica e successivamente filtrazione e travaso per separare depositi solidi di bitartrato di potassio. Il vino trattato è stato conservato presso la cantina di Microvinificazione in fusti da 20 L inertizzati con argon e mantenuti in cella frigorifera a 4°C.

Le quantità aggiunte delle diverse sostanze sono state scelte sulla base di diversi fattori. Si è tenuta in considerazione la letteratura specifica sulla mineralità, ma anche i range ai quali abitualmente le sostanze si ritrovano in vino e le loro soglie sensoriali. Per il cloruro di sodio si è fatto riferimento al limite di legge per la massima concentrazione ammessa in vino. Si sono svolte alcune prove di assaggio con un ristretto gruppo di persone addette all'organizzazione dei laboratori per gli studenti: dopo aver testato diverse concentrazioni si è optato per i valori definitivi, ritenuti più adatti perché più percettibili (ad esempio il cloruro di sodio) o meno eccessivi (ad esempio l'acido malico).

Per la realizzazione delle aggiunte si sono utilizzate delle soluzioni acquose delle tre sostanze (cloruro di sodio, acido malico e succinico) allo scopo di facilitare la preparazione dei campioni e di assicurarsi di aver ottenuto una soluzione omogenea. Per rendere confrontabili i campioni, anche il neutro è stato aggiunto della medesima quota di acqua (5%) aggiunta agli altri campioni attraverso le soluzioni.

I 4 vini sono stati preparati il giorno prima dell'analisi sensoriale e conservati a 14°C fino al momento della preparazione dei campioni. La stessa procedura è stata ripetuta per la seconda sessione di valutazione.

Tabella 2: Campioni del set 1 della prima e seconda sessione

Codice campione (prima e seconda sessione)	Stimolo	Composto utilizzato	Concentrazione di sostanza nel campione (g/kg)
---	----------------	----------------------------	---

00+NACL_I 00+NACL_II	Cloruro di sodio	NaCl Fluka Puriss. p.a., ACS Reagent, Reag. ISO, Reag. Ph. Eur., ≥99.5% H ₂ O	0,5 49,5
00+MAL_I 00+MAL_II	Acido malico	DL-Malic acid Sigma-Aldrich meets analytical specification of FCC, E296, 99-100.5% (alkalimetric) H ₂ O	0,5 49,5
00+SUC_I 00+SUC_II	Acido succinico	Succinic acid Sigma-Aldrich natural, ≥99%, Food Grade H ₂ O	1 49
00_I 00_II	Nessuno (vino base)	H ₂ O	50

Set 2

Il Set 2 della prima sessione è composto da 4 vini, due diversi vini proposti sia tal quali che dopo il trattamento con 40 g/hl di carbone attivo deodorante (per rimuovere parte della componente aromatica). I due vini sono stati forniti dalla Cantina di Microvinificazione della FEM che ha anche effettuato il trattamento con carbone. Il primo vino, caratterizzato da note riduttive e prodotto principalmente da uve Sauvignon e Riesling (campione “SB”), è stato scelto per investigare l’importanza della classe dei composti solforati nella percezione di mineralità, in ragione dei molti studi in letteratura che la citano. L’altro vino caratterizzato da una notevole acidità e prodotto principalmente da uva Incrocio Manzoni (campione “IM”) è stato scelto per valutare, in un vino reale, l’importanza del gusto acido per la mineralità a confronto anche con un vino acidificato per aggiunta di moderate quantità di acido malico e succinico (vini del Set 1).

Si è scelto di valutare i vini tal quali e impoveriti della loro componente aromatica (con delle modificazioni anche più ampie dovute al trattamento aspecifico con carbone) per valutare quanto essa fosse influente nella percezione della mineralità.

Questo secondo set di vini permette inoltre di ampliare la variabilità dei campioni analizzati per lo studio di correlazione tra il descrittore della mineralità e gli altri descrittori sensoriali proposti per descrivere i vini.

Nella seconda sessione, il secondo set di campioni è stato riproposto con delle differenze a causa della limitata quantità di vino disponibile. Si sono riconfermati due campioni su quattro, i Sauvignon Blanc trattato con carbone e non trattato, mentre gli altri due vini sono stati sostituiti con un vino ottenuto unendo l'Incrocio Manzoni trattato con carbone e il non trattato (IM_IM+CARB_II) e il vino base utilizzato per le modifiche del Set 1 (00*_II), senza l'aggiunta del 5% di acqua. Si fornisce un riassunto dei campioni del Set 2 delle due sessioni in Tabella 3.

Anche in questo caso i vini sono stati conservati in Cantina di Microvinificazione, in fusti da 10 L, mantenuti alla temperatura di 4°C e inertizzati con argon, fino al giorno precedente l'analisi sensoriale, quando sono stati trasferiti nel laboratorio sensoriale in un frigo termostato alla temperatura di 14°C.

Tabella 3: Campioni del set 2 della prima e della seconda sessione

Codice campione	Descrizione campione
Prima sessione	
SB+CARB_I	Sauvignon Blanc trattato con carbone
SB_I	Sauvignon blanc
IM+CARB_I	Incrocio Manzoni trattato con carbone
IM_I	Incrocio Manzoni
Seconda sessione	
SB+CARB_II	Sauvignon Blanc trattato con carbone
SB_II	Sauvignon blanc
IM_IM+CARB_II	Incrocio Manzoni trattato con carbone (50%) e non trattato (50%)
00*_II	Vino base

I campioni sono stati presentati in calici da degustazione ISO coperti e identificati da un codice a tre cifre, nella stessa quantità (30 ml) e nelle medesime condizioni di temperatura (14-18°C). Sono stati consegnati ai giudici su un vassoio (Figura 2) e valutati singolarmente. L'ordine dei campioni all'interno del set era randomizzato e bilanciato.

Figura 2: Vassoio con il set 1 presentato agli studenti per la valutazione



6.3.2.2 Il panel

Il panel coinvolto è costituito da studenti del secondo anno di Viticoltura ed Enologia (57 nella prima sessione e 61 nella seconda sessione). Può dirsi un panel misto per quel che riguarda l'esperienza in ambito sensoriale: alcuni soggetti sono alle primissime esperienze, altri si avvicinano al corso con un bagaglio di esperienze già notevole.

Nel percorso formativo proposto dall'Università, il tema della mineralità non è stato trattato in modo organico prima del corso di Analisi sensoriale, è stato eventualmente accennato in alcuni corsi. Per questo è lecito supporre che gli studenti non fossero molto informati sul tema, a meno di approfondimenti personali.

Durante le esercitazioni del corso di Analisi sensoriale, gli studenti hanno affrontato un addestramento finalizzato a chiarire il significato e le modalità di valutazione delle principali

sensazioni gustative e olfattive di un vino. Nelle esercitazioni che hanno preceduto la seconda sessione è stato introdotto il descrittore complesso della mineralità, indicando le componenti gustative, olfattive e tattili che secondo la letteratura contribuiscono alla sua percezione. Inoltre, sono stati fatti assaggiare vini modificati per aggiunta di acidi e sali per chiarire la percezione dei gusti acido e salato, così come sono stati proposti stimoli olfattivi associati alla mineralità. Si tratta dei seguenti odori, scelti dalla letteratura inerente alla mineralità: marino/salmastro (realizzato con alga nori spezzettata), fiammifero (realizzato con teste di fiammiferi usati), cipolla (dal kit *Le Nez du Vin*), cherosene (dal kit *Aroma Master*), terra (dal kit *Le Nez du Vin*).

Tabella 4: Percorso di addestramento affrontato dai giudici nell'ambito delle esercitazioni del corso di Analisi sensoriale. Sono evidenziate in grassetto le attività più importanti per questo studio.

Esercitazione	Data	Attività e argomenti discussi in aula (A) e valutazioni individuali in cabina (C)	
1	8/03/22	Riconoscimento di gusti, flavour e sensazioni tattili in soluzioni acquose (salato, acido, amaro, dolce, umami, piccante, caldo/alcool, frizzante, freddo/menta, astringente, vaniglia)	A
		Test 1: sensibilità al PROP e questionari (su neofobia e preferenze)	C
2	15/03/22	Presentazione risultati del Test 1	A
		Test 2: Prima sessione analisi sensoriale sulla mineralità: Analisi di 8 vini (2 set di 4 campioni)	C
3	22/03/22	Riconoscimento gusti in acqua, odori in vial dal kit <i>Nez du Vin</i> (cannella, vaniglia, arancia, banana, rosa, fungo)	A
		Presentazione dei risultati del Test 2	
		Test 3: riconoscimento gusti in soluzione acquosa a 2 livelli di concentrazione	C
4	29/03/22	Riconoscimento gusti in vino bianco e vino rosso	A
		Presentazione dei risultati del Test 3	

		Test 4: Riconoscimento di odori in vial dal kit <i>Nez du Vin</i> (cannella, affumicato, arancia, banana, rosa, fungo, albicocca, ananas, liquirizia, melone, miele, timo/origano)	C
5	5/04/22	Riconoscimento di odori in vial dal kit <i>Nez du Vin</i> (caramello, chiodi di garofano, ciliegia, fragola, lampone/violetta, pera, mandorla, pesca, pepe/resina, peperone, acacia, violetta) Presentazione dei risultati del Test 4	A
		Test 5: Riconoscimento gusti in vino bianco e vino rosso	C
6	3/05/22	L'aspetto gustativo della mineralità: riconoscimento dei gusti acido e salato in vino bianco (acido tartarico, acido citrico, acido malico, acido lattico, acido succinico, cloruro di sodio, cloruro di magnesio) Presentazione dei risultati del test 5	A
		Test 6: Riconoscimento odori in vial dal kit <i>Nez du Vin</i> (chiodi di garofano, fragola, caramello, peperone, lampone/violetta, pesca, pepe/resina, violetta, acacia, mandorla, pera, ciliegia/amarena) Questionario sulla mineralità	C
7	10/05/22	L'aspetto olfattivo della mineralità: riconoscimento di odori associati alla mineralità (alga, fiammifero, cipolla, cherosene, terra) Elaborazione dati triangolare e presentazione dei risultati del Test 6	A
		Test 7: Serie di 5 triangolari per soglia di percezione del safranale	C
8	17/05/22	Percezione dell'alcool in vino bianco e vino rosso (3 livelli)	A

		Riconoscimento Safranale (in vial, soluzione idroalcolica e vino bianco)	
		Presentazione dei risultati del Test 7	
		Test 8: Classificazione in base alla sensazione alcolica (2 serie di 5 campioni di vino bianco e rosso)	C
9	24/05/22	Riconoscimento di odori in vino (rosa, moscato, miele/fragola, ananas, pera, banana)	A
		Presentazione dei risultati del Test 8	
		Test 9: Seconda sessione analisi sensoriale sulla mineralità: Analisi di 8 vini (2 set di 4 campioni)	C
10	31/05/22	Riconoscimento di odori in vino (tè, ananas, lavanda, fragola, pompelmo, fiori di sambuco, banana)	A
		Presentazione dei risultati del Test 9	
		Test 10: descrizione di 5 vini bianchi commerciali (metodo CATA)	C

6.3.2.3 *Il metodo sensoriale*

Il test è stato ripetuto in due sessioni, con delle differenze.

Il test è composto da una prima valutazione di 3 attributi complessi – “minerale”, “fresco”, “armonico” - attraverso una scala di intensità a categorie con punteggi da 1 (“Estremamente debole”) a 9 (“Estremamente forte”), seguito da un test CATA (Giacalone, 2015), nella prima sessione, o RATA (Ares & Varela, 2014), nella seconda sessione. La decisione di ricorrere al RATA nella seconda sessione di valutazione è giustificata dall’esigenza di capire se due vini che non risultano significativamente diversi al test CATA per la frequenza di elicitazione possano essere differenziati applicando il RATA che permette di quantificare le l’intensità della sensazione scelta.

Per la realizzazione di questi test si è utilizzato il software EyeQuestion® e per la raccolta delle risposte di sono utilizzati dei tablet.

In ognuna delle due sessioni il test è stato eseguito presentando due set di 4 campioni ciascuno (descritti al Paragrafo 6.3.2.1), da valutare in ordine prestabilito e bilanciato per giudice. Tra la

valutazione dei 2 set è stata prevista una pausa durante la quale gli studenti hanno svolto altre attività didattiche.

Nella seconda sessione, si è proceduto in maniera analoga, ma il test CATA è stato sostituito da un test RATA, mantenendo la stessa lista di descrittori. Per quanto riguarda i campioni, sono gli stessi per il primo set di 4 campioni mentre nel secondo 2 vini sono stati sostituiti come specificato in Tabella 3.

Per ciascun campione è stato chiesto di annusare e assaggiare il vino per valutare, su una scala di intensità da 1 (“Estremamente debole”) a 9 (“Estremamente forte”), i seguenti attributi: “armonico”, “fresco”, “minerale” presentati in ordine randomizzato, diverso per giudice. L’affiancamento dei due attributi complessi “fresco” e “armonico” è stato deciso per non dare consapevolezza dell’oggetto dello studio (errore psicologico di attesa) e permettere di cogliere l’idea intuitiva dei rispondenti.

Il successivo test CATA ha previsto di descrivere prima l’odore, annusando il campione e selezionando tutti i termini considerati appropriati per descriverlo scegliendo da una lista fornita (Figura 3).

Figura 3: Schermata visualizzata dagli studenti durante il test CATA sulle sensazioni olfattive

ANNUSA il campione 732, quindi seleziona i descrittori che ritieni appropriati per descrivere la tua percezione.

Odore

<input type="checkbox"/> Vaniglia	<input type="checkbox"/> Ossidato/Marsalato
<input type="checkbox"/> Mela	<input type="checkbox"/> Terra
<input type="checkbox"/> Gomma bruciata	<input type="checkbox"/> Fragola
<input type="checkbox"/> Uva passa	<input type="checkbox"/> Acqua di mare/Salmastro
<input type="checkbox"/> Aglio/Cipolla	<input type="checkbox"/> Fiammifero
<input type="checkbox"/> Rosa	<input type="checkbox"/> Banana
<input type="checkbox"/> Affumicato	<input type="checkbox"/> Cavolo/Broccolo
<input type="checkbox"/> Fiori di sambuco	<input type="checkbox"/> Idrocarburi
<input type="checkbox"/> Grafite/Matita	<input type="checkbox"/> Polvere da sparo/Pietra focaia
<input type="checkbox"/> Pompelmo	<input type="checkbox"/> NESSUNO

Successivo

In una schermata successiva il giudice ha proseguito con la descrizione del flavour assaggiando il medesimo campione e spuntando gli attributi da lui ritenuti corretti per la descrizione.

Il giudice ha scelto tra descrittori appartenenti a tre tipologie di sensazioni: odori retro-olfattivi, gusti e sensazioni tattili (questi ultimi raggruppati in un’unica lista). Nel test RATA la procedura è stata la medesima, ma è stato chiesto ai giudici di valutare su una scala da 1 a 9 l’intensità dei descrittori selezionati (Figura 4).

Figura 4: Schermata visualizzata dagli studenti durante il test RATA con valutazione dell'intensità del descrittore selezionato.

Odore

<input type="checkbox"/> Affumicato	<input type="checkbox"/> Acqua di mare/Salmastro
<input checked="" type="checkbox"/> Pompelmo	<input type="checkbox"/> Rosa
<input type="checkbox"/> Polvere da sparo/Pietra focaia	<input type="checkbox"/> Aceto
<input type="checkbox"/> Ossidato/Marsalato	<input type="checkbox"/> Terra
<input type="checkbox"/> Idrocarburi	<input type="checkbox"/> Vaniglia
<input type="checkbox"/> Mela	<input type="checkbox"/> Fragola
<input type="checkbox"/> Fiammifero	<input type="checkbox"/> Cavolo/Broccolo
<input type="checkbox"/> Gomma bruciata	<input type="checkbox"/> Aglio/Cipolla
<input type="checkbox"/> Fiori di sambuco	<input type="checkbox"/> Uva passa
<input type="checkbox"/> Banana	<input type="checkbox"/> Grafite/Matita
<input type="checkbox"/> NESSUNO	

Pompelmo
Indica l'intensità percepita

Estremamente debole	Molto debole	Debole	Debole/Moderata	Moderata	Moderata/Forte	Forte	Molto forte	Estremamente forte
---------------------	--------------	--------	-----------------	----------	----------------	-------	-------------	--------------------

La lista di descrittori (21 in totale, considerando il “nessuno”) è la medesima per l’analisi olfattiva e del flavour (distinti nell’elaborazione dati mediante la lettera O per “odore” e F per “flavour”): mela, fragola, rosa, banana, fiori di sambuco, pompelmo, uva passa, ossidato/marsalato, aceto, vaniglia, cavolo/broccolo, aglio/cipolla, affumicato, gomma bruciata, grafite/matita, terra, fiammifero, polvere da sparo/pietra focaia, idrocarburi, acqua di mare/salmastro, nessuno. I descrittori sono stati scelti sulla base dei risultati della letteratura (ad esempio Heymann, Hopfer, & Bershaw, 2014, e Rodrigues et al., 2017) e dell’indagine online, mentre alcuni perché ritenuti adatti a descrivere i vini durante una prova d’assaggio. L’ordine di presentazione dei descrittori è stato randomizzato e bilanciato tra giudici.

Per le sensazioni gustative e tattili la lista contiene i seguenti descrittori (5 in totale, considerando il “nessuno”): salato, amaro, dolce, astringente, nessuno (

Figura 5).

Figura 5: Schermata visualizzata dagli studenti durante l’analisi. Test CATA sulle sensazioni gustative e tattili

ASSAGGIA il campione 480, quindi seleziona i descrittori che ritieni appropriati per descrivere la tua percezione.

Gusti e sensazioni

<input type="checkbox"/> Salato	<input type="checkbox"/> Astringente
<input type="checkbox"/> Amaro	<input type="checkbox"/> Acido
<input type="checkbox"/> Dolce	<input type="checkbox"/> NESSUNO

Dopo aver inserito il codice giudice e il codice vasoio, si apre una prima schermata introduttiva con le istruzioni, poi il test può avere inizio. Per ciascun campione (prima della valutazione dei tre attributi), è previsto di dover sciacquare accuratamente la bocca con acqua (per 20 secondi),

mangiare un pezzo di pane o cracker (20 s) e infine sciacquare ancora la bocca (20 s), le tempistiche sono scandite da appositi timer.

6.3.2.4 Analisi statistica

I dati raccolti sono stati organizzati in due matrici, una per ognuna delle 2 sessioni di valutazione, in cui ogni riga corrisponde alla valutazione espressa da un giudice in merito ad un prodotto, mentre ciascuna colonna corrisponde ad una variabile. Le variabili sono le seguenti:

- 3 descrittori complessi, di cui era espressa l'intensità con valori numerici da 1 a 7;
- 48 descrittori CATA, con il valore 1 se il descrittore veniva selezionato dal giudice e 0 in caso contrario; i descrittori erano suddivisi per categoria (21 odori, 6 gusti/sensazioni, 21 flavour).

Con il test RATA si è ottenuta poca informazione in più rispetto al test CATA della I sessione. Per questo è stato preferito analizzare solo la parte CATA dei risultati del test RATA, tenendo in considerazione la scelta dei descrittori, ma non le valutazioni di intensità degli stessi.

Sui dati forniti dal panel si sono svolte le seguenti analisi:

- analisi descrittive sulle frequenze di citazione dei descrittori separatamente per le modalità sensoriali (calcolo delle occorrenze) allo scopo di ottenere una descrizione sensoriale dei campioni;
- analisi descrittive sulle intensità dei 3 descrittori complessi (distribuzioni di frequenza, calcolo di media, moda, mediana e deviazione standard) per rappresentare le valutazioni;
- il test chi quadrato " χ^2 ", sulle frequenze con cui ciascun attributo era stato scelto nel test CATA per un confronto a coppie tra campioni (vino base con vini aggiunti di sale e acidi, vino trattato con carbone e non) allo scopo di individuare differenze significative ($\alpha = 0,05$) nell'uso dei descrittori;
- l'analisi ANOVA sui punteggi d'intensità dell'attributo "minerale" allo scopo di individuare differenze significative ($\alpha = 0,05$) tra i campioni;
- la *Penalty Lift Analysis* (Ares & Varela, 2014) sui dati CATA e sui punteggi d'intensità dell'attributo "minerale" per valutare l'influenza dei singoli descrittori sulla valutazione della mineralità;

- la *Correspondence Analysis* (CA), un'analisi multivariata applicata ai dati CATA e sul descrittore “minerale” per visualizzare le principali similitudini e differenze tra campioni su uno spazio bidimensionale;
- il test Q di Cochran, un'analisi multivariata applicata ai dati CATA per verificare quali descrittori sono in grado di discriminare in maniera significativa i campioni ($\alpha = 0,05$);
- l'analisi di correlazione di Pearson sui tre attributi “minerale”, “fresco”, “armonico” e rappresentazione dei risultati attraverso box plot per valutare l'accordo di ciascun giudice con il panel complessivo, relativamente ad ogni descrittore;
- l'analisi di correlazione punto-bisettorale (*Point Biserial correlation* (Anderson, 1994)) sulle frequenze d'uso dei descrittori del test CATA per valutare l'accordo di ciascun giudice con il panel relativamente ad ogni descrittore e l'effetto dell'addestramento.

Per l'elaborazione statistica dei dati ottenuti dall'analisi sensoriale si sono utilizzati il software Microsoft Excel Professional Plus 2016, il software Jamovi 2.0 e il software R (pacchetti: FactoMineR v2.4, cata v0.0.10.9, ggplot2 v3.3.6, ltm v1.2).

6.4 RISULTATI E DISCUSSIONE

Di seguito vengono presentati i risultati organizzati in un primo paragrafo sui dati del questionario online e un secondo sulle analisi sensoriali condotte in laboratorio. Essi vengono commentati e discussi alla luce della letteratura specialistica esposta nella prima parte di questo elaborato al paragrafo 5.2.

6.4.1 L'indagine online

L'analisi delle risposte si è articolata in quattro sezioni, corrispondenti alle quattro macro sezioni individuate al paragrafo 6.3.1: caratterizzazione dei rispondenti, importanza e considerazione del termine, associazioni tra mineralità e fattori viti-enologici, significato sensoriale del termine.

6.4.1.1 Domanda aperta sulla definizione di mineralità

Questa domanda, inserita principalmente allo scopo di invitare i rispondenti a raccogliere le idee, ha fornito risposte coerenti con quanto è stato inserito nelle domande con risposta a scelta multipla in fase di progettazione, basandosi essenzialmente sugli studi pubblicati.

o della categoria professionale, si sarebbero venuti a costituire gruppi troppo sbilanciati per numerosità o non sufficientemente differenziati (ad esempio nel caso della frequenza).

Tabella 5: Caratterizzazione dei rispondenti al questionario.

Numerosità	127
Soggetti di genere maschile	71%
Fascia di età	
18 - 34	72%
35 - 49	17%
50 - 69	10%
70 o più	2%
Frequenza del consumo di vino:	
Minimo 4-5 volte a settimana	21%
2-3 volte a settimana	40%
1 volta a settimana	32%
1-2 volte al mese	4%
Meno di 1 volta al mese	2%
Frequentazione corsi di formazione:	
Per il vino	84%
Per altre bevande alcoliche	6%
Per altro	9%
No	13%

6.4.1.3 *Importanza e considerazione del termine*

Le domande finalizzate a comprendere la considerazione di cui gode il termine “minerale” e le relative risposte sono riassunte in Tabella 6.

Tabella 6: Risposte relative all'importanza attribuita al termine “minerale” e considerazioni sul suo utilizzo.

Frequenza di utilizzo del termine ^a (media)	3,9
Importanza attribuita al termine ^b (media)	4,6

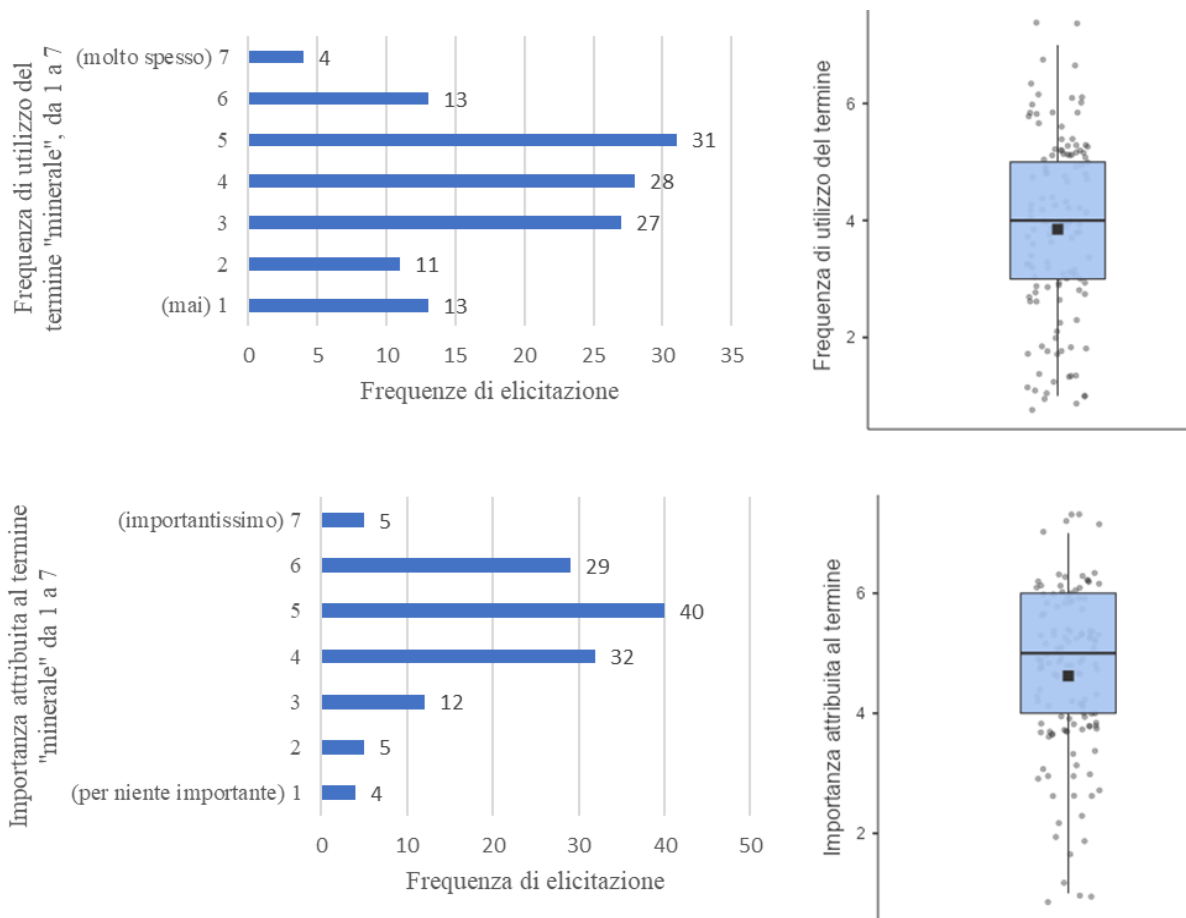
Nelle degustazioni tecniche, il termine minerale ^c (media):	
È spesso abusato	4,5
È utile per descrivere i vini	4,5
È utile per differenziare tra loro i vini	4,2
È ambiguo e quindi inefficace	3,3
Da parte di chi comunica o vende il vino, il termine minerale ^c (media):	
È spesso abusato	5,0
È utile per descrivere i vini	4,4
È ambiguo	4,1
È utile per vendere di più	4,7
Rende un vino più interessante	4,5
^a Da 1 (“mai”) a 7 (“molto spesso”)	
^b Da 1 (“per niente importante”) a 7 (“importantissimo”)	
^c Grado di accordo da 1 (“Estremamente in disaccordo”) a 7 (“Estremamente d’accordo”)	

Per quanto riguarda la domanda “Quanto spesso utilizza il termine minerale per descrivere un vino?”, le risposte sono piuttosto distribuite attorno alla media (deviazione standard = 1,55) e questo significa che non emerge una chiara tendenza all’utilizzo né una tendenza contraria. C’è maggior accordo sull’importanza medio-alta attribuita al termine. In Figura 7 si riporta un dettaglio della distribuzione dei risultati.

Le risposte alle domande successive, inerenti all’utilizzo che viene fatto del termine sono coerenti: affermazioni a connotazione positiva (come “[minerale] è [un termine] utile per descrivere i vini”) hanno gradi di accordo maggiori, mentre le affermazioni “è ambiguo” e “è ambiguo e quindi inefficace” hanno i punteggi più bassi.

Contrariamente alle aspettative, il termine non è ritenuto ambiguo nelle degustazioni tecniche: il grado di accordo scelto con la maggiore frequenza (moda) è 1 e circa 2 persone su 5 sono estremamente in disaccordo con l’affermazione “è un termine ambiguo e quindi inefficace”. Questi risultati sono spiegabili sulla base dell’esperienza dei soggetti coinvolti: due studi [(Deneulin & Bavaud, 2016); (Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, & Valentin, 2015)] riportano una chiara differenza tra consumatori e professionisti, che si caratterizzano per il fatto di avere molta più chiarezza sul significato del termine.

Figura 7: Distribuzione delle risposte alle domande «Quanto ritiene sia importante per un vino l'attributo mineralità?» e «Quanto spesso utilizza il termine minerale per descrivere un vino?».



È interessante osservare che secondo l'opinione dei rispondenti il termine è spesso abusato sia nelle degustazioni tecniche che da parte di chi comunica o vende il vino. Tuttavia, la

Figura 8: Distribuzione delle risposte alla domanda: "Cosa pensa dell'utilizzo del termine "minerale" nelle degustazioni tecniche (da parte di enologi, assaggiatori, sommelier, ecc.)?". Grado di accordo espresso con l'affermazione "è un termine spesso abusato"

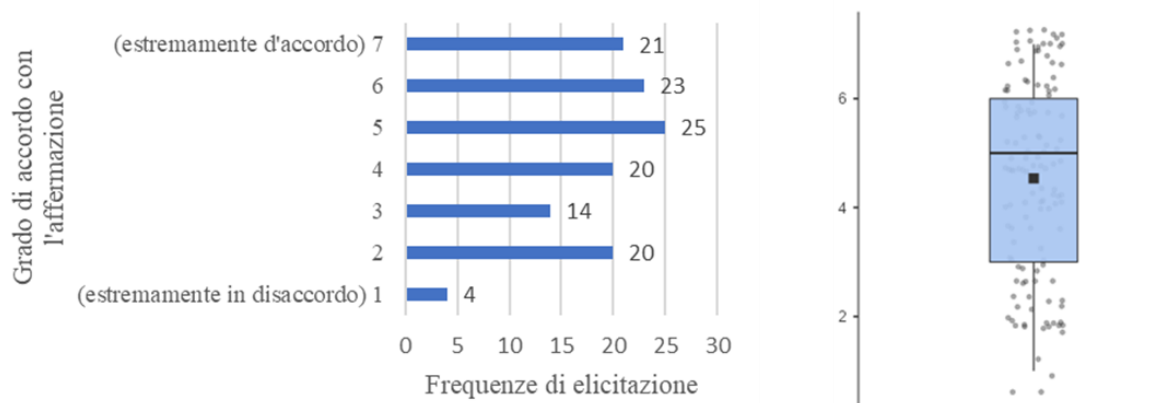
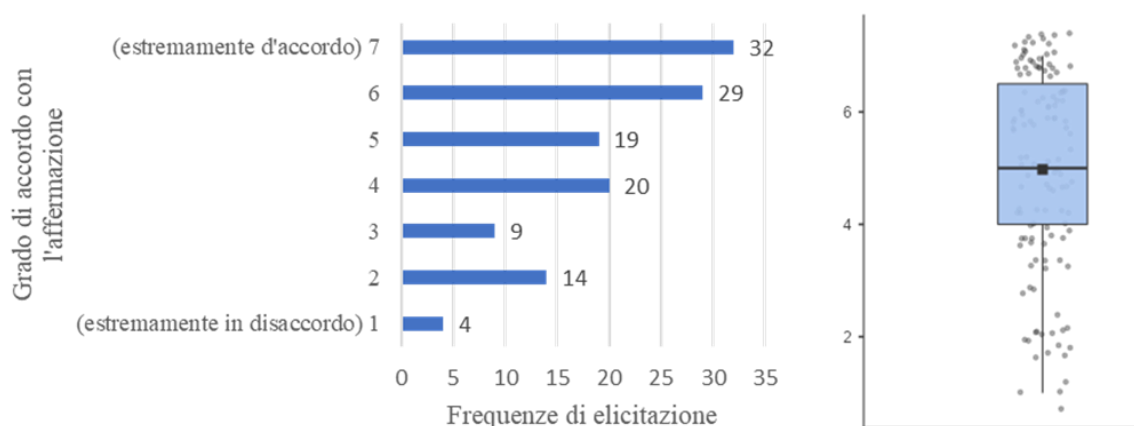


Figura 9: Distribuzione delle risposte alla domanda: "Cosa pensa dell'utilizzo del termine "mineralità" da parte di chi comunica o vende il vino (blogger, giornalisti, enotecari, ecc.)?". Grado di accordo espresso con l'affermazione "è un termine spesso abusato"



distribuzione delle risposte indica una maggiore concordanza sull'affermazione in merito a chi comunica o vende il vino, piuttosto che nelle degustazioni tecniche: il dettaglio è riportato in Figura 8 e Figura 9.

È presente tuttavia un sottogruppo, meno numeroso (21%), che non si trova in accordo per quanto riguarda l'abuso del termine da parte di chi comunica o vende vino.

6.4.1.4 Associazioni tra mineralità e fattori viti-enologici

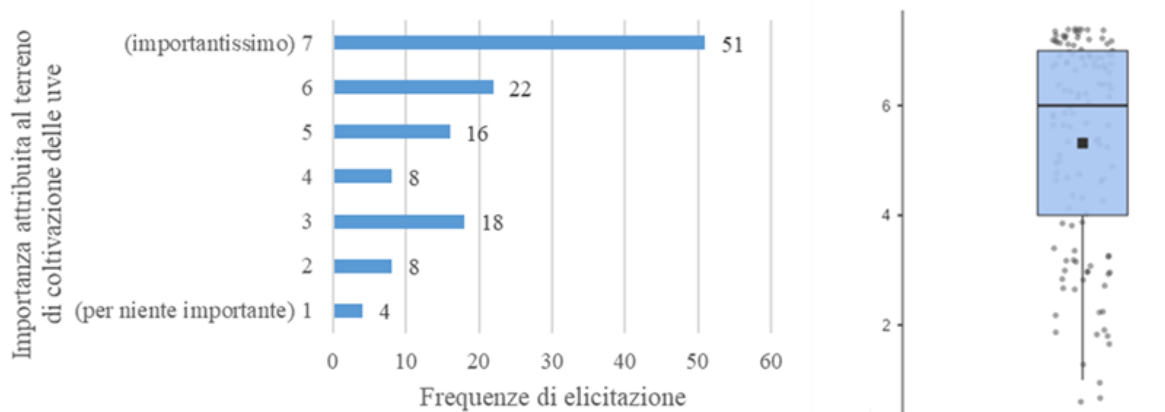
Tabella 7: Risposte a domande volte ad indagare le idee generali associate al concetto di mineralità.

Importanza dei seguenti fattori ^a (media)	
Terreno di coltivazione delle uve	5,3
Varietà di uva	4,7
Stile di vino	4,6
Regione di produzione	3,6
Vini varietali che si è più propensi a ritenere minerali:	
Riesling	68%
Vermentino	34%
Sauvignon Blanc	31%
Chardonnay	31%
Verdicchio	29%
Fiano	20%
Trebbiano	16%

Associa la mineralità ad un vino:		
	Bianco	95%
	Rosato	16%
	Rosso	8%
ªDa 1 (“per niente importante”) a 7 (estremamente importante”)		

L’associazione tra mineralità e il terreno di coltivazione e con il concetto più ampio di *terroir* è riportata in letteratura come una delle poche similarità tra consumatori e professionisti: essa emerge sempre chiara indipendentemente dall’esperienza e dalla conoscenza del prodotto. Anche in questo caso l’importanza di questo fattore si dimostra cruciale: il 40% dei rispondenti ha scelto il massimo sulla scala di importanza per il terreno di coltivazione. Il 24% dei rispondenti ritiene invece il terreno di coltivazione delle uve poco importante (con un grado di accordo inferiore o uguale a 3). Dettaglio della distribuzione delle risposte in Figura 10.

Figura 10: Distribuzione delle risposte alla domanda: “Quanto è importante il terreno di coltivazione delle uve (es. terreni calcarei, argillosi, ecc.) per definirne la mineralità? Esprima l’importanza che riveste nella mineralità di un vino, assegnando un punteggio da 1 (per niente importante) a 7 (estremamente importante)”



La regione di produzione (intesa come Denominazione di Origine Controllata o Indicazione Geografica Tipica) è invece considerata poco rilevante: sembra che i rispondenti considerino queste denominazioni come eterogenee dal punto di vista del tipo di terreni e quindi non indicative per il carattere minerale. In letteratura vi sono tuttavia regioni storicamente riconosciute per i loro vini minerali, come ad esempio lo Chablis, e nelle interviste sono emerse frequentemente le regioni del Soave DOC, Lugana DOC ed Etna DOC. È un tema che probabilmente merita un approfondimento e che si intreccia con la considerazione di cui godono

le regioni a denominazione di origine, ma possiede una complessità che va oltre gli attuali scopi del lavoro.

La varietà d'uva è risultata piuttosto importante come atteso da quanto riportato in letteratura. Sono infatti presenti alcuni studi sulla mineralità che si focalizzano su singole varietà, in particolare il Sauvignon Blanc (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015; Parr, et al., 2016) e il Riesling (Douglas, Cliff, & Reynolds, 2001), ma non esistono lavori incentrati sulle differenze in termini di mineralità tra vini varietali.

Le risposte alla domanda “*Quali tra questi vini è più propenso a ritenere minerali?*” hanno riconfermato quanto atteso, in particolare per il Riesling, scelto dal 68% dei rispondenti, seguito a grande distanza da Vermentino (34%), Sauvignon Blanc (31%), Chardonnay (31%) e Verdicchio (29%). Tra le opzioni non erano riportate varietà a bacca rossa, ma i rispondenti non ne hanno sentito la mancanza: 12 persone hanno selezionato l'opzione “*Altro (specificare):*”, menzionando esclusivamente varietà a bacca bianca.

Un'altra conferma giunge dalla domanda successiva, in cui si è chiesto ai rispondenti a quale tipologia di vino associassero la mineralità tra un vino bianco, rosato o rosso. È risultato evidente che la mineralità è molto più associata ai vini bianchi (95%) e questo è perfettamente in linea anche con quanto riportato in letteratura (Deneulin P. , 2014) e con la numerosità degli studi sulla mineralità svolti su vini bianchi.

6.4.1.5 Significato sensoriale del termine

Questa parte rappresenta la sezione più corposa ed importante del questionario ed è volta a comprendere le caratteristiche sensoriali che identificano un vino minerale.

Tabella 8: *Influenza delle sensazioni gustative, olfattive e tattili sulla mineralità.*

Grado di accordo medio ^a con le seguenti affermazioni:	
"Nella mineralità entrano in gioco anche sensazioni gustative "	5,5
"Nella mineralità entrano in gioco anche sensazioni olfattive "	4,5
"Nella mineralità entrano in gioco anche sensazioni tattili "	3,9
^a Da 1 ("estremamente in disaccordo") a 7 ("estremamente d'accordo")	

Le sensazioni gustative sono risultate le più importanti per la mineralità (grado di accordo medio = 5,5), rispetto a quelle olfattive e tattili: appena 8 persone su 127 hanno espresso un grado di accordo uguale o inferiore a 3 (sulla scala da 1 a 7) con l’affermazione “*Nella mineralità entrano in gioco anche sensazioni gustative*”. Anche le sensazioni olfattive sono ritenute rilevanti per la mineralità con un grado di accordo medio di 4,5: il parere non è unanime, ma il ruolo dell’olfatto non è trascurabile. Le sensazioni tattili sono risultate essere le meno influenti per la mineralità. Il gruppo è diviso a metà: il numero di persone che ha scelto la parte bassa della scala (grado di accordo minore o uguale a 3) equivale al numero di persone che ha scelto la parte alta (maggiore o uguale a 5), ad indicare come non vi sia una risposta univoca e consensuale alla domanda, ma due opinioni ugualmente condivise.

Di seguito si analizzano le diverse sensazioni gustative, olfattive e tattili che possono concorrere nella definizione di mineralità.

Tabella 9: *Gusti associati alla mineralità*

Gusti associati alla mineralità (119 risposte)	
Salato	90%
Acido	50%
Amaro	13%
Dolce	3%

La mineralità è associata prevalentemente al gusto salato, seguito dal gusto acido. Non si ritrova corrispondenza con quanto trovato in letteratura sul gusto amaro, (Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013) e sul gusto dolce (Zaldivar-Santamaria, 2017), ritenuti rilevanti mentre in questo caso considerati trascurabili.

Tabella 10: *Percezioni orto- e retro-olfattive associate alla mineralità: categorie generali e singoli descrittori*

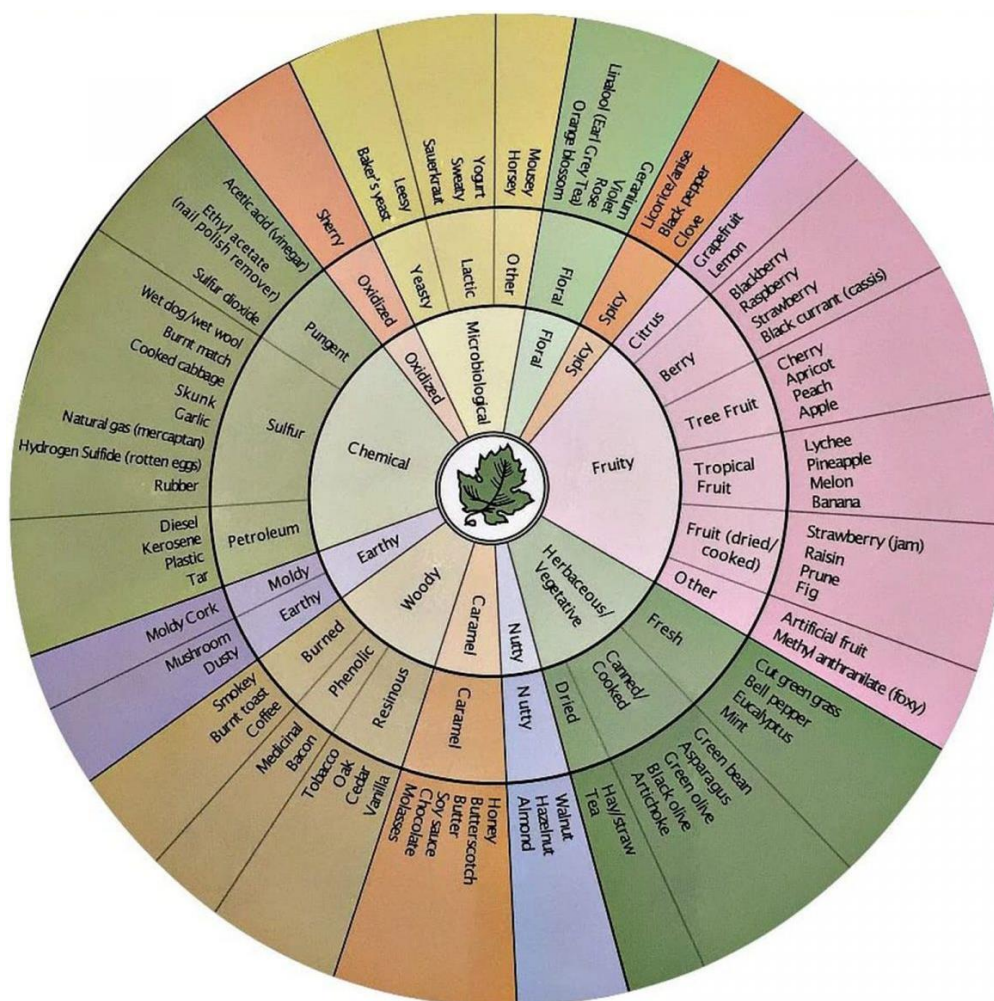
Categorie di odori/flavour associati alla mineralità (91 risposte)	
Chimico	52%
Erbe aromatiche	41%
Vegetale fresco	29%
Speziato	28%
Balsamico	25%

Floreale	17%
Fruttato	14%
Legno/tostato	7%
Animale	6%
<u>Descrittori</u> di odori/flavour associati alla mineralità (98 risposte)	
Marino / salmastro	82%
Pietra focaia	68%
Grafite / matita	57%
Polvere da sparo	50%
Idrocarburi	42%
Terra	36%
Fiammifero	30%
Pompelmo	12%
Affumicato	7%
Gomma bruciata	5%
Cipolla	3%
Aaglio	0%
Broccolo	0%

La letteratura inerente alle sensazioni olfattive è la più ricca di descrittori e la più complessa da analizzare. Il questionario prevedeva due domande relative a due livelli di definizione: la prima per definire le categorie generali di odori/flavour e la seconda per individuare i descrittori specifici associati (Tabella 10).

La domanda sulle categorie olfattive era facoltativa, per lasciare ai rispondenti la possibilità di non indicare alcuna categoria e ritenere la mineralità come una categoria a sé stante: tra i termini più citati ve ne sono infatti alcuni di difficile categorizzazione, come “pietra focaia” o “marino/salmastro”, che non fanno parte della ruota degli aromi (la *Wine Aroma Wheel* di Ann Noble, Figura 11) comunemente usata per descrivere i descrittori del vino. Probabilmente sarebbe stato più opportuno segnalare quest’opportunità ai rispondenti, perché solo 7 persone hanno lasciato la domanda in bianco. Ciononostante, le alternative selezionate sono coerenti con i singoli descrittori, per quanto consentito dalle opzioni presenti.

Figura 11: Wine Aroma Wheel proposta da Ann Noble nel 1984, che racchiude i principali descrittori di odori/flavour impiegati nella descrizione dei vini. Immagine di Ann Noble, da <https://www.winearomawheel.com/>, (ultima consultazione: 2 luglio 2022).



La categoria del “chimico” racchiude descrittori come “idrocarburi”, “fiammifero bruciato”, “gomma” che emergono chiari anche alla domanda più specifica di scegliere singoli descrittori. A seguire, le categorie più scelte sono “erbe aromatiche”, “vegetale fresco”, “speziato” e “balsamico”. Si ipotizza possa esservi un riferimento a piante tipiche della macchia mediterranea e correlate ad ambienti marini, ma sarebbe stato opportuno chiedere ulteriori specificazioni per avere un’idea più chiara. Le sensazioni “fruttato” e “floreale”, emerse in molti studi come negativamente correlate con la mineralità, sono state effettivamente le meno scelte assieme a “legno/tostato” e “animale”. Queste ultime due categorie fanno più spesso riferimento a vini rossi (più frequentemente affinati in legno e più prони alle contaminazioni da *Brettanomyces* e quindi a sviluppare questi aromi): la forte associazione tra vino bianco e mineralità potrebbe aver influito nella loro valutazione.

Il descrittore più citato è “marino/salmastro” (82%), seguito da “pietra focaia” (68%), “grafite/matita” (57%), “polvere da sparo” (50%), “idrocarburi” (42%), “terra” (36%), “fiammifero” (30%). Tutti questi descrittori provenivano dalla letteratura e hanno trovato pieno riscontro nelle risposte emerse nel presente lavoro.

Il descrittore “pompelmo”, scelto da 12 persone su 98, è stato inserito perché predittore di mineralità (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015): nella fattispecie il descrittore “*citrus*” [agrume] era descritto tra parentesi come “*lemon, grapefruit*” [limone, pompelmo]. Si tratta tuttavia di uno studio svoltosi su Sauvignon Blanc francesi e neozelandesi, per i quali il flavour di frutto tropicale è indicatore di tipicità: per ottenere risultati più generalizzabili sarebbe interessante valutare lo stesso descrittore su vini ben differenziati e non su un campione di vini mono varietali.

I descrittori facenti parte delle note riduttive (“cipolla”, “aglio” e “broccolo”) risultano ininfluenti per la mineralità: sono probabilmente considerati come difetti originati da disattenzioni durante la vinificazione o l’affinamento e del tutto slegati dal concetto di mineralità.

Tabella 11: Sensazioni tattili associate alla mineralità.

Sensazioni tattili associate alla mineralità (76 risposte):	
Struttura	50%
Polverosità	37%
Astringenza	34%
Frizzantezza	32%
Rotondità	13%
Morbidezza	11%
Alcolicità	9%
Freschezza	5%
Altro	11%
Burrosità	0%

Le sensazioni tattili individuate evidenziano un’idea abbastanza condivisa di struttura, polverosità e astringenza. La polverosità fa probabilmente riferimento alle sensazioni tattili del

gesso (Parr, Ballester, Peyron, Grose, & Valentin, 2015). La frizzantezza meriterebbe invece un approfondimento: non esistono infatti lavori sulla mineralità dei vini spumanti.

Per riassumere, l'indagine online ha mostrato che il termine "minerale" è ritenuto piuttosto importante, tuttavia viene usato con frequenza medio-bassa ed è opinione di molti che venga spesso abusato. Il terreno di coltivazione delle uve emerge come il fattore più importante nella produzione di un vino minerale, seguito dallo stile di vino e dalla varietà d'uva. La mineralità è fortemente associata ai vini bianchi e, tra i vini varietali, al Riesling. Nella definizione sensoriale di mineralità sono importanti le sensazioni gustative (gusti salato e acido) e olfattive (di "marino/salmastro" e "pietra focaia"), meno le sensazioni tattili, sulla cui rilevanza non vi è consenso tra i rispondenti.

6.4.2 Le analisi sensoriali

6.4.2.1 Profili sensoriali dei vini

I risultati del test CATA sono riassunti nella mappa in Figura 12. Per la costruzione di questa mappa e delle seguenti (Figura 13 e Figura 14) sono stati usati solo i descrittori selezionati dal panel che sono risultati significativamente discriminati al test di Cochran ($\alpha = 0,05$).

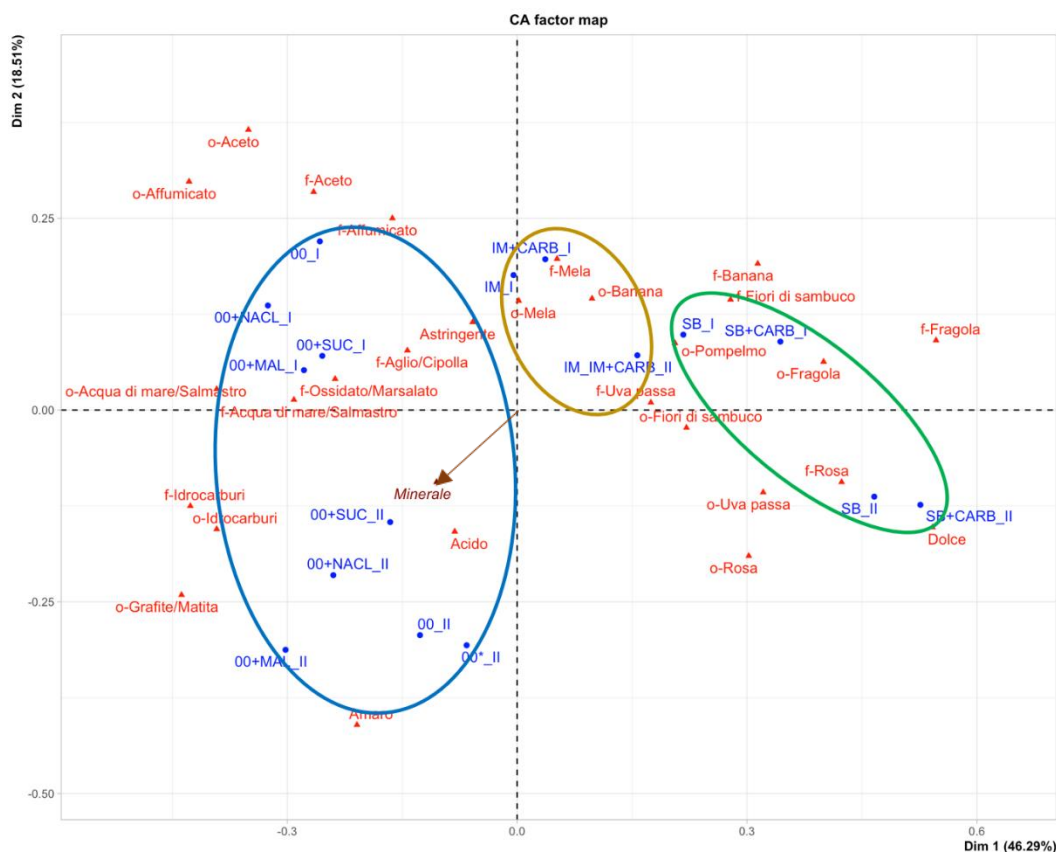
Le prime due dimensioni esplicano rispettivamente il 46% e il 19% della varianza totale. La prima dimensione è maggiormente correlata alle categorie di odori/flavour (fruttato e floreale in antitesi a chimico e speziato) e al gusto dolce, mentre la seconda è maggiormente correlata a singoli descrittori all'interno della medesima categoria.

Sono complessivamente ben distinti i tre vini di partenza: l'effetto delle modifiche (sia le aggiunte di sale e acidi, sia il trattamento con carbone) ha determinato differenze meno marcate di quelle già esistenti tra i vini.

Nella mappa appaiono ben distinti lungo la prima dimensione i due set di campioni. A sinistra si trovano i vini ottenuti dal vino base (00) modificati per aggiunta degli stimoli gustativi, caratterizzati da odori/flavour di "aceto", "acqua di mare/salmastro", "affumicato", "idrocarburi", "ossidato/marsalato", "aglio/cipolla" e dai gusti "amaro" e "acido". A destra si trovano i vini reali del Set 2 caratterizzati da odori/flavour floreali e fruttati ("fiori di sambuco", "rosa", "pompelmo", "mela", "banana", "uva passa") e dal gusto dolce.

Lungo la seconda dimensione si può osservare la differenza tra le due sessioni, meno importante della differenza osservata tra i due set perché si realizza lungo la dimensione che spiega una quota inferiore di variabilità. Questo effetto della sessione non sorprende, tenendo in

Figura 12: Mappa ricavata dall'analisi delle corrispondenze (CA) in cui sono rappresentati tutti i campioni analizzati dai giudici (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso) e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni " I" e " II" fanno riferimento alla I e II sessione



considerazione che i componenti del panel non possono essere considerati addestrati e che le 2 sessioni di analisi si sono svolte a distanza di più di 2 mesi durante i quali è continuato il percorso di addestramento del panel (descritto al paragrafo 6.3.2.2). Inoltre, due vini del Set 2 nella seconda sessione (IM_IM+CARB_II e 00*_II) non erano gli stessi proposti nella prima sessione (IM_I e IM+CARB_I) e questo giustifica le diverse posizioni nella mappa. Questa separazione tra le sessioni infatti è meno netta per il Set 2, ma non essendo costituito dagli stessi campioni non è effettivamente confrontabile con il Set 1.

Per quanto riguarda la mineralità, indicata nella mappa con una freccia, i vini percepiti come più minerali sono il vino base e i vini modificati (00_I, 00+MAL_I, 00+SUC_I, 00+NACL_I, 00_II, 00+MAL_II, 00+SUC_II, 00+NACL_II e 00*_II). Seguono i vini Incrocio Manzoni

(IM_I, IM+CARB, IM_IM+CARB_II) e i vini Sauvignon Blanc (SB_I, SB+CARB_I, SB_II, SB+CARB_II).

Le differenze complessive che si osservano tra i vini sono ascrivibili in parte alla differenza tra i campioni, in parte alle differenze tra le due sessioni di valutazione. Poiché si nota questo effetto sessione si è preferito analizzare separatamente i dati elaborando le due mappe descritte di seguito.

I risultati della prima sessione sono riassunti in Figura 13. Le prime due dimensioni spiegano rispettivamente il 59% e il 18% della varianza totale. La prima dimensione è maggiormente correlata alle categorie di odori/flavour (fruttato e floreale in antitesi a chimico) e ai gusti (dolce

Figura 13: Mappa ricavata dall'analisi delle corrispondenze in cui sono rappresentati i campioni della prima sessione (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso), e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni " I" fa riferimento alla I sessione.



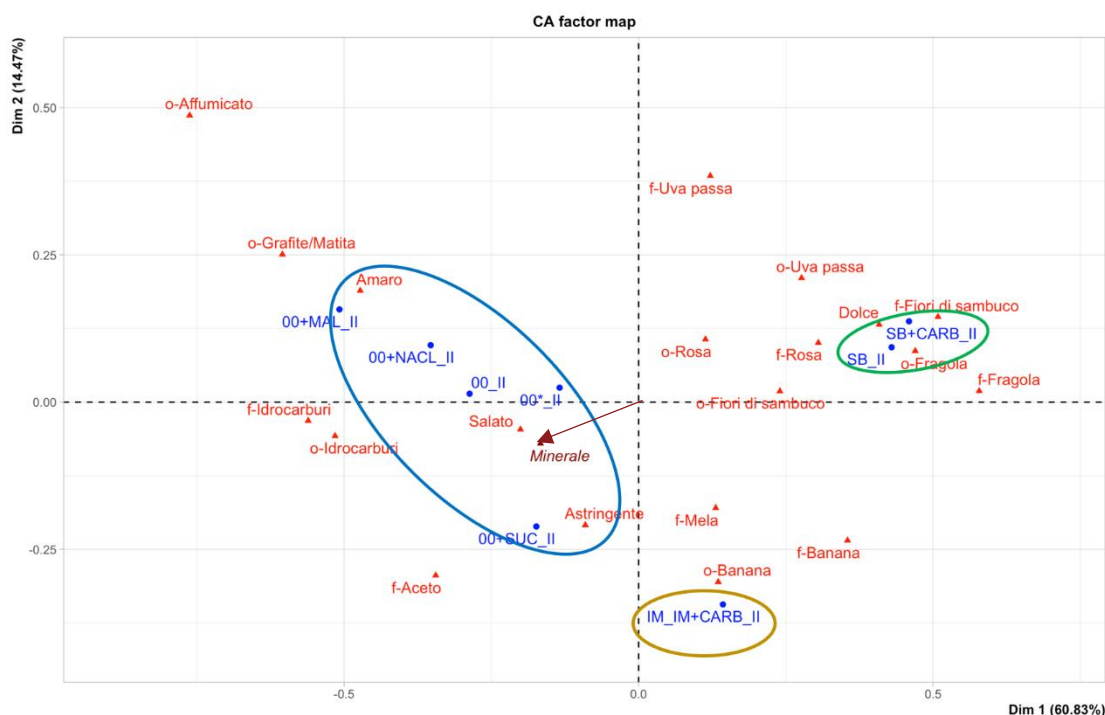
e acido), mentre la seconda è maggiormente correlata a singoli descrittori all'interno della medesima categoria (come "mela" da un lato e "fiore di sambuco" e "uva passa" dall'altro).

In ragione della distanza relativa dei punti sul grafico, si può notare che l'impatto del trattamento con carbone deodorante è stato maggiore per il vino Sauvignon Blanc, che per il vino Incrocio Manzoni. Ad una valutazione visiva, i vini SB_I e SB+CARB_I sono percepiti

come maggiormente differenti, rispetto ai vini IM_I e IM+CARB_I, che si posizionano più vicini tra loro nella mappa. Questo è spiegabile in ragione della componente olfattiva più spiccata del vino Sauvignon Blanc rispetto al vino Incrocio Manzoni. Per il primo, caratterizzato da odori solforati (di “cavolo/broccolo” e “fiori di sambuco”) oltre che da odori di “rosa” e “uva passa”, l’effetto del trattamento con carbone ha modificato il profilo sensoriale che risulta maggiormente caratterizzato dai flavour “rosa” e “fragola”. Nel caso del secondo vino (Incroccio Manzoni), caratterizzato soprattutto per la sua acidità (sulla quale il carbone attivo non ha influenza), il trattamento non ha modificato significativamente il profilo olfattivo. Per quanto riguarda l’effetto di questo trattamento sulla percezione della mineralità, per entrambi il trattamento può dirsi ininfluenza perché le leggere differenze riscontrate non sono significative.

I risultati della seconda sessione sono riassunti in Figura 14.

Figura 14: Mappa ricavata dall'analisi delle corrispondenze in cui sono rappresentati i campioni della II sessione (in blu), i descrittori del test CATA (in rosso), e l'attributo minerale (freccia in bordeaux). Le lettere o- e f- davanti a ciascun descrittore individuano rispettivamente gli odori e i flavour scelti dopo aver annusato e assaggiato il vino. Nelle sigle dei campioni “_II” fa riferimento alla II sessione.



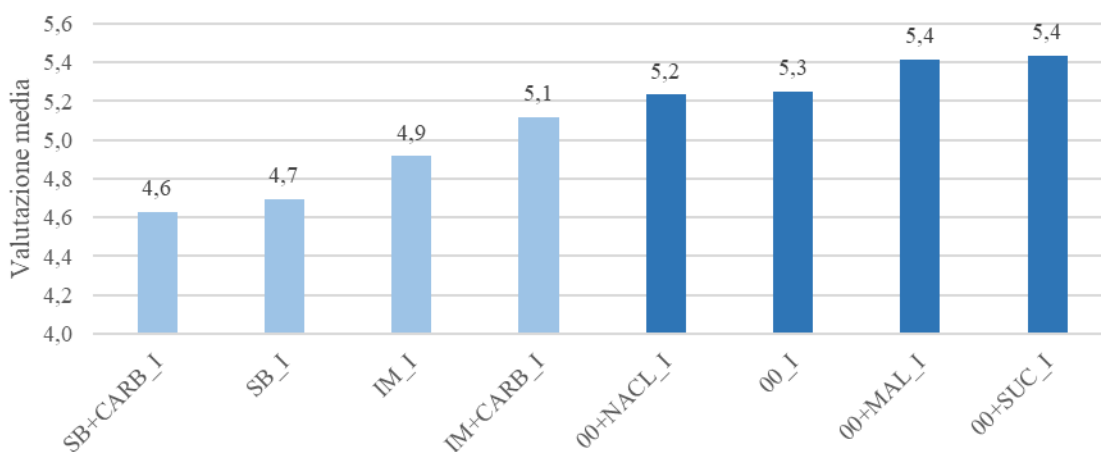
Le due dimensioni spiegano rispettivamente il 61% e il 14% della varianza totale. La prima dimensione è maggiormente correlata alle categorie di odori/flavour (fruttato e floreale in antitesi a chimico) e ai gusti (“dolce” opposto a “salato” e “amaro”), mentre la seconda è

maggiormente correlata a singoli descrittori all'interno della medesima categoria (come "mela" e "fiore di sambuco" e "uva passa" dall'altro). Complessivamente i campioni sono stati descritti in modo simile alla prima sessione, sono evidenti le distinzioni tra i 3 vini di partenza e i descrittori che caratterizzano i diversi campioni sono sostanzialmente gli stessi: odore di "banana" e "fragola" per il vino Incrocio Manzoni (IM_IM+CARB_II); gusto dolce e odore/flavour di "fiore di sambuco", "rosa", "fragola", "uva passa" per i vini Sauvignon Blanc (SB_II e SB+CARB_II); gusti salato e amaro, odore/flavour di "idrocarburi", "aceto", "grafite/matita" per il vino base e i vini ottenuti tramite le aggiunte (00_II, 00+NACL_II, 00+MAL_II, 00+SUC_II, 00*_II).

6.4.2.2 Valutazioni dell'attributo "minerale"

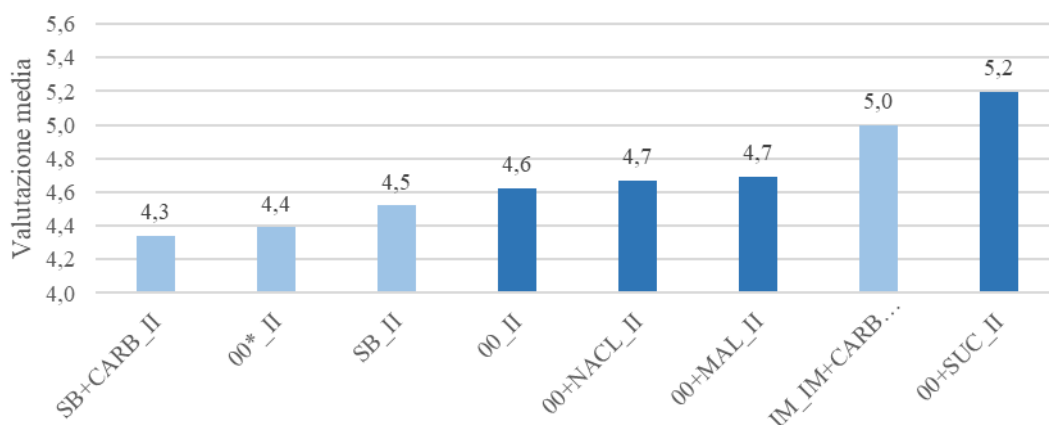
I valori medi delle valutazioni per ciascun campione sono riportati in Figura 15 (I sessione) e Figura 16 (II sessione).

Figura 15: Valutazioni medie per l'attributo "minerale" nella I sessione (due set)



Per verificare se le medie delle valutazioni fossero significativamente diverse tra loro si è svolta un'analisi della varianza (ANOVA). Si sono effettuate due analisi sui campioni all'interno di ciascuna sessione, dalle quali non è emersa nessuna differenza significativa tra le medie delle valutazioni per l'attributo "minerale" di ciascun campione (Tabella 12). Questa mancanza di significatività si spiega probabilmente con l'alta variabilità dei punteggi di intensità assegnati

Figura 16: Valutazioni medie per l'attributo "minerale" nella II sessione (due set)



dal panel che non era stato addestrato alla valutazione di questo attributo. Passando dalla I alla II sessione di valutazione, condotta alla fine del percorso formativo, i valori della deviazione standard appaiono ridotti ad indicare un, seppur limitato, migliore allineamento dei giudici.

Inoltre, nella I sessione (Figura 15) i punteggi assegnati ai 2 set di vini appaiono raggruppati mentre nella II i valori sono più confrontabili. Anche in questo caso i risultati possono essere interpretati come indicatori di un miglioramento del panel che risente meno dell'effetto sequenza dei 2 set.

Tabella 12: Intensità del descrittore "Minerale" nei vini della I sessione e II sessione

Sessione I				Sessione II			
Campione	N	Media	Deviazione standard	Campione	N	Media	Deviazione standard
00+NACL_I	57	5.16	1.97	00+NACL_II	61	4.67	1.60
00+MAL_I	57	5.39	1.79	00+MAL_II	61	4.69	1.69
00+SUC_I	57	5.47	1.82	00+SUC_II	61	5.20	1.70
00_II	57	5.30	1.85	00_II	61	4.62	1.63
IM_I	57	4.88	2.22	SB_II	61	4.52	1.88
IM+CARB_I	57	5.14	2.05	IM_IM+CARB_II	61	5.00	1.86
SB_I	57	4.74	1.89	00*_II	61	4.39	1.69

SB+CARB_I	57	4.63	1.87	SB+CARB_II	61	4.34	1.77
Analisi ANOVA				Analisi ANOVA			
F	df1	df2	p	F	df1	df2	p
1.52	7	192	0.164	1.67	7	206	0.119

Si è scelto successivamente di confrontare i vini all'interno di ciascun set per valutare separatamente l'effetto delle aggiunte di sali e acidi e del trattamento con carbone. Anche queste analisi non hanno mostrato differenze significative, né in conseguenza delle aggiunte, né in conseguenza del trattamento con carbone (Tabella 13 e Tabella 14).

Tabella 13: Intensità del descrittore "Minerale" nei vini del SET 1 e del SET 2 analizzati nella I sessione

Set 1				Set 2			
Analisi ANOVA				Analisi ANOVA			
F	df1	df2	p-value	F	df1	df2	p-value
0,283	3	124	0,838p	0,698	3	124	0,555

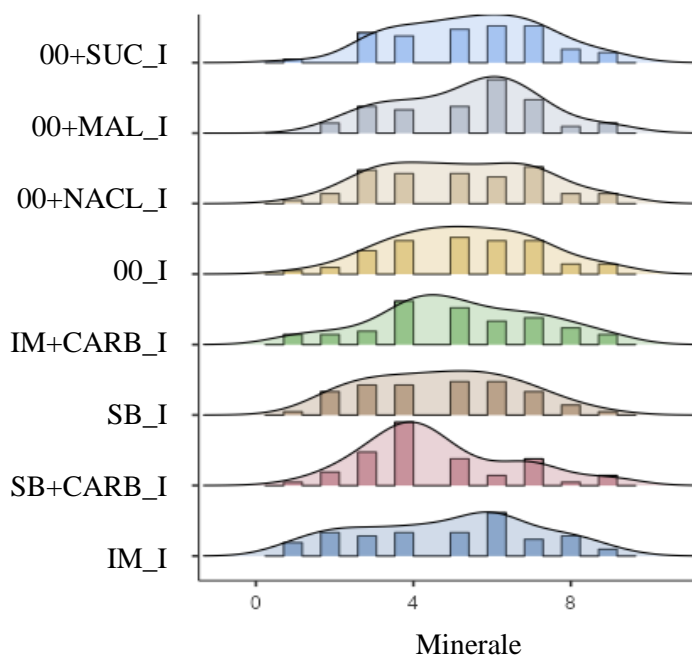
Tabella 14: Intensità del descrittore "Minerale" nei vini del SET 1 e del SET 2 analizzati nella II sessione

Set 1				Set 2			
Analisi ANOVA				Analisi ANOVA			
F	df1	df2	p-value	F	df1	df2	p-value
1,54	3	133	0,206	1.63	3	133	0.186

Anche in questo caso, la mancata significatività può essere conseguenza dell'ampia variabilità entro gruppi, la dispersione delle valutazioni attorno alla media è infatti elevata come si può osservare in Figura 17 e nei dati tabulati delle deviazioni standard. Non c'è stato inoltre un addestramento specifico nell'uso della scala e questo può aver favorito la dispersione dei punteggi.

Nella prima sessione, per l'attributo minerale erano attese intensità più elevate nei campioni modificati rispetto al vino base, mentre per i vini reali si attendeva una maggior mineralità nei vini non trattati con il carbone, in virtù della più spiccata componente aromatica. Nel caso dell'Incrocio Manzoni, poiché si supponeva che l'acidità fosse la sensazione più rilevante ai fini della mineralità, l'effetto del trattamento con carbone non avrebbe dovuto essere così importante.

Figura 17: Distribuzione normale delle valutazioni per l'attributo "minerale" per gli 8 campioni della I sessione



Considerato che i valori di intensità della mineralità non sono risultati significativamente differenti per i diversi vini non è stato possibile validare le ipotesi. Si tratta di un macroattributo complesso, che è lecito risulti non discriminante in virtù della sua complessità, soprattutto in ragione del basso livello di addestramento del panel.

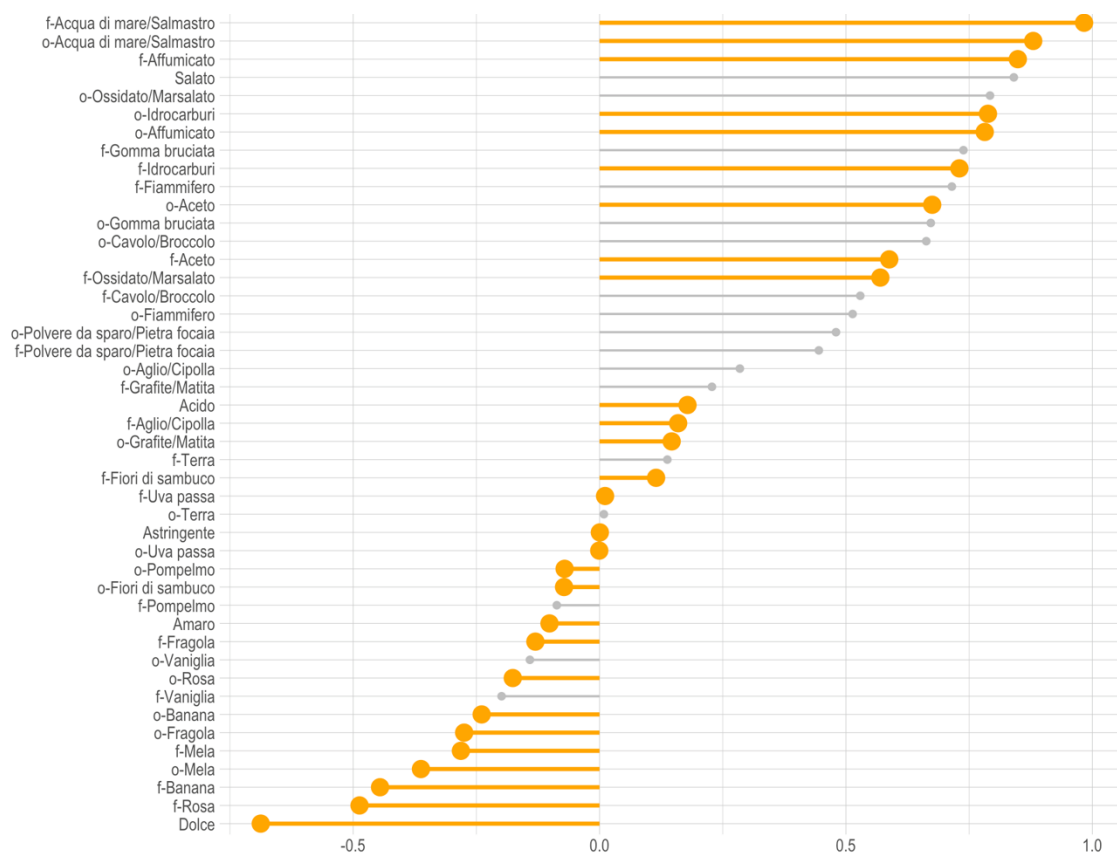
Si è tuttavia deciso di procedere nell'analisi considerando le descrizioni fornite dal panel in maniera complessiva confrontando i profili multisensoriali e investigando le relazioni tra mineralità e descrittori. Questo perché possono risultare discriminanti i descrittori che vengono associati alla mineralità, come emerge nel paragrafo seguente.

6.4.2.3 *Analisi di correlazione tra i descrittori del test CATA e la valutazione dell'attributo "minerale"*

Nella mappa CA (Figura 12) si possono individuare per via grafica le correlazioni dei descrittori con l'attributo complesso "minerale": esso appare correlato al gusto acido e agli odori/flavour di "acqua di mare/salmastro" e "idrocarburi" e anti correlato a odori/flavour di "banana", "fragola", "mela", "fiori di sambuco", "pompelmo".

Per approfondire, si è svolta una *Penalty Lift Analysis (PLA)*, che permette di valutare l'influenza dei singoli descrittori sulla valutazione della mineralità. I risultati dell'analisi sono riportati in Figura 18, dove sono indicati in ordine di importanza i descrittori che contribuiscono positivamente e negativamente all'attributo "minerale". Nella presente elaborazione sono stati

Figura 18: Lollipop plot con i risultati della Penalty Lift Analysis (PLA). Sono evidenziati i descrittori discriminanti secondo il test di Cochran, i punteggi sono ordinati dal più alto al più basso.



tenuti in considerazione anche i descrittori risultati non significativamente discriminanti al test Q di Cochran (indicati in grigio nel grafico), per valutare le correlazioni indipendentemente dal grado di variabilità introdotta dai campioni scelti.

I descrittori di odori e flavour emersi dall'analisi come positivamente correlati con la mineralità (con punteggi superiori o uguali a 0,5) sono i seguenti: “acqua di mare/salmastro”, “affumicato”, “aceto”, “idrocarburi”, “fiammifero”, “gomma bruciata”, “cavolo/broccolo”.

Rodrigues et al. (2017) ha evidenziato nelle analisi sensoriali condotte su vini Chablis che gli odori “affumicato” [“*smoky*”] (riportato anche da Parr et al, 2015) e “crostaceo” [“*shellfish*”] sono positivamente correlati alla mineralità. “Crostaceo” si può associare al descrittore impiegato nell'analisi, “acqua di mare/salmastro”, come è stato fatto in uno studio (Ballester, Mihnea, Peyron, & Valentin, 2013) che riporta il descrittore “costa marina/iodio/crostaceo” [“*seashore/iodine/shellfish*”].

Anche il descrittore “idrocarburi” trova riscontro nella letteratura: è ascrivibile alla categoria minerale secondo Moisseeff & Casamayor (2002) ed è una caratteristica varietale del Riesling, riconosciuto come vino minerale (Douglas, Cliff, & Reynolds, 2001).

A differenza dei precedenti, i descrittori “aceto” e “ossidato/marsalato non si ritrovano nei descrittori indicati dalla letteratura come rilevanti per la mineralità. È lecito ipotizzare che nella valutazione del minerale questi ultimi descrittori non siano stati presi in considerazione dai rispondenti, ma che siano risultati correlati in virtù delle caratteristiche del vino scelto come base per le aggiunte. Effettivamente i vini modificati hanno ottenuto valutazioni più alte (si suppone per effetto delle aggiunte effettuate) ed erano caratterizzati da odori/flavour ossidati e di aceto in misura maggiore rispetto agli altri due vini. È bene specificare che l'influenza di un descrittore sulla mineralità emersa con questa analisi non implica necessariamente un rapporto di causa effetto. Dopo aver identificato dei descrittori con questo metodo sarebbe opportuno valutare la mineralità di vini aggiunti con le molecole responsabili delle sensazioni (ad esempio per il descrittore “aceto” le molecole acido acetico e acetato di etile) oppure di vini contenenti naturalmente diversi livelli di concentrazione di queste sostanze (determinati attraverso analisi chimica), per validare il dato.

Anche i descrittori “gomma bruciata” e “cavolo/broccolo” sono di difficile interpretazione. Sono raggruppati nella medesima categoria delle “note riduttive”, che racchiude diversi composti chimici e un notevole numero di descrittori. Parr et al. (2015) riporta la categoria “*reductive characteristics*” come composta dei seguenti descrittori: polvere da sparo/roccioso/affumicato [“*flinty/stony/smoky*”], gessoso/calcareo [“*chalky/calcareous*”], iodato/guscio d'ostrica [“*iodine/oyster shell*”], matita/grafite [“*pencil/graphite*”],

fiammifero/gomma bruciata/solfuro [*“matchstick/burnt rubber/sulphide”*]. In questo lavoro vengono riportate come correlate alla mineralità solo alcuni di questi descrittori e viene affermato che complessivamente le “note riduttive” non sono coinvolte nella percezione della mineralità. Sarebbe più opportuno utilizzare categorie meno complesse di descrittori ed evitare di riunirli a coppie o gruppi di tre, nonché indicarne più chiaramente il significato. In uno studio successivo del medesimo autore (Parr, et al., 2016) tuttavia, i descrittori sono impiegati generalmente allo stesso modo, talvolta ancor più raggruppati (ad esempio “selcioso/roccioso/affumicato/pietra focaia” [*“flinty/stony/smoky/gun flint”*]). I risultati dell’analisi rendono ancora più esplicita la necessità di ulteriori studi su questa dimensione della mineralità, complessa anche perché manca una caratterizzazione chimica esaustiva dei composti responsabili di queste sensazioni e questo impedisce il ricorso all’analisi sensoriale di vini modificati con aggiunte. Il descrittore “fiammifero” è ascrivibile a questa complessa categoria di descrittori, ma, a differenza degli altri (“gomma bruciata” e “cavolo/broccolo”), è stato molto citato nelle risposte dell’indagine online.

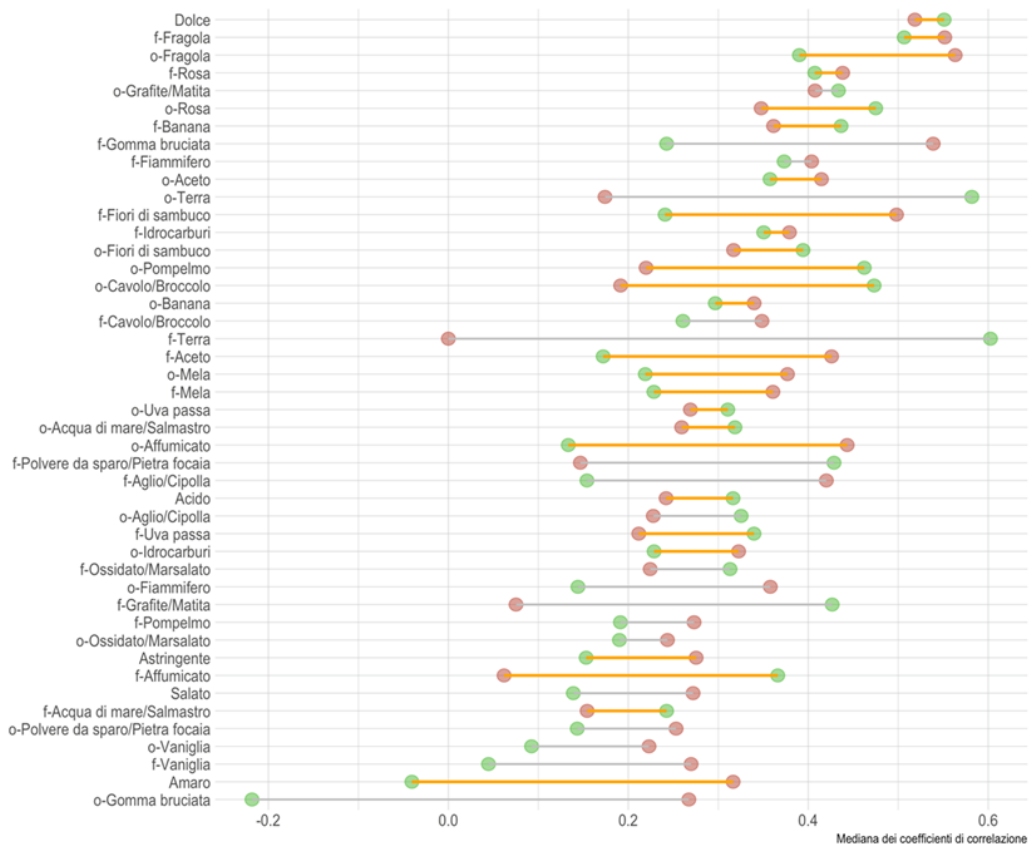
Rodrigues et al. (2017) ha evidenziato nelle analisi sensoriali condotte su vini Chablis che alti livelli di norisoprenoidi (responsabili di odori floreali e fruttati) erano associati ad una minore mineralità. Nelle valutazioni condotte le sensazioni floreali sono risultate all’analisi CA anti correlate all’intensità del minerale. Anche in questo caso il descrittore rosa (sia l’odore che il flavour) è risultato negativamente correlato alla mineralità, in accordo con quanto riportato. Un altro risultato che riconferma lo studio di Rodrigues et al. è il fatto che le sensazioni fruttate (“banana”, “mela”, “fragola”) risultano aver influenzato negativamente la valutazione del “minerale”; questo è in accordo con l’opinione dei produttori di Chablis che durante un’intervista (Rodrigues, Valentin, Otheguy, & Ballester, 2022) hanno sostenuto che sia bene evitare tecniche che portino a sensazioni fruttate o floreali marcate nel produrre un vino minerale.

Considerando le risposte emerse nell’indagine online, si trova un riscontro di ciò che emerge nell’analisi per i descrittori “acqua di mare/salmastro” (scelto come associato alla mineralità nell’82% dei casi), “idrocarburi” (42%) e “fiammifero” (30%), ma non per “gomma bruciata” (5%), né per “broccolo” (0%). Il descrittore “grafite/matita” non è risultato correlato alla mineralità nell’analisi sensoriale (sia odore che flavour hanno punteggi inferiori a 0,25), nonostante sia emerso come molto associato dall’indagine online (scelto nel 57% dei casi).

Tra i descrittori di gusto emerge il gusto dolce come negativamente correlato alla mineralità. Questo può dirsi coerente con la letteratura (Rodrigues, et al., 2017), nonostante due studi lo riportino come positivamente correlato. Nel primo studio (Zaldivar-Santamaria, 2017) l'affermazione viene formulata con un coefficiente di correlazione di 0,328 e un intervallo di confidenza al 60% ($p < 0,4$); nel secondo caso i vini impiegati erano Riesling dolci: si può ipotizzare che la mineralità olfattiva del Riesling (che presenta note varietali di idrocarburi ed è riconosciuto come vino minerale (Douglas, Cliff, & Reynolds, 2001)) abbia pesato maggiormente del contenuto in zuccheri nel determinare le valutazioni dei giudici. Un'ulteriore conferma di quest'interpretazione si ritrova in ciò che emerso nell'indagine online per il gusto dolce, scelto solo nel 3% dei casi come associato alla mineralità), in ragione dell'interazione con il gusto salato (che emerge sia dal questionario che dall'analisi sensoriale come fortemente correlato alla mineralità).

6.4.2.4 Effetto dell'addestramento e differenze tra le sessioni in laboratorio

Figura 19: Indice di accordo nella prima sessione (in verde) e nella seconda sessione (in rosso). Evidenziati in giallo gli attributi emersi come significativamente discriminanti al test Q di Cochran ($p < 0,05$).



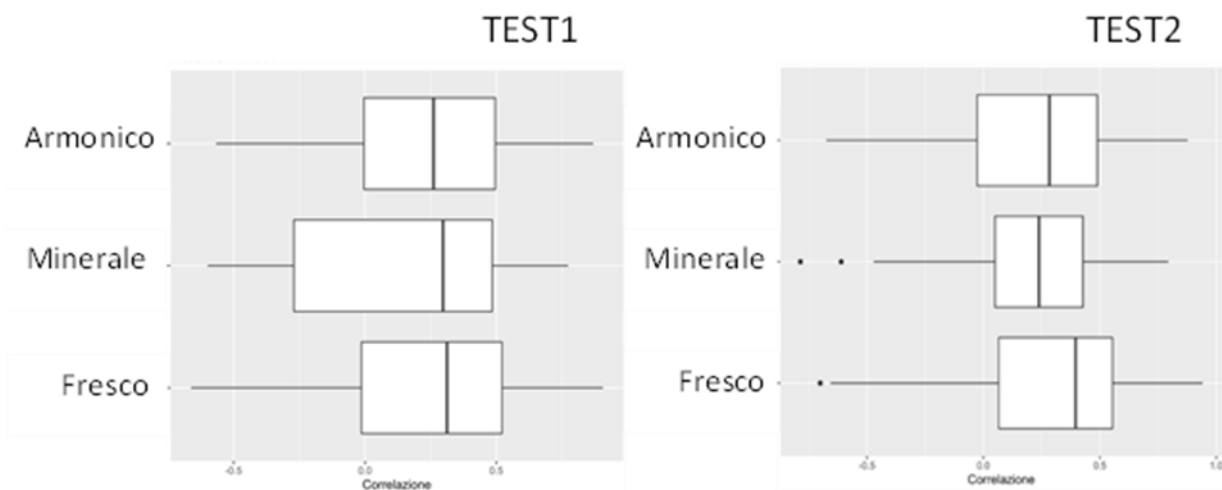
In questa sezione si approfondiscono le differenze tra i risultati emersi nelle due diverse sessioni, per verificare se l'addestramento abbia portato ad una maggiore capacità descrittiva da parte del panel. Il percorso di addestramento è descritto al paragrafo 6.3.2.2.

Il grafico in Figura 19 riporta le mediane dell'indice di accordo tra i giudici nell'utilizzo dei descrittori nel test CATA. Anche in questo caso i descrittori emersi come significativamente discriminanti al test di Cochran sono evidenziati in giallo.

Vi è un miglioramento nell'utilizzo di un descrittore quando la mediana dell'accordo aumenta tra una sessione e l'altra. La lunghezza della linea misura invece l'entità della differenza registrata. È bene sottolineare che i descrittori meno usati (e spesso per questo non discriminanti) presentano differenze molto maggiori perché basate sul comportamento di pochi giudici. Viceversa, descrittori più usati riportano necessariamente differenze meno evidenti tra le sessioni. I descrittori di cui è migliorato l'utilizzo sono 26, su un totale di 45.

Per quanto riguarda i tre attributi complessi ("minerale", "fresco", "armonico"), si è rappresentato l'indice di accordo di ciascun giudice come box plot, per ciascuna sessione, in Figura 20.

Figura 20: Rappresentazione mediante box plot della correlazione di ciascun giudice con il panel nell'utilizzo dei tre attributi "minerale", "fresco", "armonico"



È evidente il miglioramento per l'attributo "minerale", in quanto sono diminuiti i giudici con indice di accordo negativo (valutazione della mineralità opposta al panel nel suo insieme) mentre l'utilizzo degli altri due attributi è rimasto sostanzialmente invariato. Prima della II sessione di valutazioni il termine sensoriale della mineralità è stato presentato e discusso durante le esercitazioni (come specificato al paragrafo 6.3.2.2) durante le quali sono stati

assaggiati campioni e standard di riferimento finalizzati a chiarire un possibile contributo gustativo e olfattivo alla percezione della mineralità.

6.4.3 Limiti e prospettive

Lo studio, seppur affrontando con rigore metodologico gli obiettivi, presenta alcune limitazioni.

Il numero di persone coinvolte nell'indagine online anche se teoricamente accettabile per rappresentare il nord-est italiano, risulta insufficiente per poter estendere le conclusioni tratte a contesti più ampi. Inoltre, poiché la composizione dei rispondenti non è ben distribuita in termini demografici e di esperienza/professione non è possibile effettuare analisi più dettagliate basate sulla segmentazione del campione suddividendo i rispondenti ad esempio in base al genere, all'età, alla frequenza di consumo del vino o alla categoria professionale, permettendo un'analisi più approfondita e maggiormente rappresentativa degli operatori del settore enologico italiani.

Il questionario non ha chiarito alcune risposte per le quali sarebbero necessari ulteriori approfondimenti. Ad esempio, le sensazioni olfattive di “erbe aromatiche”, “vegetale fresco” e “speziato”, scelte dai rispondenti come associate alla mineralità, sono categorie molto ampie, che sarebbe opportuno scomporre nei singoli descrittori che le costituiscono. Inoltre, la “frizzantezza” riportata come descrittore tattile associato alla mineralità suggerisce la necessità di un approfondimento specifico sulla mineralità dei vini spumanti e frizzanti.

È stato scelto inoltre di coinvolgere persone molto inserite nel mondo del vino allo scopo di ottenere risultati più coerenti e significativi, ma potrebbe essere interessante un confronto tra esperti e consumatori. Questo è già stato realizzato in altri contesti, come quello francese e neozelandese (Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, & Valentin, 2015; Mouret, Lo Monaco, Urdapilleta, & Parr, 2013) e sarebbe interessante approfondire questo aspetto nel contesto italiano.

Per l'analisi sensoriale il numero di giudici coinvolti è più che adeguato in considerazione del livello base di addestramento dei giudici che ha imposto la scelta di un metodo descrittivo rapido come il CATA/RATA adatto anche a panel non addestrati ma che, rispetto al metodo descrittivo convenzionale, ha minor capacità discriminante. Questa può aver contribuito all'assenza di significatività riscontrata tra i valori assegnati ai vini per l'attributo mineralità.

Va inoltre tenuto presente il basso livello di accordo atteso per un descrittore complesso come la mineralità alla cui percezione concorrono componenti diverse sia gustative che olfattive.

In ragione dell'interesse dello studio per la mineralità e per i principali descrittori associati, sarebbe opportuno coinvolgere un panel addestrato e procedere all'analisi dopo aver sviluppato un vocabolario e una procedura di valutazione condivisi dai giudici.

Per l'analisi delle correlazioni potrebbe essere più adatto un vino neutro dal punto di vista olfattivo e gustativo per effettuare le aggiunte di acidi e sale. In questo modo sarebbe possibile verificare se l'ipotesi formulata sulle sensazioni di "ossidato/marsalato" e "aceto", che si suppone risultino correlate alla mineralità per effetto del vino base utilizzato, è fondata.

Un'ulteriore criticità che può aver contribuito alla mancanza di significatività riscontrata per l'intensità della mineralità è legata alla scelta dei vini che sono stati sottoposti al panel. Si è scelto di lavorare con alcuni vini bianchi e di modificarne i profili gustativi e olfattivi sulla base delle indicazioni della letteratura ma sarebbe stato opportuno procedere con dei controlli preliminari, ad esempio attraverso analisi chimiche e valutazioni sensoriali discriminanti, per avere ulteriori elementi utili per la messa a punto e la selezione dei campioni da sottoporre all'analisi descrittiva.

Infine, sarebbe interessante includere in future analisi sensoriali un numero maggiore di vini reali, considerando anche l'aspetto varietale senza tuttavia realizzare il trattamento con carbone, poiché si è dimostrato meno impattante del previsto sulle valutazioni della mineralità.

6.5 CONCLUSIONI

Il progetto sperimentale, sviluppato con il duplice approccio dell'indagine online e dell'analisi sensoriale, ha contribuito ad approfondire il significato sensoriale e l'importanza del termine "minerale" per il contesto vitienologico.

L'indagine online ha permesso di valutare il grado di conoscenza e di familiarità con il termine mineralità e le attese sensoriali legate ad esso da parte di chi studia o lavora con il vino. Nel complesso, l'indagine ha dato risposte coerenti con la letteratura, seppur con delle distinzioni che dimostrano l'influenza culturale evidenziata anche dagli studi pubblicati. Ha permesso inoltre di fornire una risposta ai molti quesiti posti in partenza, riguardanti la considerazione di cui gode il termine, i fattori viti-enologici e le attese sensoriali a cui esso è associato.

Dalla letteratura (Deneulin & Bavaud, 2016) si attendeva un forte grado di incertezza nei rispondenti, mentre nel presente studio i rispondenti sembrano essere sicuri delle proprie risposte, in quanto alla richiesta di fornire una definizione facoltativa di mineralità ha risposto l'87% delle persone coinvolte.

La mineralità gode di una buona considerazione nel contesto degli addetti al settore del Trentino-Alto Adige e del Veneto. Per quanto questo descrittore venga talvolta abusato nella descrizione dei vini, vi è un discreto consenso sull'importanza delle sensazioni gustative e olfattive ad esso associato. Questo conferma quanto riportato in letteratura per esperti e professionisti del mondo del vino che tendono ad utilizzare in media descrittori più precisi per descrivere la mineralità e in numero maggiore rispetto ai consumatori (Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, & Valentin, 2015).

Il questionario ha permesso inoltre di definire le attese sensoriali associate alla mineralità. Al gusto, un vino minerale dovrebbe essere caratterizzato dai gusti salato e acido, all'olfatto è associato a odori di "marino/salmastro" e di "pietra focaia". Per quanto riguarda l'influenza delle sensazioni tattili, seppur meno importante rispetto alle componenti gustative e olfattive, sono emerse due opinioni opposte e ugualmente condivise. Chi ritiene importanti queste sensazioni ha identificato "struttura", "polverosità", "astringenza" e "frizzantezza" come principali descrittori tattili per la mineralità, aspetti meritevoli di approfondimento.

Attraverso l'analisi sensoriale, seconda parte dell'attività sperimentale, è stato possibile approfondire quali sensazioni influenzano nella pratica la valutazione della mineralità in un vino e chiarire il ruolo di alcune sostanze. Le aggiunte di cloruro di sodio, acido succinico e acido malico ad un vino base non hanno permesso di riscontrare le differenze attese nell'intensità percepita per la mineralità da parte del panel e questo a causa della dispersione delle valutazioni dei giudici rispetto alla media. Ciononostante, i dati hanno consentito di indagare l'associazione tra i descrittori sensoriali scelti nei test CATA e RATA e la valutazione della "mineralità". Dai risultati dell'analisi è emerso che il contributo degli odori o flavour di "acqua di mare/salmastro", "affumicato", "idrocarburi", "fiammifero", "gomma bruciata", "cavolo/broccolo" e il gusto salato. Per questi descrittori vi è una buona corrispondenza con quanto riportato in letteratura (Douglas, Cliff, & Reynolds, 2001; Heymann, Hopper, & Bershaw, 2014) mentre la corrispondenza con quanto emerso dall'indagine online è solo

parziale e alcuni descrittori, come “gomma bruciata” e “cavolo/broccolo”, non sono risultati rilevanti nel questionario.

Tutte le sensazioni emerse dall’analisi sensoriale, ad eccezione del descrittore “idrocarburi” e del gusto salato, fanno parte delle cosiddette “note riduttive”. Esse sono spesso raggruppate nelle pubblicazioni a causa dell’origine biochimica comune, ma questo crea molta difficoltà nell’interpretare i risultati dal punto di vista dell’analisi sensoriale. Sono infatti sensazioni differenti tra loro e non tutte ugualmente importanti nella valutazione sensoriale della mineralità o ritenute associate al macroattributo “minerale”, come emerso dall’indagine online e dall’analisi sensoriale. Questo lavoro conferma la necessità di approfondire il ruolo delle “note riduttive” nella percezione della mineralità dei vini e l’esigenza di una caratterizzazione chimica completa delle sostanze responsabili di tali sensazioni

Infine, le procedure qui proposte e validate attraverso l’attività sperimentale condotta, rappresentano un’ottima base di partenza per indagini future che dovranno coinvolgere da un lato un campione più ampio e rappresentativo del contesto viti-enologico italiano per completare l’indagine online e dall’altro un panel addestrato in grado di individuare le diverse componenti sensoriali che contribuiscono alla definizione di questo macro-descrittore.

7 APPENDICE

7.1 QUESTIONARIO COMPLETO

Si riporta qui di seguito il questionario completo sottoposto ai rispondenti (descritto al paragrafo 6.3.1).

- Vuole provare a dare una definizione di "mineralità" per i vini?
 - Domanda aperta, massimo 300 caratteri
- Quanto spesso utilizza il termine "minerale" per descrivere un vino?
 - Da 1 (mai) a 7 (molto spesso)
- Quanto ritiene sia importante per un vino l'attributo "mineralità"?
 - Da 1 (per niente importante) a 7 (importantissimo)
- Cosa pensa dell'utilizzo del termine "mineralità" nelle degustazioni tecniche (da parte di enologi, assaggiatori, sommelier, ecc.)?

Per ognuna delle seguenti affermazioni esprima il suo grado di accordo, assegnando un punteggio da 1 (estremamente in disaccordo) a 7 (estremamente d'accordo)

- È un termine spesso abusato
 - È utile per descrivere i vini
 - È utile per differenziare tra loro i vini
 - È un termine ambiguo e quindi inefficace
- Cosa pensa dell'utilizzo del termine "mineralità" da parte di chi comunica o vende il vino (blogger, giornalisti, enotecari, ecc.)?

Per ognuna delle seguenti affermazioni esprima il suo grado di accordo, assegnando un punteggio da 1 (estremamente in disaccordo) a 7 (estremamente d'accordo)

- È un termine spesso abusato
 - È utile per descrivere i vini
 - È un termine ambiguo
 - È utile per vendere di più
 - Rende un vino più interessante
- Associa maggiormente la mineralità ad un vino (una o più risposte ammesse):
 - Rosso
 - Rosato
 - Bianco

- Quanto sono importanti queste caratteristiche del vino per definirne la mineralità?

Per ognuna delle seguenti caratteristiche esprima l'importanza che riveste nella mineralità di un vino, assegnando un punteggio da 1 (per niente importante) a 7 (estremamente importante)

- Terreno di coltivazione delle uve (es. terreni calcarei, argillosi, ecc.)
- Regione di produzione (DOCG, DOC, IGT)
- Stile di vino (es. bianco giovane, spumante, rosso da invecchiamento, ecc.)
- Varietà di uva (es. Riesling, Chardonnay, Pinot Nero, ecc.)
- Quali tra questi vini varietali è più propenso a ritenere "minerali"? (massimo 3 opzioni)
 - Chardonnay
 - Riesling
 - Vermentino
 - Fiano
 - Trebbiano
 - Sauvignon blanc
 - Verdicchio
 - Altro (specificare):
- Quanto è d'accordo con la seguente affermazione: "nella percezione della mineralità entrano in gioco anche sensazioni gustative"?

Sono sensazioni gustative i gusti acido, dolce, salato e amaro

 - Da 1 (estremamente in disaccordo) a 7 (estremamente d'accordo)
- Selezioni i gusti che associa alla mineralità:
 - Salato
 - Acido
 - Dolce
 - Amaro
- Quanto è d'accordo con la seguente affermazione: "nella percezione della mineralità entrano in gioco anche sensazioni olfattive (percepite sia annusando che assaggiando)"?

Sono sensazioni olfattive gli odori percepiti annusando e gli odori/aromi percepiti assaggiando (per via retronasale)

 - Da 1 (estremamente in disaccordo) a 7 (estremamente d'accordo)
- Selezioni le categorie di odori/aromi che associa alla mineralità (zero o più):
 - Fruttato (inclusi frutta tropicale, cotta o agrumi)
 - Floreale (es. rosa, violetta, miele, moscato)
 - Vegetale fresco (es. erba tagliata, peperoni) o cotto (es. asparagi, fagiolini)
 - Speziato (es. cannella, chiodi di garofano, pepe)
 - Legno/tostato (es. vaniglia, caramello, caffè)
 - Balsamico (es. eucalipto, menta)
 - Chimico (es. cherosene, solvente)

- Animale (es. burro, cuoio, cavallo)
- Erbe aromatiche (es. timo, origano, salvia)
- Selezioni i descrittori di odori/aromi che associa alla mineralità (uno o più):
Le chiediamo di entrare più nello specifico rispetto alla domanda precedente, proponendo singoli descrittori e non più categorie
 - Pompelmo
 - Aglio
 - Cipolla
 - Broccolo
 - Polvere da sparo
 - Pietra focaia
 - Fiammifero
 - Grafite / matita
 - Gomma bruciata
 - Affumicato
 - Marino / salmastro
 - Terra
 - Idrocarburi
 - Altro (specificare):
- Quanto è d'accordo con la seguente affermazione: "nella percezione della mineralità entrano in gioco anche sensazioni tattili"?
Sono sensazioni tattili le sensazioni percepite in bocca escluse le sensazioni gustative e olfattive
 - Da 1 (estremamente in disaccordo) a 7 (estremamente d'accordo)
- Selezioni i descrittori tattili che associa alla mineralità (massimo 3):
 - Polverosità
 - Astringenza
 - Struttura
 - Burrosità
 - Morbidezza
 - Rotondità
 - Alcolicità
 - Frizzantezza
 - Altro (specificare):
- Con quale frequenza consuma del vino?
 - Molto raramente (meno di una volta al mese)

- Raramente (1-2 volte al mese)
- Frequentemente (1 volta a settimana)
- Spesso (2-3 volte a settimana)
- Quotidianamente (minimo 4-5 volte a settimana)
- In quale/i delle seguenti categorie si identifica rispetto al vino?
Può selezionare al massimo tre opzioni, se rientra in più categorie scelga le tre che più la rappresentano
 - Sono uno studente di Viticoltura ed Enologia
 - Sono un enologo
 - Sono un sommelier (es.AIS)
 - Sono un produttore
 - Sono un commerciante o comunicatore (blogger, enogiornalista o altro)
 - Sono un consumatore
 - Sono un assaggiatore esperto (es.ONAV)
- Ha mai frequentato corsi di analisi sensoriale o degustazione (massimo 3 risposte)?
 - Sì, per il vino
 - Sì, per altre bevande alcoliche
 - Sì, per altro
 - No
- Genere:
 - Femminile
 - Maschile
 - Preferisco non rispondere
 - Altro (specificare):
- Età
 - 18 – 34
 - 35 – 49
 - 50 – 69
 - 70 o più

7.2 INFORMATIVA PER IL TRATTAMENTO DEI DATI

Di seguito è riportata l'informativa per il trattamento dei dati presente all'inizio del questionario, al quale si accede dopo aver espresso il proprio consenso informato.

Gent.ma/o Signora/e,

Le è stato chiesto di partecipare a un questionario sul significato del termine "mineralità" nel vino e questo documento ha lo scopo di informarla sulla natura dello studio, sul fine che esso si propone, su ciò che comporterà per Lei tale partecipazione, sui Suoi diritti e le Sue responsabilità.

DESCRIZIONE GENERALE - Le verrà chiesto di compilare un breve questionario anonimo a risposte chiuse e aperte che riguardano la Sua opinione sul termine "mineralità" per la descrizione sensoriale di un vino, le Sue competenze in ambito sensoriale ed enologico, il Suo consumo di vino e i dati demografici (genere, età).

I dati raccolti saranno elaborati ai fini del progetto per l'elaborato finale "La mineralità dei vini: indagine sul significato sensoriale del termine" svolto nell'ambito del Corso di Studio per la laurea triennale in Viticoltura & Enologia, Università degli Studi di Trento, sotto la supervisione della Prof.ssa Flavia Gasperi (email: flavia.gasperi@unitn.it – TEL: 0461-615186).

Il presente questionario si rivolge a persone maggiorenni e sarà condotto online. Per i soli studenti di Viticoltura & Enologia, lo stesso questionario potrà essere somministrato nel laboratorio sensoriale presso il C3A durante le esercitazioni del Modulo Analisi Sensoriale (Enologia 1).

La durata complessiva è stimata in circa 10 minuti.

NATURA DELLA PARTECIPAZIONE - La Sua partecipazione a questo studio sarà ANONIMA. I dati oltre a essere ricevuti in modo anonimo, saranno analizzati congiuntamente a quelli raccolti dagli altri partecipanti utilizzando appropriati strumenti di analisi statistica e saranno sempre e solo presentati in forma AGGREGATA.

La Sua partecipazione a questo studio è su base VOLONTARIA e può decidere liberamente di partecipare o meno, di non fornire le informazioni richieste e/o di interrompere la Sua partecipazione in qualsiasi momento, senza che ciò comporti alcuna conseguenza.

BENEFICI DELLA PARTECIPAZIONE - Con la Sua partecipazione potrà contribuire alla sperimentazione proposta nell'ambito della didattica innovativa. Ci aspettiamo, inoltre, che i risultati di questo studio possano fornire maggior chiarezza su un termine molto usato, ma anche molto discusso, come quello della "mineralità".

INFORMAZIONI RELATIVE AI DATI - In questo studio non vengono trattati dati personali in quanto le informazioni raccolte non permettono di identificare i partecipanti, né in modo diretto né in modo indiretto. Per questo lo studio non rientra nel campo di applicazione del Regolamento Europeo 2016/679 del 27 aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali.

ULTERIORI INFORMAZIONI - Per ulteriori informazioni e comunicazioni nel corso della Sua partecipazione sarà a disposizione il seguente personale: Prof.ssa Flavia Gasperi, docente di Enologia 1 _ modulo Analisi sensoriale con esercitazioni di laboratorio e responsabile scientifico dello studio (E-mail flavia.gasperi@unitn.it - Tel. 0461-615186)

8 BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J. A. (1994). Point biserial correlation. *Stata Technical Bulletin*, vol 3, 17.
- Andrew L. Waterhouse, G. L. (2016). *Understanding Wine Chemistry*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Ares, G., & Varela, P. (2014). *Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling*. Boca Raton: CRC Press.
- Ballester, J., Mihnea, M., Peyron, D., & Valentin, D. (2013). Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: A sensory approach with wine experts and trained panellists. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 19, 140–152.
- Baron, M., & Fiala, J. (2012). Chasing after minerality, relationship to yeast nutritional stress and succinic acid production. *Czech J. Food Sci.*, 30, 188–193.
- Bear, I., & Thomas, R. (1964). Nature of Argillaceous Odour. *Nature*, 201, 993–995.
- Bonin, S. (2014). Effects of magnesium ions on both VHG batch and continuous fruit wine fermentations. *Wiley Online Library*.
- Ceciliani, F. (2017). *Taster responses to acidity in white wines*.
- Coli, M. S. (2015). Chloride concentration in red wines: influence of terroir and grape type. *Food Science and Technology (Campinas)*, v. 35, n. 1.
- Coulter, A. &. (2004). Succinic acid-how is it formed, what is its effect on titratable acidity, and what factors influence its concentration in wine? *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 19. 16-25.
- Deneulin, P. (2014). Minéralité du vin: représentations mentales de consommateurs suisses et français. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, Vol. 46 (3): 174–180.
- Deneulin, P., & Bavaud, F. (2016). Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Qual. Prefer.*, 47, 34–44.
- Deneulin, P., Le Bras, G., Le Fur, Y., Gautier, L., & Bavaud, F. (2014). La minéralité des vins: Exploitation de sémantique cognitive d'une étude consommateurs. *La Revue des Œnologues*, 153, 56–58.

- Deneulin, P., Le Fur, Y., & Bavaud, F. (2016). Study of the polysemic term of minerality in wine: Segmentation of consumers based on their textual responses to an open-ended survey. *Food Res. Int.*, 90, 288–297.
- Douglas, D., Cliff, M., & Reynolds, A. (2001). Canadian terroir: Characterization of Riesling wines from the Niagara Peninsula. *Food Res. Int.*, 34, 559–563.
- Gastón Ares, F. B. (2014). Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). *Food Quality and Preference*, v. 36, 87-95.
- Giacalone, D. (2015). *Questionari Check-All-That-Apply (CATA): aspetti metodologici ed esempi applicativi nell'ambito della sensory & consumer science*. Trento: Società Italiana di Scienze Sensoriali.
- Grigg, D. (2017). *An investigation into the effect of grapevine age on vine performance, grape and wine composition, sensory evaluation, and epigenetic characterisation*. Adelaide: University of Adelaide.
- Heymann, H., Hopfer, H., & Bershaw, D. (2014). An exploration of the perception of minerality in white wines by projective mapping and descriptive analysis. *J. Sens. Stud.*, 29, 1–13.
- Kodur, S. (2011). *Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks (Vitis): a short review*. La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia: Department of Agricultural Sciences.
- Larcher R., N. G. (2001). Survey of 22 mineral elements in wines from trentino (Italy) using ICP-OES. *Italian Journal of Food Science*, 13, 233-241.
- Le Fur, Y., & Gautier, L. (2013). De la minéralité dans les rosés? . *Revue Française d'Oenologie* , 260, 40–43.
- Liu Di, Z. P. (2019). From the Vineyard to the Winery: How Microbial Ecology Drives Regional Distinctiveness of Wine . *Frontiers in Microbiology*.
- Loryn, L. &. (2013). Evaluation of Sensory Thresholds and Perception of Sodium Chloride in Grape Juice and Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65. 124-133.
- Maltman, A. (2013). Minerality in wine: A geological perspective. *J. Wine Res.*, 24, 169–181.
- Martin, J. -C. (2002). Triste "goût de terroir" dans l'histoire du vin. *La revue Française d'œnologie*, 196, 37-39.

- Moio, L. (2011). *L'aroma varietale del vino e l'influenza di variabili tecnologiche sulle caratteristiche sensoriali di vini bianchi campani*. Napoli: Università di degli Studi di Napoli.
- Moisseeff, M., & Casamayor, P. (2002). *Les arômes du vin*. Paris: Hachette Pratique.
- Mouret, M., Lo Monaco, G., Urdapilleta, I., & Parr, V. W. (2013, Maggio 10). Social Representations of Wine and Culture: A Comparison between France and New Zealand. *Food Quality and Preference*, p. 102-107.
- Parr, W., Ballester, J., Peyron, D., Grose, C., & Valentin, D. (2015). Investigation of perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and mode of perception. *Food Qual. Prefer.*, 41, 121–132.
- Parr, W., Valentin, D., Breitmeyer, J., Peyron, D., Darriet, P., Sherlock, R., . . . Ballester, J. (2016). Perceived minerality in Sauvignon blanc wine: Chemical reality or cultural construct? *Food Res. Int.*, 87, 168–179.
- Ribereau-Gayon P., G. Y. (2006). *Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M., & Valentin, D. (2015). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Qual. Prefer.*, 46, 166–172.
- Rodrigues, H., Saenz-Navajas, M.-P., Franco-Luesma, E., Valentin, D., Fernando-Zurbano, P., Ferreira, V., . . . Ballester, J. (2017). Sensory and chemical drivers of wine minerality aroma: An application to Chablis wines. *Food Chem.*, 230, 553–562.
- Rodrigues, H., Valentin, D., Otheguy, M., & Ballester, J. (2022, Aprile 14). How to make a mineral wine? Relationship between production type in the Chablis vineyard and the search for a mineral wine style. *Oeno One*, p. vol. 56-2, 29-45.
- Ruivo, I. (2017). *Sensory and preference evaluation of the addition of organic acids to white wines*. Lisboa.
- Starkenmann, C., Chappuis, C.-F., Niclass, Y., & Deneulin, P. (2016). Identification of hydrogen disulfanes and hydrogen trisulfanes in H₂S bottle, in flint, and in dry mineral white wine. *J. Agric. Food Chem.*, 64, 9033–9040.
- Tominaga, T., Guimbertau, G., & Dubourdieu, D. (2003). Contribution of benzenemethanethiol to smoky aroma of certain *Vitis vinifera* L. wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1373–1376.

- Tordoff, M. G. (1996). Some basic psychophysics of calcium salt solutions. *Chem Senses.*, 417-24.
- Van Casteren, C. (2012). Un terme très tendance. *Proceedings of the Lallemand tour 'Les Minéraux et le vin'* (pp. 17–20). Nîmes/Mâcon/Chinon/Bordeaux: Lallemand.
- Vignon X., P. O. (2012, Avril). Salinité et minéralité. *Revue des Oenologues.*
- Volschenk, H. &.-B. (2006). Malic Acid in Wine: Origin, Function and Metabolism during Vinification. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 27. 123-136.
- Wendy V. Parr, A. J. (2018). *Minerality in Wine: Towards the Reality behind the Myths.*
- Zaldivar-Santamaria, E. (2017). *Caracterizacion Quimico-Sensorial del Atributo « mineralidad » en Vinos Blancos y Tintos.* Logroño, Spain: Universidad de La Rioja.

9 RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare tutte le persone che mi hanno accompagnato in questo percorso di crescita e nella scrittura di questa tesi, che mi ha permesso di fare un'interessante incursione nell'ambito dell'Analisi sensoriale.

La professoressa Flavia Gasperi, per avermi permesso di scegliere liberamente l'oggetto della mia tesi e avermi guidato nella creazione di un disegno sperimentale adatto ad approfondirlo.

Il dott. Danny Clicerì per la sua grande disponibilità e per il prezioso affiancamento nell'elaborazione dei dati e nella loro interpretazione.

La dott.ssa Elena Santoro per la sua gentilezza e il senso pratico con cui ha organizzato le attività in laboratorio.

Tutte le persone che si sono dimostrate ben disposte a rispondere ai miei interrogativi, dimostrandomi ancora una volta che il mondo del vino si nutre di persone appassionate e sempre alla ricerca di un confronto.

I miei genitori, mio papà Adriano per avermi trasmesso la passione che mette ogni giorno nel suo lavoro, mia mamma Monica per avermi trasmesso la sua tenacia e l'importanza dello studio.

Le mie sorelle Ilaria, Irene e Annachiara, per avermi dato talmente tante cose da non saperle riassumere.

Il mio ragazzo Bruno, per il suo sostegno e per avermi fatto vivere con più leggerezza questo percorso.

Le mie amiche e coinquiline Debora, Linda e Silvia, i miei amici Tobia, Samuel, Matteo, Francesco, Nina, Alessandro Z., Alessandro M., Andrea L. e tutti i miei compagni di corso per avermi fatto sentire parte di una grande famiglia.

Grazie a Claudia, Sara, Chiara, Martina, Camilla per la loro amicizia di lunga durata.