



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

ANALISI LCA SULLA SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI
PRODUTTIVI ALL'INTERNO DI UN ANNO DI PRODUZIONE DI
VIGNETI MONTEPULCIANO E VERDICCHIO

LCA ANALYSIS ON THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTION PROCESSES WITHIN
ONE YEAR OF PRODUCTION IN MONTEPULCIANO AND VERDICCHIO VINEYARDS

TIPO TESI: compilativa

Studente:
EDOARDO GABBANINI

Relatore:
PROF.SSA ESTER FOPPA PEDRETTI

Correlatore:
PROF. ALESSIO ILARI

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

SOMMARIO

SOMMARIO	2
ELENCO DELLE TABELLE.....	3
ELENCO DELLE FIGURE	4
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI	5
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	6
1.1 Analisi LCA, cos'è e a cosa serve.....	6
1.1 Analisi LCA in viticoltura e scopo della tesi	7
CAPITOLO 2 MATERIALI E METODI.....	9
CAPITOLO 3 RISULTATI E CONSIDERAZIONI	11
3.1 Risultati e considerazioni sul confronto tra i vigneti Buratti e Fondiglie entrambi a Verdicchio.....	12
3.2 Risultati e considerazioni sul confronto tra i vigneti Buratti, Cantori e Mignanelli tutti con vitigni di Montepulciano.....	20
CAPITOLO 4 CONCLUSIONI	31
BIBLIOGRAFIA	33

ELENCO DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Confronto tra vigneti, dove si confrontano le operazioni svolte nei 5 diversi appezzamenti, diversamente denominati, presi in esame, cioè Verdicchio (V) e di Montepulciano (M). Le caselle evidenziate in verde indicano che l'operazione è stata effettuata. L'indicazione è qualitativa e non quantitativa.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 2: Panoramica delle diversità presenti all'interno dei vigneti Fondiglie e Buratti. Le diverse particelle sono state numerate secondo un numero progressivo, in base all'anno d'impianto. Le caselle vuote sono dovute a una mancanza di dati.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 3: Incidenza dei processi delle singole particelle dei vigneti Fondiglie (F1, F2, F3, F4, F5) Buratti (B1, B2, B3, B4) e sul totale degli impatti ambientali esaminati. I dati della tabella sono tutti riferiti a vigneti di Verdicchio e sono espressi in valore assoluto.</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 4: Contributo rispetto la singola operazione rispetto al totale della singola categoria di impatto, i dati espressi in percentuale. La tabella è riferita al vigneto Fondiglie.</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 5: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Buratti.</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 6: Diagramma di Gantt delle operazioni colturali nel vigneto Fondiglie.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 7: incidenza del totale dei processi dei vigneti Mignanelli, Cantori e Buratti all'interno del totale degli impatti ambientali da noi presi in esame. I dati della tabella sono tutti riferiti a vigneti di Montepulciano e sono espressi in percentuale.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 8: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Cantori.</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 9: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Mignanelli.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 10: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Buratti.</i>	<i>26</i>

ELENCO DELLE FIGURE

<i>Grafico 3-1: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale.....</i>	<i>13</i>
<i>Grafico 3-2: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale.....</i>	<i>14</i>
<i>Grafico 3-3: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Fondiglie.....</i>	<i>16</i>
<i>Grafico 3-4: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.....</i>	<i>17</i>
<i>Grafico 3-5: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Cantori.....</i>	<i>21</i>
<i>Grafico 3-6: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Mignanelli.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafico 3-7: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafico 3-8: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Cantori.....</i>	<i>24</i>
<i>Grafico 3-9: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Mignanelli.....</i>	<i>25</i>
<i>Grafico 3-10: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.....</i>	<i>27</i>

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

ADP	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL
ADP-FOSSIL FUEL	ABIOTIC DEPLETION POTENTIAL FOSSIL FUEL
GWP100	GLOBAL WARMING POTENTIAL
ODP	OZONE LAYER DEPLETION
HTP	HUMAN TOXICITY POTENTIAL
ETP-FRESH WATER	FRESH WATER AQUATIC ECOTOXICITY
ETP-MARINE WATER	MARINE AQUATIC ECOTOXICITY
POCP	PHOTOCHEMICAL OZONE CREATION POTENTIAL
ETP-SOIL	TERRESTRIAL TOXICITY POTENTIAL
AP	ACIDIFICATION
EP	EUTROPHICATION

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

1.1 Analisi LCA, cos'è e a cosa serve

L'Analisi del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment, LCA) è una metodologia sistematica utilizzata per valutare l'impatto ambientale associato a tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto o di un servizio.

Ha le sue radici negli anni '60 e '70, quando le preoccupazioni ambientali legate alla produzione di energia e ai rifiuti cominciarono a diventare più pressanti. Il primo studio formale di LCA fu condotto da Coca-Cola nel 1969 per analizzare l'impatto ambientale delle diverse tipologie di contenitori per bevande. Negli anni '80 e '90, la metodologia si è evoluta grazie alla collaborazione tra industrie, governi e accademici. La sua standardizzazione è stata formalmente adottata dall'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO) con la pubblicazione delle norme ISO 14040 e ISO 14044 tra il 1997 e il 2006.

L'LCA è una metodologia che consente di valutare gli impatti ambientali associati a tutte le fasi di vita di un prodotto o processo. Il ciclo di vita comprende l'estrazione delle materie prime, la produzione, la distribuzione, l'uso, e infine il trattamento a fine vita (che può includere il riciclaggio, la discarica o l'incenerimento).

Nelle aziende agrarie, quindi anche in quelle vitivinicole, l'LCA è uno strumento essenziale per migliorarne la sostenibilità. Ecco alcuni motivi per cui è utile:

1. **Gestione sostenibile delle risorse:** L'LCA aiuta le aziende vitivinicole a ottimizzare l'uso delle risorse come acqua, energia e suolo, riducendo gli sprechi e migliorando l'efficienza.
2. **Riduzione dell'impatto ambientale:** Permette di identificare le fasi del ciclo di vita del vino (dalla coltivazione dell'uva, alla vinificazione, fino al trasporto e imballaggio) che hanno un maggiore impatto ambientale, fornendo le basi per sviluppare strategie di mitigazione. Per esempio, si possono adottare pratiche agricole che riducono le emissioni di gas serra o migliorano la gestione del suolo.
3. **Valutazione dei sistemi di coltivazione:** Confrontando diversi sistemi di coltivazione (convenzionale, biologico, biodinamico), può evidenziare quale approccio è più

sostenibile a lungo termine, considerando non solo la resa, ma anche gli impatti ambientali associati.

4. Comunicazione e marketing: Le aziende possono utilizzare i risultati dell'LCA per migliorare la trasparenza e la comunicazione con i consumatori, evidenziando il loro impegno verso la sostenibilità. Questo può tradursi in un vantaggio competitivo, poiché i consumatori sono sempre più attenti all'impatto ambientale dei prodotti che acquistano.
5. Certificazioni ambientali: L'LCA è spesso un requisito per ottenere certificazioni di sostenibilità.

LCA è suddivisa in quattro fasi principali:

- Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione: Stabilire lo scopo dell'analisi, l'unità funzionale e i confini del sistema.
- Inventario del ciclo di vita (LCI): Raccogliere dati sugli input (materie prime, energia) e output (emissioni, rifiuti) di ogni fase del ciclo di vita.
- Valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA): Analizzare i potenziali impatti ambientali associati agli input e agli output.
- Interpretazione dei risultati: Concludere con una valutazione dei risultati, fornendo raccomandazioni per migliorare la sostenibilità.

1.1 Analisi LCA in viticoltura e scopo della tesi

L'analisi del ciclo di vita (LCA) si è rivelata uno strumento cruciale per valutare gli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita del vino. Numerosi studi sul piano internazionale hanno infatti applicato l'analisi sia all'intero ciclo produttivo del vino (dalla produzione di uva alla commercializzazione della bottiglia finita) sia a una fase del ciclo di vita (esempio sono la produzione di uva oppure solo la vinificazione).

In particolare, uno studio ha esplorato gli impatti della viticoltura biologica in Cile, utilizzando la metodologia LCA. Questo studio ha preso in esame uno dei principali vini prodotti e commercializzati dalla più grande cantina biologica al mondo. L'analisi ha coperto l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla coltivazione delle uve (viticoltura), alla vinificazione, all'imbottigliamento e alla distribuzione. I risultati hanno indicato che la produzione di uva, l'imbottigliamento e la distribuzione sono le fasi che contribuiscono maggiormente agli impatti ambientali, con percentuali rispettivamente del 39%, 11,8% e 42,2%. (Letamendi, 2022)

In Italia, la produzione di vino Montepulciano, in particolare nella regione montuosa della

Valle Peligna in Abruzzo, rappresenta un'importante realtà agricola. In questo contesto, la metodologia del Carbon Footprint è stata applicata alla produzione del vino Montepulciano, seguendo le linee guida dell'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV) sulla viticoltura sostenibile. Le analisi hanno rivelato che la fase agricola è quella con il maggiore impatto ambientale, mentre la fase di vinificazione ha un'incidenza minore sulle emissioni di gas serra (GHG). Grazie all'adozione di misure per ridurre le emissioni, è stato osservato un miglioramento della performance ambientale che varia tra il 7% e il 15%. (Cichelli, 2016)

Un altro studio, condotto in Sardegna sulla produzione di un tipico vino bianco, ha confermato che le principali criticità ambientali sono legate all'utilizzo diretto e indiretto del diesel nella fase di viticoltura, soprattutto durante l'impianto delle viti, e alla produzione delle bottiglie di vetro nella fase di imbottigliamento. Per affrontare queste problematiche, la letteratura recente suggerisce l'uso di biocarburanti e bottiglie più leggere. (Benedetto, 2013)

Nel caso studiato nel corso della tesi, condotto nella regione Marche, è stata osservata la produzione annuale di vitigni di Verdicchio e Montepulciano situati in diverse zone della regione. Il primo obiettivo è stato quello di stabilire quale categoria tra processi (esempio aratura, trasporto...), fitosanitari (esempio fungicidi, insetticidi...) ed elementi di fertilità (esempio zolfo, NPK...) portasse una contribuzione maggiore all'interno della fase agricola.

Successivamente sono state analizzate tutte le operazioni colturali che rientravano nei processi, ottenendo per ogni operazione il livello di sostenibilità ambientale per le categorie di impatto ambientale di interesse, arrivando così a poter confrontare le operazioni per i diversi vigneti.

Ottenuti tutti i dati delle analisi e messi a confronto, lo scopo è stato l'osservazione delle differenze riscontrate per le stesse operazioni tra diversi vigneti ma con lo stesso vitigno, cercando di capire dove intervenire per aumentare la sostenibilità delle operazioni colturali

Capitolo 2

MATERIALI E METODI

I dati primari utilizzati per l'analisi sono stati direttamente forniti dalla cantina Moncaro e fanno parte di un registro interno aziendale della Cooperativa Moderna, utilizzato sia per la gestione delle operazioni sia a scopo contabile ai fini del pagamento dei dipendenti.

L'annata agraria presa in considerazione è l'anno produttivo del 2020/2021.

L'analisi e l'elaborazione dei dati è stata effettuata con il software SimaPro ver PhD 9.5, tramite CML-IA baseline method, utilizzando come riferimento la produzione di 1 kg di uva (Unità Funzionale – UF)

LCA analizza diverse categorie di impatto. Le principali includono:

- Global Warming Potential (GWP): Misura l'impatto sui cambiamenti climatici, espresso in kg di CO₂ equivalente.
- Acidification Potential (AP): Misura il contributo all'acidificazione del suolo e delle acque, espresso in kg di SO₂ equivalente.
- Eutrophication Potential (EP): Valuta l'arricchimento di nutrienti nelle acque, che può portare alla proliferazione di alghe e al deterioramento degli ecosistemi acquatici.
- Ozone Depletion Potential (ODP): Analizza l'impatto sulla riduzione dello strato di ozono, espresso in kg di CFC-11 equivalente.
- Photochemical Ozone Creation Potential (POCP): Valuta la formazione di ozono troposferico (smog), espresso in kg di etilene equivalente.
- Human Toxicity Potential (HTP): Misura l'impatto potenziale sulla salute umana.
- Ecotoxicity Potential (ETP): Valuta l'impatto tossico sugli ecosistemi acquatici e terrestri.
- Abiotic Depletion Potential (ADP): Riguarda l'esaurimento delle risorse naturali non rinnovabili, come i minerali e i combustibili fossili.

Queste categorie vengono definite “categorie mid-point” ovvero servono a misurare il danno potenziale.

I dati ottenuti con il processamento di SimaPro sono stati organizzati con fogli Excel, raggruppati principalmente in funzione dei vigneti, mantenendo però il dettaglio di

informazione per i vitigni. Questa organizzazione ha permesso di confrontare i risultati ottenuti per i differenti vitigni coltivati in vigneti diversi.

I confronti sono stati così istituiti:

- Vitigno Verdicchio: impatti ottenuti per i vigneti Fondiglie e Buratti.
- Vitigno Montepulciano: impatti ottenuti per i vigneti Buratti, Cantori e Mignanelli.

I confronti tra le diverse categorie di impatto hanno previsto un confronto diretto dei risultati trovati e con altri presenti in letteratura.

Qualora il valore di un impatto risulti essere molto basso, si dovrà applicare il metodo del cutoff, cioè la possibilità di escluderlo dall'analisi perché ritenuto ininfluenza agli effetti dell'impatto complessivo.

Capitolo 3

RISULTATI E CONSIDERAZIONI

All'interno dei vigneti, l'itinerario colturale non differisce tra un vitigno e l'altro, così come le operazioni e gli apporti di fattori di produzione non variano in funzione della differente vigoria riscontrata o all'età delle piante (Tabella 1). Di conseguenza, per lo stesso vigneto, anche con piante disetanee, i vitigni presentano le stesse categorie di impatto e lo stesso livello di incidenza, anche se di cultivar diverse e, all'interno della stessa cultivar, per cloni e/o portainnesti differenti.

Tabella 1: Confronto tra vigneti, dove si confrontano le operazioni svolte nei 5 diversi appezzamenti, diversamente denominati, presi in esame, cioè Verdicchio (V) e di Montepulciano (M). Le caselle evidenziate in verde indicano che l'operazione è stata effettuata. L'indicazione è qualitativa e non quantitativa.

	Verdicchio Fondiglie	Verdicchio Buratti	Montepulciano Cantori	Montepulciano Mignanelli	Montepulciano Buratti.
Concimazioni					
Preparazione suolo					
Manutenzione					
Cimatura					
Trasporto in cantina					
Fitosanitari					
Raccolta					
Decompattamento suolo					
Rullatura					
Aratura					
Pacciamatura					
Reimpianto					
Erpicatura					
Rincalzatura					
Sfogliatura					

3.1 Risultati e considerazioni sul confronto tra i vigneti Buratti e Fondiglie entrambi a Verdicchio

Per effettuare il confronto per il vitigno Verdicchio ci siamo basati sui dati raccolti da 5 diverse parcelle del vigneto Fondiglie, e 4 diverse parcelle per il vigneto Buratti, queste differiscono per l'anno di impianto, cloni, portinnesti, superficie e sesto d'impianto.

Tabella 2: Panoramica delle diversità presenti all'interno dei vigneti Fondiglie e Buratti. Le diverse particelle sono state numerate secondo un numero progressivo, in base all'anno d'impianto. Le caselle vuote sono dovute a una mancanza di dati.

	Anno d'impianto	Clone	Portinnesto	Superficie (Ha)	Sesto d'impianto (cm)
Fondiglie 1	1970			1,1798	300 x 180
Fondiglie 2	1993	R2	420A	3,5383	300 x 150
Fondiglie 3	2004	VCR 107	R2/SO4	2,8553	260 x 100
Fondiglie 4	2005	VCR 107	Kober 5BB	3,5693	260 x 100
Fondiglie 5	2016	VCR 107/VCR 28	SO4	0,7413	300 x 100
Buratti 1	1979			0,1285	300 x 200
Buratti 2	1999			1,8064	300 x 100
Buratti 3	2005	CSV-AP VE2	SO4	1,9436	300 x 107
Buratti 4	2007	CSV-AP VE2	SO4	1,0318	290 x 115

I risultati dell'elaborazione dei vigneti Fondiglie e Buratti (Tabella 3) evidenziano, parallelamente a quanto rilevato nell'itinerario colturale, una stessa percentuale di incidenza. Ciò ha permesso, nell'ambito di questo studio, di trattare l'intero vigneto come un'unica parcella.

Tabella 3: Incidenza dei processi delle singole particelle dei vigneti Fondiglie (F1, F2, F3, F4, F5) Buratti (B1, B2, B3, B4) e sul totale degli impatti ambientali esaminati. I dati della tabella sono tutti riferiti a vigneti di Verdicchio e sono espressi in valore assoluto.

Categorie di impatto	Unità	F1	F2	F3	F4	F5	B1	B2	B3	B4
ADP	kg Sb eq	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	2,4	2,4	2,4	2,4
ADP-fossil fuel	MJ	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	58,8	58,8	58,8	58,8
GWP100a	kg CO2 eq	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1	49,2	49,2	49,2	49,2
ODP	kg CFC-11 eq	85,1	85,1	85,1	85,1	85,1	64,3	64,3	64,3	64,3
HTP	kg 1,4-DB eq	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	37,4	37,4	37,4	37,4
ETP-Fresh Water	kg 1,4-DB eq	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9	7,8	7,8	7,8	7,8
ETP-Marine water	kg 1,4-DB eq	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	23,1	23,1	23,1	23,1
ETP-Soil	kg 1,4-DB eq	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	0,2	0,2	0,2	0,2
POCP	kg C2H4 eq	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	23,2	23,2	23,2	23,2
AP	kg SO2 eq	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	27,5	27,5	27,5	27,5
EP	kg PO4--- eq	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	14,9	14,9	14,9	14,9

Avendo dimostrato di poter considerare le diverse particelle di un vigneto come un singolo grande appezzamento, utilizzando come riferimento di uguaglianza i processi in quanto categoria di interesse per il nostro caso studio, possiamo affermare che anche le categorie riguardanti fitosanitari, elementi di fertilità ed emissioni dirette presentano nello stesso vigneto valori identici.

Nei Grafici 3-1 e 3-2 vengono sintetizzate le percentuali dei singoli impatti calcolati rispettivamente per i vigneti Buratti e Fondiglie.

Grafico 3-1: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.

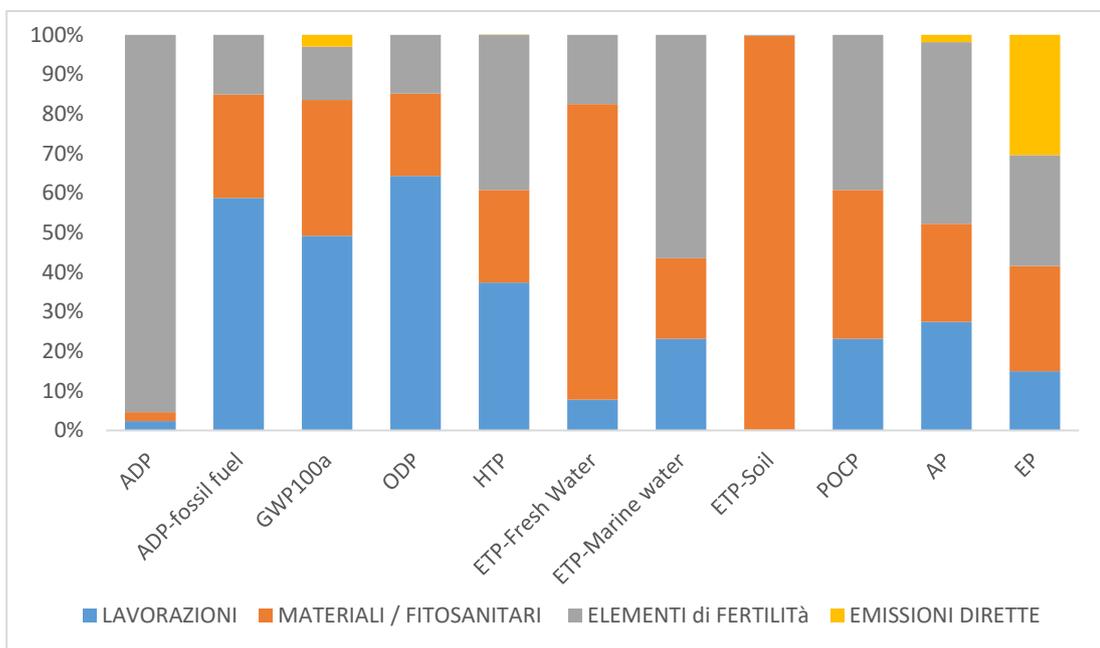
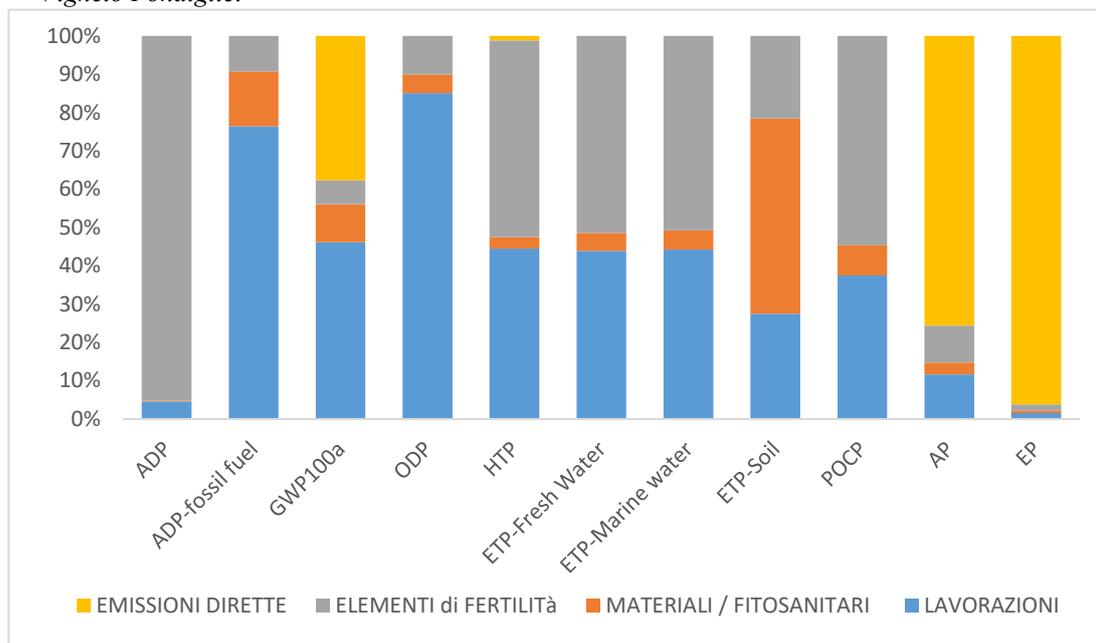


Grafico 3-2: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Fondiglie.



Analizzando separatamente l'impatto dei processi, è possibile evidenziare le differenze esistenti tra i due vigneti.

Entrambi presentano categorie di impatto per le quali l'incidenza dei processi è maggiore rispetto alle altre categorie prese in analisi, cioè l'ADP-fossil fuel, il GWP100 e l'ODP. Tuttavia, tra i due vigneti, Buratti esprime una percentuale inferiore del 20% rispetto a Fondiglie per i valori di ADP e ODP; l'incidenza sul GWP non evidenzia tra i due delle differenze.

Per l'HTP possiamo invece dire che in entrambi i vigneti i processi incidono per il 44,5% su Fondiglie e il 37,4% su Buratti.

Considerando l'ETP (terrestre, acquatica marina, e delle acque dolci) si rilevano importanti differenze tra un vigneto e l'altro. Per Fondiglie, abbiamo valori importanti che superano il 40% per l'ecotossicità acquatica marina e delle acque dolci, e del 27% per l'ecotossicità terrestre. Per Buratti i valori sono nettamente inferiori essendo l'incidenza del 7% per l'ecotossicità delle acque dolci, del 23% per l'acquatica marina e quasi dello 0% per quella terrestre.

Anche per l'ossidazione fotochimica abbiamo una differenza di incidenza dei processi: Fondiglie ha un'incidenza di circa il 37%, mentre per Buratti i processi per questa categoria di impatto valgono il 23%.

Notiamo infine importanti differenze anche sulle categorie di AP e EP anche se, al contrario delle altre categorie, queste sono le uniche dove i processi riportano una incidenza maggiore sugli impatti all'interno del vigneto Buratti (circa il 27% per l'AP e il 15% per l'EP) rispetto a Fondiglie (circa 12% e 2% rispettivamente per acidificazione ed eutrofizzazione).

L'ultima categoria presa in esame è il consumo delle risorse abiotiche. In entrambi i vigneti i valori ottenuti sono bassi; inoltre, si nota come la vera contribuzione in questa categoria sia a carico degli elementi di fertilità. I processi descritti, proprio per i valori molto bassi, possono essere considerati irrilevanti e, quindi, può essere deciso di non considerarli nelle analisi successive (criterio del cut-off)

Individuate le similitudini e le differenze sulla diversa contribuzione dei processi per le categorie di impatto di interesse, è possibile analizzare quali siano le operazioni che maggiormente rendono la produzione meno sostenibile.

A supporto di questi commenti sono le tabelle 4 e 5 e i grafici 3-3 e 3-4 dove si sintetizzano i risultati dell'analisi LCA espressi in percentuale di impatto delle singole operazioni degli itinerari culturali.

Tabella 4: Contributo rispetto la singola operazione rispetto al totale della singola categoria di impatto, i dati espressi in percentuale. La tabella è riferita al vigneto Fondiglie.

	ADP- fossil fuel	GWP 100a	ODP	HTP	ETP- Fresh Water	ETP- Marin Water	ETP- Soil	POCP	AP	EP
Distribuzion e fitosanitari	10,8	6,5	12,4	5,1	4,8	4,2	3,9	4,7	1,7	0,2
Concimazion i	1,9	1,1	2,1	1,1	1,1	0,9	0,7	0,9	0,3	0,0
Decompatta mento suolo	2,4	1,4	2,7	0,9	0,8	0,7	0,8	1,0	0,4	0,0
Reimpianto o semina	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0
Preparazione suolo	2,3	1,4	2,6	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0	0,4	0,0
Trasporto in cantina	30,6	18,4	33,3	19,8	19,7	22,4	10,7	15,1	4,6	0,6
Manutenzion e ordinaria del vigneto	0,8	0,5	0,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0
Cimatura	2,3	1,4	2,7	0,9	0,8	0,7	0,8	1,0	0,4	0,0
Rullatura	0,6	0,4	0,7	0,5	0,6	0,5	0,2	0,3	0,1	0,0
Aratura	1,0	0,6	1,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,0
Pacciamatur a	2,7	1,8	2,4	3,7	4,6	3,9	1,2	3,4	0,4	0,1
Raccolta	6,0	3,6	6,6	3,9	3,8	4,0	2,1	3,0	0,9	0,1
Rincalzatura vite	1,8	1,1	2,0	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	0,3	0,0
Erpicatura	12,1	7,3	14,0	5,4	4,8	4,3	4,4	5,2	1,9	0,2
Sfogliatura	0,7	0,4	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0
Totale dei processi	76,4	46,1	85,1	44,5	43,9	44,2	27,5	37,5	11,7	1,6

Grafico 3-3: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Fondiglie.

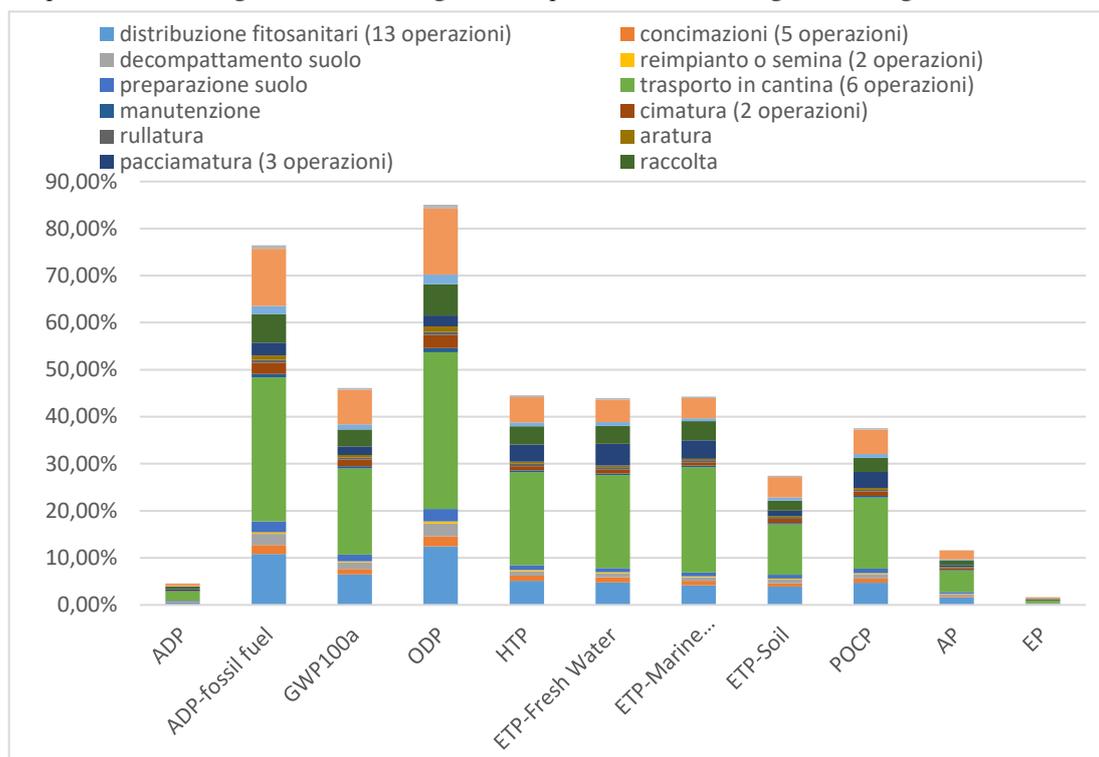
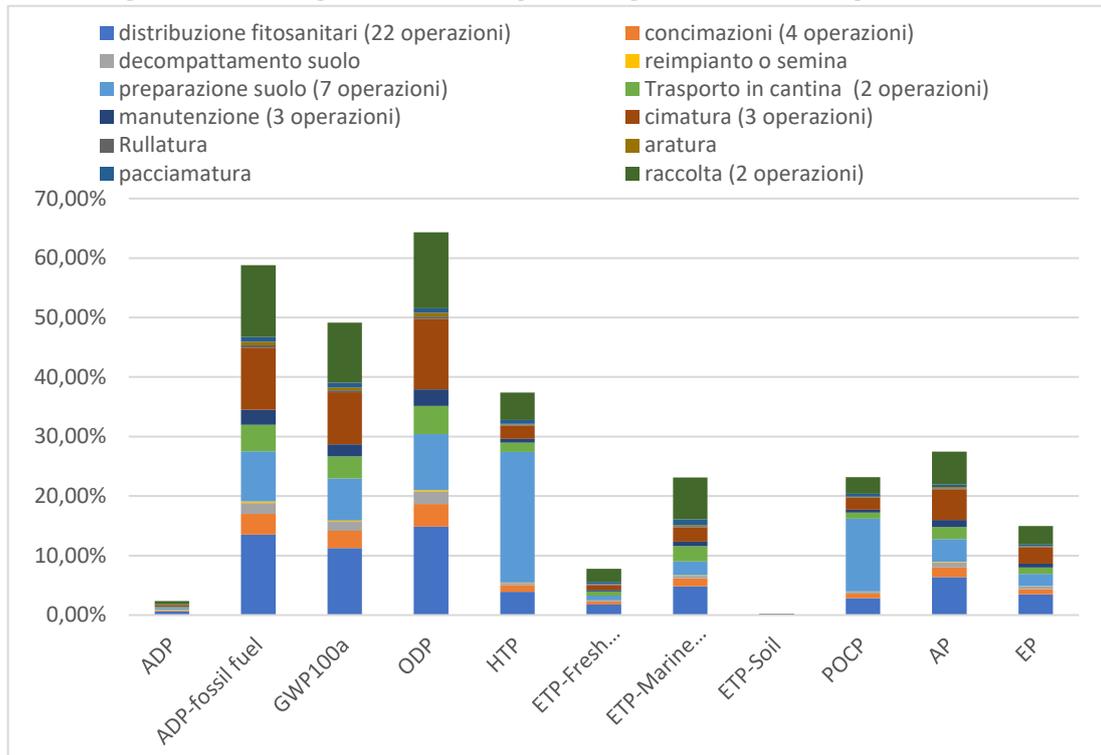


Tabella 5: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Buratti.

	ADP-Fossil Fuel	GWP 100 y	ODP	HTP	ETP-Fresh Water	ETP-Marin Water	ETP-Soil	POCP	AP	EP
Distribuzione fitosanitari	13,5	11,3	14,9	3,9	1,8	4,8	0,0	2,8	6,4	3,5
Concimazioni	3,5	2,9	3,8	1,1	0,5	1,4	0,0	0,7	1,6	0,9
Decompattamento suolo	1,8	1,5	2,0	0,4	0,1	0,4	0,0	0,3	0,9	0,5
Reimpianto o semina	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Preparazione suolo	8,5	7,1	9,4	21,9	0,8	2,3	0,0	12,2	3,8	2,0
Trasporto in cantina	4,5	3,7	4,7	1,6	0,7	2,6	0,0	1,0	2,0	1,1
Manutenzione ordinaria vigneto	2,5	2,1	2,8	0,6	0,3	0,7	0,0	0,5	1,2	0,6
Cimatura	10,5	8,7	11,8	2,2	0,8	2,4	0,0	2,0	5,1	2,7
Rullatura	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,1
Aratura	0,6	0,5	0,7	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1
Pacciamatura	0,8	0,8	0,7	0,6	0,4	1,0	0,0	0,5	0,4	0,3
Raccolta	12,1	10,1	12,8	4,6	2,2	7,0	0,0	2,8	5,6	3,1
Totale processi	58,8	49,2	64,3	37,4	7,8	23,1	0,2	23,2	27,5	14,9

Grafico 3-4: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.



La contribuzione degli impatti correlata alla tipologia e al numero di ripetizioni delle operazioni nella conduzione dei vigneti Fondiglie e Buratti (Tabelle 4 e 5) permette di rilevare che non sempre vengono eseguite le stesse operazioni. Ad esempio, nel vigneto Fondiglie vengono effettuate la rincalzatura, la sfogliatura e l'erpicoltura, mentre nel vigneto Buratti le operazioni citate non vengono eseguite. Agli effetti dell'incidenza degli impatti ambientali (grafici 3-3 e 3-4) le prime due operazioni presentano un'incidenza minima sia perché assorbono modeste quantità di energia da combustibile fossile, sia perché vengono eseguite una sola volta. Questi due aspetti non permettono margini di miglioramento della sostenibilità per queste operazioni.

Al contrario l'erpicoltura, eseguita 3 volte nel corso dell'anno, presenta un'incidenza importante, soprattutto sulle categorie di impatto di ADP-fossil fuel (12,14%), del GWP100 (7,32%) e del ODP (14,05%).

Tabella 6: Diagramma di Gantt delle operazioni colturali nel vigneto Fondiglie (da settembre 2020 a settembre 2021), le lettere sono così riferite: A: Erpicatura; B: Distribuzione concimi; C: Decopattamento suolo e semina.

	SET 2020	OTT 2020	NOV 2020	DIC 2020	GEN 2021	FEB 2021	MAR 2021	APR 2021	MAG 2021	GIU 2021	LUG 2021	AGO 2021	SET 2021
A													
B													
C													

Altra osservazione interessante può essere proposta mettendo a confronto le stesse operazioni eseguite dai due vigneti.

Partendo dalle operazioni che si presentano più simili, si citano aratura, rullatura, decompattamento del suolo e reimpianto di fallanze. Per quanto riguarda il numero di ripetizioni di ciascuna operazione, le operazioni di lavorazione del suolo si ripetono 1 sola volta l'anno in tutti e due i vigneti. La sostituzione di fallanze, invece, si ripete in numero differente nei due vigneti (1 volta su Buratti, 2 volte su Fondiglie). Dal punto di vista dell'incidenza degli impatti, sia le operazioni di lavorazione del terreno sia la sostituzione di fallanze, presenta valori poco incisivi per nessuna categoria di impatto.

La manutenzione ordinaria del vigneto Buratti viene eseguita tre volte mentre su Fondiglie una sola volta. Al contrario, l'operazione di pacciamatura viene ripetuta per tre volte a Fondiglie e 1 volta a Buratti. Tuttavia, nonostante le ripetizioni, la percentuale di incidenza degli impatti è sempre molto bassa e risulta poco efficace, nell'economia generale dello studio, tentare di ridurne l'impatto diminuendo le ripetizioni.

Le operazioni più interessanti per il caso studio sono la distribuzione di fitosanitari e la cimatura.

La distribuzione di fitosanitari come fungicidi e insetticidi viene ripetuta molte volte in entrambi i vigneti, su Buratti viene eseguita nove volte in più ovvero ventidue, mentre "solo" 13 su Fondiglie.

Per quanto osserviamo una netta differenza nel numero di operazioni possiamo vedere come queste vadano a incidere in maniera molto simile tra di loro all'interno dei 2 vigneti, con una maggiore incidenza su Buratti, le categorie di impatto che risentono maggiormente di questa operazione sono l'ADP-fossil fuel, GWP100a e ODP.

Per quest'ultima operazione analizzata possiamo intervenire andando a ridurre il numero di trattamenti sicuramente all'interno del vigneto Buratti ma anche su Fondiglie in quanto è vero che possiamo considerare le 13 operazioni in linea con una condotta teorica dei trattamenti che punta a proteggere la vite in tutte le sue fasi più delicate. possiamo anche affermare che i trattamenti siano eccessivi per il vigneto Buratti in quanto l'annata da noi presa

in esame per il caso studio non si sia presentata meteorologicamente sfavorevole, evitando l'attacco di agenti patogeni, più fonti ci dicono ciò:

«inverno mite e asciutto, seguito da una primavera caratterizzata anch'essa da precipitazioni decisamente sotto la media storica e splendide giornate di sole. L'estate è stata bellissima, mai eccessivamente calda, poco umida, e soprattutto ci ha regalato, a più riprese, delle piogge ristoratrici che hanno permesso alla vite di svolgere il proprio ciclo nelle migliori condizioni climatiche possibili, in particolar modo nella fascia appenninica dove coltiviamo le uve Verdicchio (Azienda vinicola Umani Ronchi SPA, 2020).»

«temperature invernali al di sopra delle medie storiche e una siccità poi rientrata a marzo. Una primavera regolare, casi di peronospora e mal dell'esca a maggio (Atzeni, 2020).»

Dai documenti consultati, risulta che la cimatura viene eseguita tre volte su Buratti e due su Fondiglie abbiamo quindi un numero di operazioni che è quasi identico ma troviamo una grossa differenza quanto andiamo a vedere rispettivamente la loro incidenza su 4 categorie di impatto ovvero ADP-fossil fuel, potenziale di riscaldamento globale, consumo dello strato di ozono stratosferico e acidificazione, nel vigneto Buratti riscontriamo per queste categorie i valori sono almeno 5 volte più alti.

I dati a nostra disposizione possiamo solo ipotizzare che la differenza sia stata causata da uno sviluppo vegetativo elevato all'interno del vigneto Buratti, ciò potrebbe spiegare il perché abbiamo avuto un'operazione in più, sia la maggiore incidenza sugli impatti, in quanto la nostra cimatrice a fronte di una maggiore vegetazione abbia tenuto una velocità minore aumentando le ore di lavoro in cui il mezzo era operativo, portando un ovvio aumento di combustibili.

Nella raccolta possiamo anche qui vedere similitudini sull'incidenza di impatto in quanto anche qui il numero di operazioni è diverso tra i due vigneti, troviamo infatti 2 operazioni di raccolta su Buratti e 1 sola su Fondiglie, ma i valori che si presentano sono uguali anche in questo caso le categorie di impatto che vengono maggiormente interessate sono ADP-fossil fuel, GWP100 e ODP, notiamo valori importanti anche per due altre categorie d'impatto che sono l'acidificazione e ecotossicità marina.

Le lavorazioni del suolo vengono eseguite una sola volta all'interno di Fondiglie e ben sette volte all'interno di Buratti, vedendo come in quest'ultimo l'incidenza dell'operazione assuma valori notevoli soprattutto in due categorie di impatto che sono la tossicità per l'uomo e l'ossidazione fotochimica, mentre nelle categorie di consumo di combustibili fossili, potenziale di riscaldamento globale e il consumo dello strato di ozono stratosferico abbiamo sempre valori elevati ma contenuti se rapportati al numero di operazioni.

Ultima operazione da analizzare sono i trasporti da e in cantina come notiamo le tre categorie di impatto ambientale più influenzate, se prendiamo entrambi i vigneti, sono sempre consumo di combustibili fossili, potenziale di riscaldamento globale e il consumo dello strato di ozono stratosferico.

Notiamo come nel vigneto Fondiglie il trasporto assuma valori elevati per quasi tutte le categorie di impatto ambientale arrivando a valori oltre il 30 % per categorie come il consumo di combustibili fossili e il consumo dello strato di ozono, la differenza che si riscontra tra un vigneto e l'altro può essere imputata al fatto che il vigneto Fondiglie sia situato a una distanza maggiore dalla cantina rispetto a Buratti, portando quindi a un maggiore impiego dei mezzi di trasporto, con i rispettivi aumenti di consumi, una possibilità per ridurre l'impatto di questa operazione è quello di utilizzare mezzi con capacità di trasporto maggiori in modo da ridurre il numero di operazioni, evitando trasporti non a pieno carico che mi riducono l'efficienza dell'operazione.

3.2 Risultati e considerazioni sul confronto tra i vigneti Buratti, Cantori e Mignanelli tutti con vitigni di Montepulciano.

Confrontiamo ora la sostenibilità di impatto ambientale sui vitigni di Montepulciano, il confronto è basato sui dati di una sola annata di tre diversi vigneti (Mignanelli, Cantori, Buratti), anche in questo caso la cultivar è uguale ma portinnesti e cloni differiscono tra diversi vigneti.

In questo caso studio non abbiamo bisogno di dimostrare l'uguaglianza dei dati ottenuti in diverse annate sullo stesso vigneto, in modo da poterlo trattare come dato singolo, in quanto, come detto, i dati si basano su un singolo anno, nella tabella 6 andiamo quindi subito a mettere in evidenza le differenze di sostenibilità dell'insieme dell'itinerario colturale messe in atto per i differenti vigneti sulle categorie di impatto ambientale.

Adesso mostriamo invece grafici con le percentuali dei singoli impatti calcolati rispettivamente per i vigneti Mignanelli, Cantori e Buratti

Tabella 7: incidenza del totale dei processi dei vigneti Mignanelli, Cantori e Buratti all'interno del totale degli impatti ambientali da noi presi in esame. I dati della tabella sono tutti riferiti a vigneti di Montepulciano e sono espressi in valore assoluto.

Categorie di impatto	Unità	Mignanelli	Cantori	Buratti
ADP	kg Sb eq	43,9	42,2	2,3
ADP-fossil fuel	MJ	76,6	71,8	58,8
GWP100a	kg CO2 eq	74,3	67,6	49,2
ODP	kg CFC-11 eq	89,5	86,4	64,3
HTP	kg 1,4-DB eq	88,5	89,4	37,4
ETP-Fresh Water	kg 1,4-DB eq	88,0	82,1	7,8
ETP-Marine water	kg 1,4-DB eq	77,1	70,1	23,1
ETP-Soil	kg 1,4-DB eq	78,8	74,5	0,2
POCP	kg C2H4 eq	65,0	71,0	23,2
AP	kg SO2 eq	72,7	60,6	27,5
EP	kg PO4--- eq	21,0	16,0	14,9

Grafico 3-5: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Cantori.

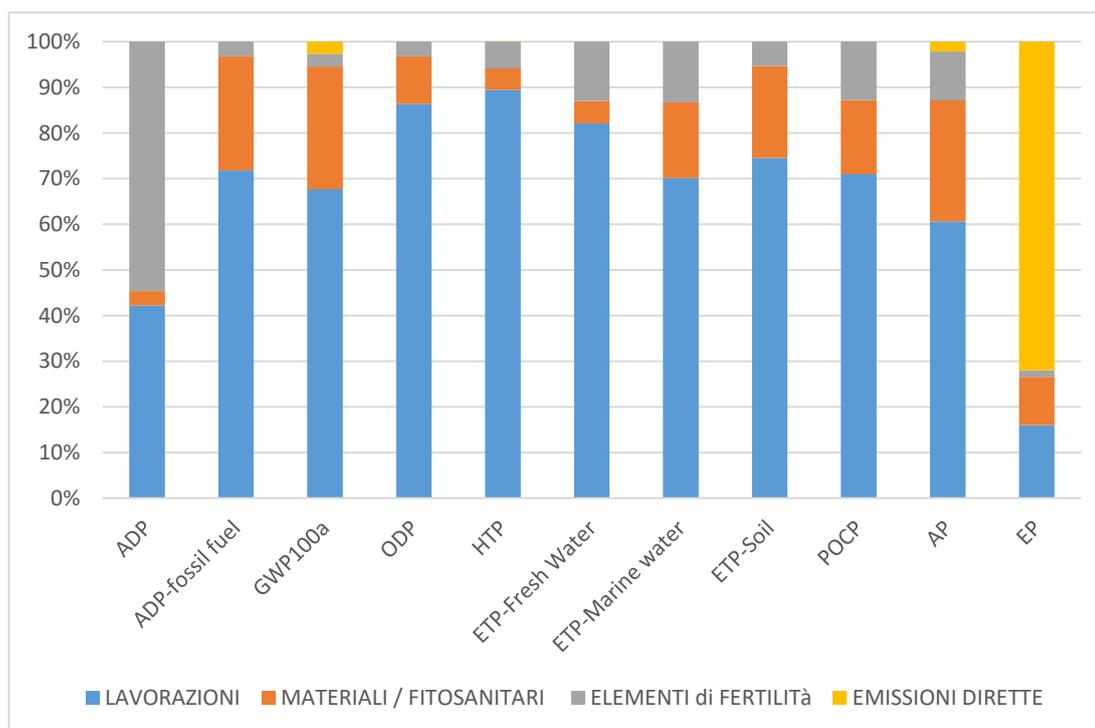


Grafico 3-6: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Mignanelli.

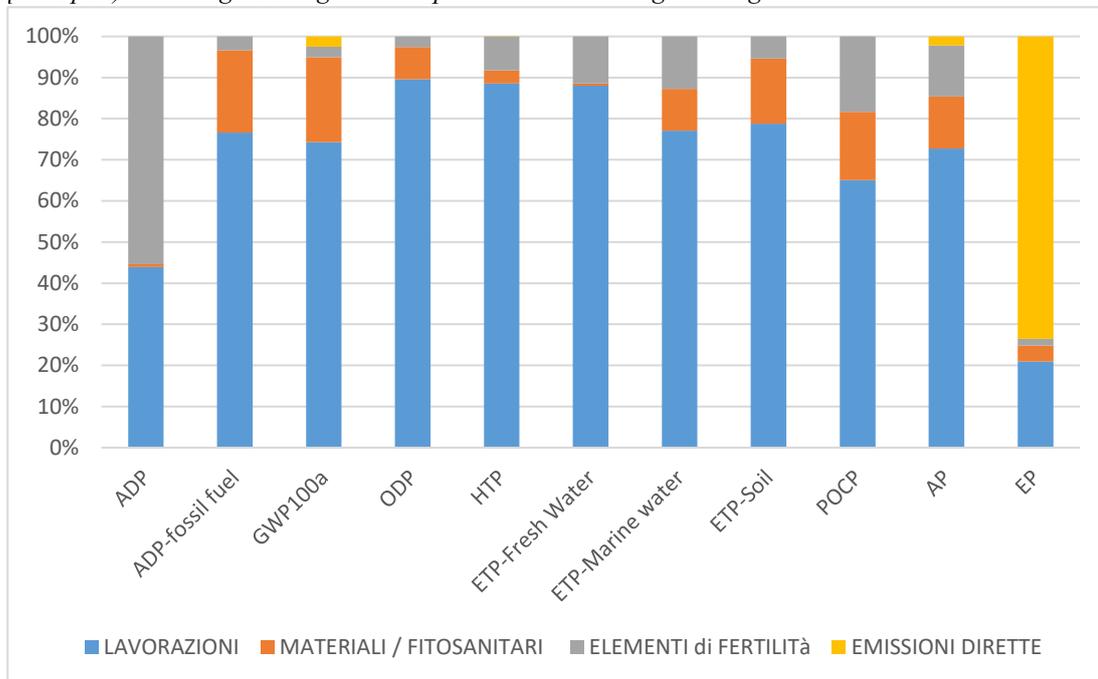
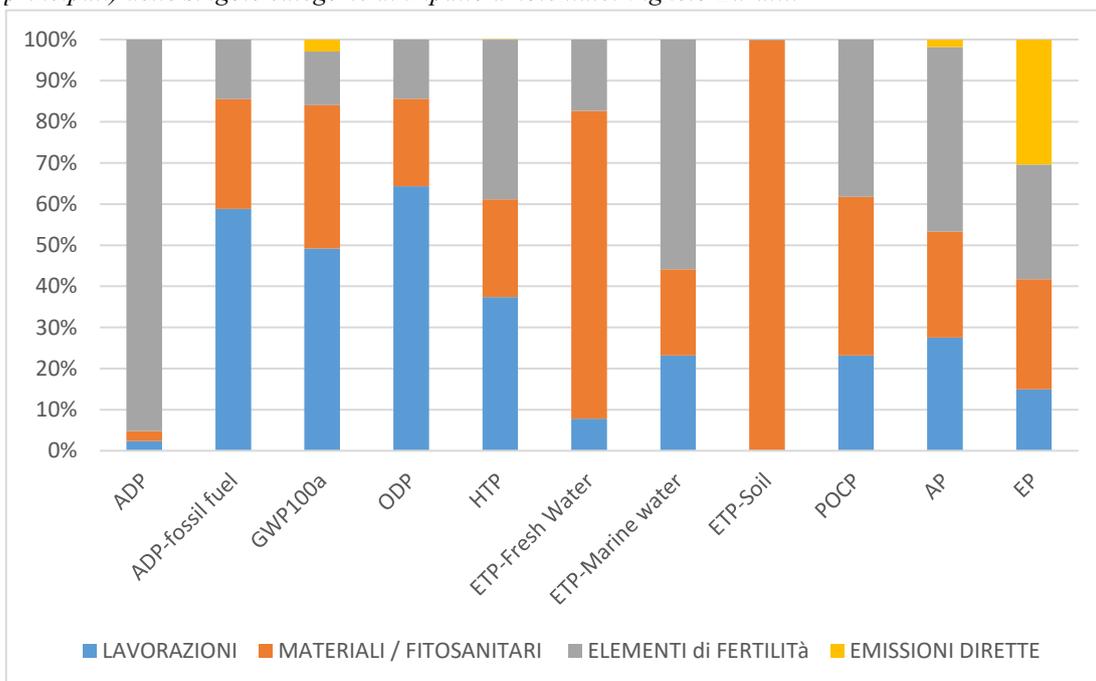


Grafico 3-7: Incidenza dei processi di produzione (le attività sono state accorpate in 4 gruppi principali) delle singole categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.



Le prime osservazioni osservando questi grafici sono sulle similitudini dei risultati ottenuti tra il vigneto Mignanelli e Cantori, e la importante differenza che invece presentano con il terzo vigneto che è Buratti.

Altro punto da sottolineare è che i risultati ottenuti dal vigneto Buratti sono uguali sia per la parte dove troviamo il vitigno Verdicchio sia dove troviamo il vitigno Montepulciano; infatti, l'itinerario culturale è identico tra i 2 vitigni presi in esame, questa osservazione permette di sottolineare che 2 vitigni diversi tra loro ma che fanno parte della stessa parcella di terreno ricevono lo stesso numero e quantitativo di trattamenti e operazioni colturali e, quindi, restituiranno gli stessi valori all'interno delle categorie di impatto ambientale analizzate.

Ultima osservazione da effettuare su questi grafici è il notare come i processi in Mignanelli e Cantori portano un impatto importante in quasi tutte le categorie, come possiamo vedere in questi 2 vigneti troviamo infatti valori di contribuzione sempre tra il 60 e 80 %, tranne che per il consumo di risorse abiotiche e per l'eutrofizzazione.

Inoltre tra i risultati dei vigneti Mignanelli-Cantori e Buratti notiamo che alcune categorie di impatti presentano valori notevolmente distanti, queste sono l'ADP (M. 43,9%; C. 42,2%; B. 2,4%), l'HTP (M. 88,5%; C. 89,4%; B. 37,4%), l'ETP-fresh water (M. 88%; C. 82,2%; B. 7,8%), l'ETP-marine water (M. 77,1%; C. 70,1%; B. 23,1%), l'ETP-soil (M. 78,8%; C. 74,5%; B. 0,2%), il POCP (M. 65%; C. 71%; B. 23,2%) e l'AC (M. 72,7%, C. 60,6%, B. 27,5%) mentre i valori che continuano, anche in questo caso studio, a essere alti in tutti e 3 i vigneti sono consumo di combustibili fossili, GWP100a e il consumo dello strato di ozono notando comunque differenze ma meno marcate.

Andando ora ad analizzare la sostenibilità dei differenti processi produttivi applicati sui vigneti con le tabelle 8, 9 e 10 e i grafici 3-8, 3-9 e 3-10.

Tabella 8: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Cantori.

	AD P	ADP- fossil fuel	GWP 100a	OD P	HT P	ETP- Fresh Water	ETP- Marin Water	ETP -Soil	POCP	AP	EP
Distribuzione fitosanitari	9,4	14,0	13,1	16,9	7,6	15,7	12,0	14,3	7,1	11,9	3,1
Concimazioni	1,6	1,5	1,4	1,8	0,9	1,9	1,5	1,5	0,8	1,3	0,3
Decompattamento suolo	1,6	3,6	3,3	4,4	1,5	2,6	2,2	3,7	1,7	3,1	0,8
Sfogliatura	0,8	1,1	1,0	1,3	0,5	1,0	0,9	1,1	0,6	0,9	0,2
Preparazione suolo	3,6	7,8	7,4	9,5	52,8	6,4	5,2	9,4	37,6	6,1	1,6
Trasporto in cantina	5,4	8,2	7,7	9,5	5,5	11,6	11,7	8,2	4,6	6,8	1,8
Manutenzione ordinaria del vigneto	3,9	6,6	6,2	8,1	3,1	6,0	4,8	6,8	3,2	5,7	1,5
Cimatura	3,8	10,8	10,2	13,5	4,4	7,7	6,2	11,2	5,0	9,5	2,5
Raccolta	11,6	17,3	16,4	20,2	12,5	27,7	24,7	17,5	9,9	14,5	3,9
Totale dei processi	42,2	71,8	67,7	86,4	89,4	82,1	70,1	74,5	71,0	60,6	16,0

Grafico 3-8: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Cantori

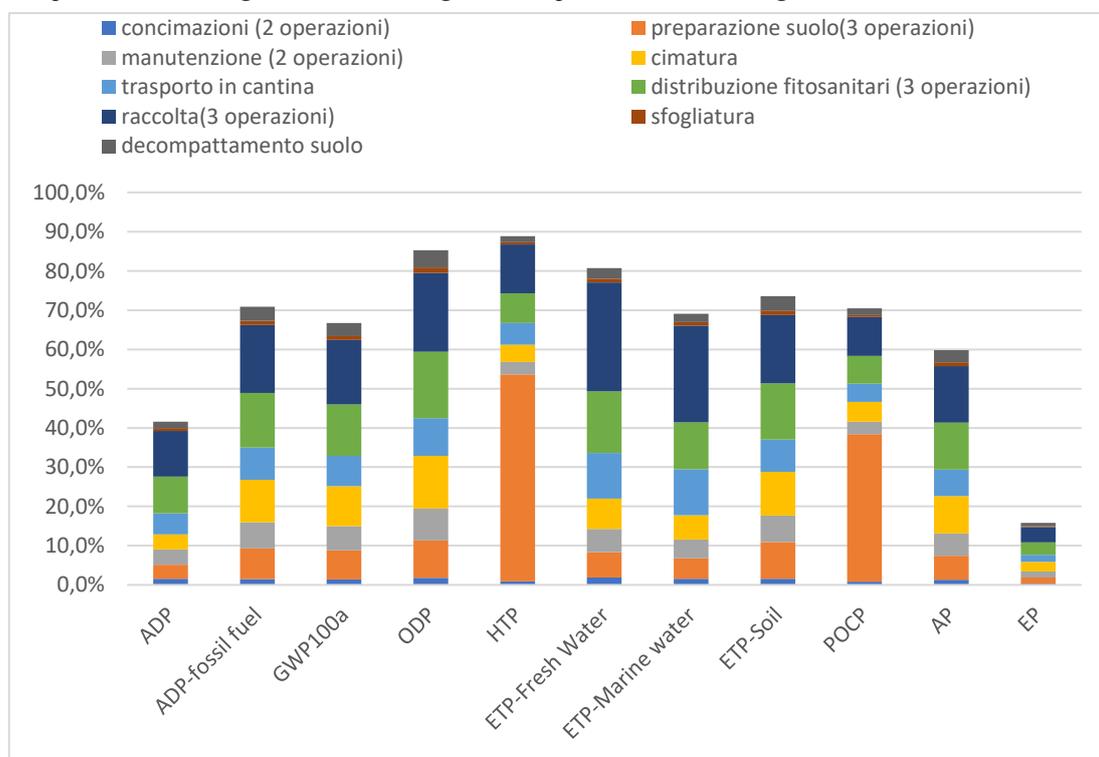


Tabella 9: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Mignanelli.

	AD P	AD P- fossil fuel	GWP 100a	OD P	HT P	ETP- Fresh Water	ETP- Marin Water	ETP- Soil	PO CP	AP	EP
Distribuzione fitosanitari	6,7	9,8	9,5	11,5	8,6	11,8	9,3	10,0	6,7	9,3	2,7
Concimazioni	1,1	1,0	1,0	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	0,7	0,9	0,3
Preparazione suolo	11,0	20,8	20,2	24,6	38,4	20,3	16,5	21,8	26,2	19,8	5,7
Trasporto in cantina	7,5	10,7	10,3	11,9	11,9	17,0	17,5	10,7	8,1	9,8	2,9
Manutenzione	2,0	3,1	3,0	3,6	2,4	3,1	2,6	3,2	2,1	2,9	0,8
Cimatura	8,0	21,5	20,8	25,7	14,6	17,2	14,2	22,2	13,6	20,9	5,9
Raccolta	7,8	9,8	9,6	11,0	11,6	17,1	15,8	9,9	7,6	9,1	2,7
Totale dei processi	43,9	76,6	74,3	89,5	88,5	88,0	77,1	78,8	65,0	72,7	21,0

Grafico 3-9: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Mignanelli.

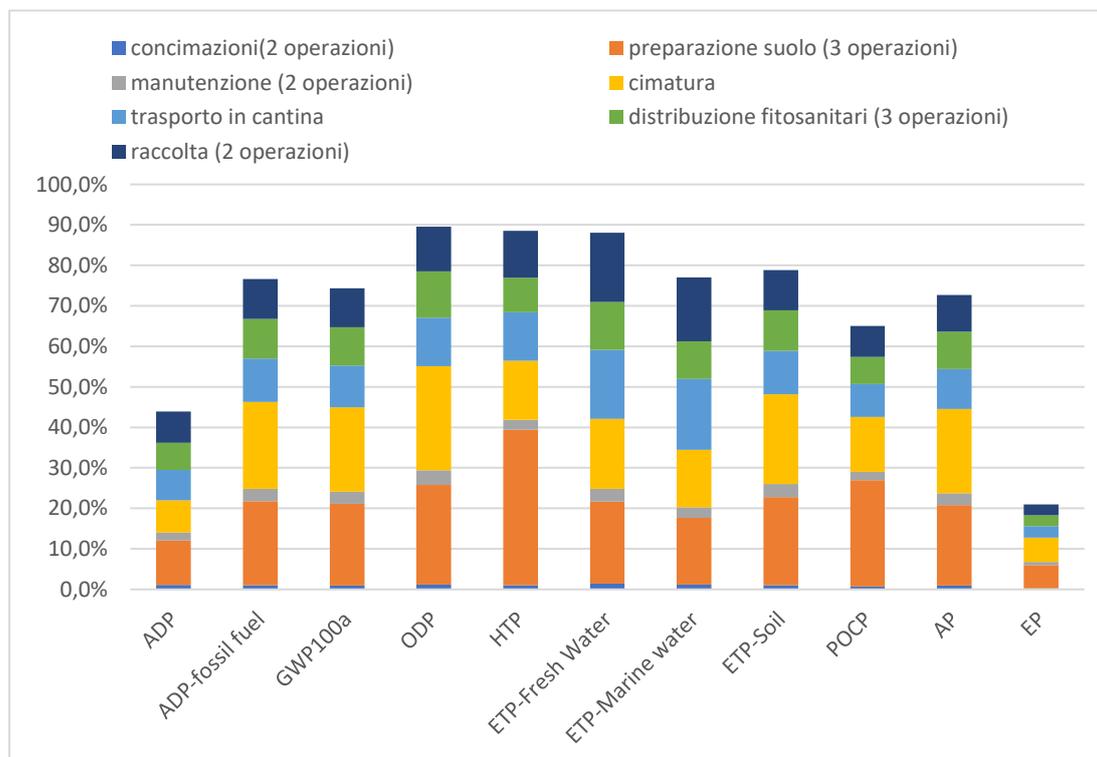
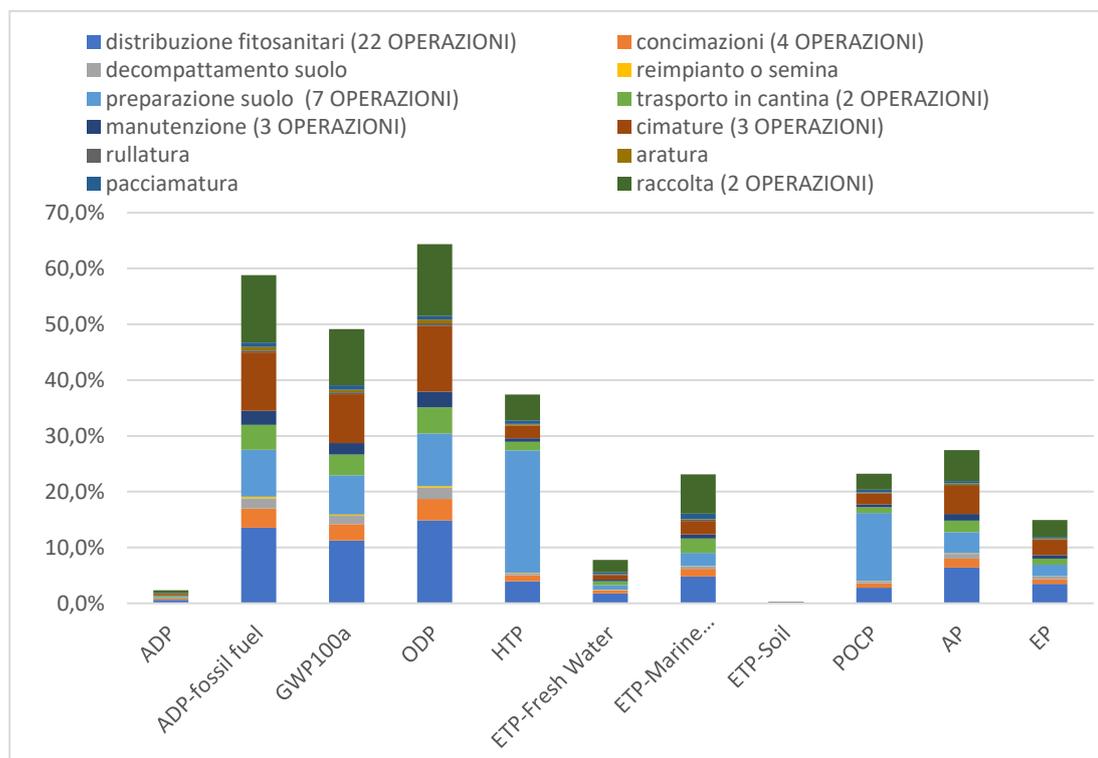


Tabella 10: contributo di impatto dato dalla singola operazione sul totale della singola categoria di impatto, i dati sono tutti espressi in percentuale, la tabella è riferita al vigneto Buratti.

	AD P	ADP- fossil fuel	GWP 100a	ODP	HTP	ETP - Fres h Wat er	ETP- Marin Water	ETP -Soil	POCP	AP	EP
Distribuzi one fitosanita ri	0,6	13,5	11,3	14,9	3,9	1,8	4,8	0,0	2,8	6,4	3,5
Concimaz ioni	0,2	3,5	2,9	3,8	1,1	0,5	1,4	0,0	0,7	1,6	0,9
Decompa ttamento suolo	0,1	1,8	1,5	2,0	0,4	0,1	0,4	0,0	0,3	0,9	0,5
Reimpian to o semina	0,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Preparazi one suolo	0,3	8,5	7,1	9,4	21,9	0,8	2,3	0,0	12,2	3,8	2,0
trasporto in cantina	0,2	4,5	3,7	4,7	1,6	0,7	2,6	0,0	1,0	2,0	1,1
Manuten zione ordinaria del vigneto	0,1	2,5	2,1	2,8	0,6	0,3	0,7	0,0	0,5	1,2	0,6
Cimatura	0,2	10,5	8,7	11,8	2,2	0,8	2,4	0,0	2,0	5,1	2,7
Rullatura	0,0	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,1
Aratura	0,0	0,6	0,5	0,7	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1
Pacciam tura	0,1	0,8	0,8	0,7	0,6	0,4	1,0	0,0	0,5	0,4	0,3
Raccolta	0,5	12,1	10,1	12,8	4,6	2,2	7,0	0,0	2,8	5,6	3,1
Totale dei processi	2,4	58,8	49,2	64,3	37,4	7,8	23,1	0,2	23,2	27,5	14,9

Grafico 3-10: Contribuzione percentuale delle singole operazioni svolte, riferiti al totale della somma dei processi nelle singole e diverse categorie di impatto ambientale. Vigneto Buratti.



Procedendo con l'analisi e il confronto tra le singole operazioni, si parte da quelle che non sono state svolte su tutti i vigneti, per poi passare a quelle comuni a tutti e tre. La sfogliatura è un'operazione eseguita solo nel vigneto Cantori, un'unica volta. Guardando i valori di contribuzione, si nota come a livello di tutte le categorie i valori si discostino leggermente dall'1%, senza offrire margini di miglioramento utili per il caso studio.

Successivamente, si osservano rullatura, aratura, pacciamatura e reimpianto, ciascuna eseguita una sola volta e solo all'interno dell'itinerario culturale del vigneto Buratti. Anche in questo caso, tutte le operazioni presentano valori di contribuzione agli impatti ambientali molto bassi, non offrendo margini di miglioramento. L'unico fattore che potrebbe portare vantaggi sarebbe l'esecuzione di operazioni combinate, unendo lavorazioni del suolo come aratura, rullatura, decompattamento e preparazione del suolo.

Il decompattamento del suolo è un'operazione comune ai vigneti Buratti e Cantori, eseguita una volta in entrambi i casi. Anche in questo caso, il margine di miglioramento sugli impatti risulta quasi nullo, eccetto per la possibilità di combinarla con un'altra operazione. È interessante notare come, a parità di numero di operazioni, l'incidenza su Cantori sia doppia rispetto a quella su Buratti. Queste differenze potrebbero essere dovute a condizioni di lavoro più difficoltose della macchina, come una maggiore pendenza o una maggiore resistenza del

terreno, che portano ad aumentare i consumi del mezzo impiegato. I valori più elevati sono infatti legati al consumo di combustibili fossili, al GWP100a e all'ODP.

Passando ora alle operazioni comuni ai tre vigneti, si inizia con il trasporto in cantina, eseguito una sola volta. In questo caso, i valori di contribuzione sono molto simili tra i vigneti Cantori e Mignanelli, che mostrano valori elevati in tutte le categorie, mentre i valori nel vigneto Buratti sono sensibilmente inferiori. Con i dati a disposizione, si presume che la differenza sia dovuta esclusivamente a una diversa distanza che la macchina deve percorrere dal luogo di raccolta al luogo di scarico del prodotto. Essendo eseguita una sola volta, non esistono possibilità di migliorare questo parametro.

Le concimazioni vengono eseguite quattro volte nel vigneto Buratti e due volte nei vigneti Mignanelli e Cantori. In tutti e tre i vigneti, la contribuzione è bassa, con valori che raddoppiano nel vigneto Buratti per le categorie ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP. Con valori così modesti, l'unica soluzione possibile sarebbe quella di unire la distribuzione di concimi ad altre operazioni, come il decompattamento del terreno o la preparazione del suolo, evitando passaggi aggiuntivi con il cantiere.

L'ordinaria manutenzione dei vigneti, eseguita tre volte su Buratti e due volte su Cantori e Mignanelli, presenta valori significativi per il caso studio solo nel vigneto Cantori, dove si osservano valori elevati in quasi tutte le categorie di interesse. Con i dati a disposizione, si potrebbe ipotizzare un'inefficienza organizzativa, che ha portato il cantiere a dover raggiungere il vigneto più volte per eseguire operazioni che avrebbero potuto essere combinate, riducendo gli ingressi in campo.

La raccolta meccanica viene eseguita due volte nei vigneti Mignanelli e Buratti e tre volte nel vigneto Cantori. Questa operazione incide particolarmente su Mignanelli e Cantori, dove presenta valori significativi in quasi tutte le categorie di impatto, mentre nel vigneto Buratti i valori rilevanti si riscontrano solo nelle categorie ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP. Le differenze riscontrate potrebbero essere attribuite alle difficoltà operative della macchina nei vigneti Mignanelli e Cantori, che hanno portato a un aumento delle ore di lavoro e dei consumi, oltre alla maggiore distanza di questi vigneti rispetto a Buratti dal luogo di scarico dell'uva. La raccolta meccanizzata è un elemento imprescindibile per cantine di grandi dimensioni, come quella del caso studio, ed è quindi fondamentale controllare l'impatto all'interno delle categorie, garantendo un giusto dimensionamento del cantiere ed effettuando sempre viaggi a pieno carico.

Le lavorazioni del suolo vengono eseguite tre volte nei vigneti Mignanelli e Cantori e ben sette volte nel vigneto Buratti, incidendo notevolmente soprattutto in due categorie di impatto,

HTP e POCP. Nelle categorie ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP, i valori sono sempre elevati ma coerenti con i restanti valori e le ipotesi finora formulate. I valori rilevati sembrano essere legati alle condizioni di lavoro della macchina e al relativo consumo. È possibile ipotizzare che, per ottenere tali valori con solo tre operazioni nei vigneti Cantori e Mignanelli, si effettuino lavorazioni profonde. Anche per questa operazione, le soluzioni possibili includono l'esecuzione di operazioni combinate, riducendo le entrate in campo del cantiere nel vigneto Buratti, e la riduzione del numero di operazioni o l'esecuzione di lavorazioni meno energiche nei vigneti Cantori e Mignanelli.

La cimatura viene praticata tre volte nel vigneto Buratti e una sola volta nei vigneti Cantori e Mignanelli. Nel vigneto Buratti, valori significativi si riscontrano solo in tre categorie di impatto: ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP. Nel vigneto Cantori, si riscontra rilevanza anche per l'HTP e l'ETP-suolo, mentre il vigneto Mignanelli presenta elevata contribuzione in tutte le categorie di impatto ambientale. I valori di Mignanelli, nelle categorie rilevanti per il caso studio come ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP, sono più del doppio rispetto a quelli del vigneto Buratti (rispettivamente Mignanelli: 21,5%; 20,8%; 25,7%; Buratti: 10,5%; 8,7%; 11,8%).

Questo è significativo considerando che Buratti ha effettuato tre operazioni e Mignanelli solo una. Con i dati a disposizione, si ipotizza che la situazione in Mignanelli sia dovuta a una vegetazione abbondante, cresciuta rapidamente a causa di condizioni meteorologiche favorevoli. In caso contrario, sarebbe stato conveniente effettuare un'operazione in più, che avrebbe comportato un minore sforzo e consumo della macchina, oppure esplorare soluzioni alternative e preventive per un miglior controllo apicale, evitando di trovarsi nella situazione analizzata.

L'ultima operazione da analizzare è la distribuzione di fitosanitari, eseguita ben 22 volte nel vigneto Buratti e solo tre volte nei vigneti Cantori e Mignanelli. I valori di ADP-combustibili fossili, GWP100a e ODP sono molto simili tra i tre vigneti, spiegabile con la lontananza dei vigneti Cantori e Mignanelli che compensa il numero di passaggi effettuati nel vigneto Buratti. Tuttavia, si riscontrano differenze significative nelle categorie HTP ed ETP (acqua dolce, acqua marina, suolo), probabilmente influenzate dal fatto che le dosi distribuite in tre passaggi siano maggiori rispetto a quelle distribuite in 22, rendendo le sostanze chimiche più soggette a fenomeni come il dilavamento o la deriva. È importante utilizzare strumenti di distribuzione che eseguano il lavoro nel modo più ottimale possibile. Per ridurre la contribuzione nelle categorie di impatto, si potrebbe intervenire in entrambi i casi sul numero

di operazioni: 22 sono sicuramente troppe, considerando l'annata esaminata, ma forse anche tre potrebbero essere poche, portando ai problemi già citati.

Effettuare quindi 2-3 operazioni in più, ma mirate e precise, potrebbe risultare vantaggioso.

Capitolo 4

CONCLUSIONI

L'analisi svolta sui vigneti di Verdicchio e Montepulciano, situati nella regione Marche, ha permesso di evidenziare l'importanza cruciale delle diverse categorie di impatto ambientale nel contesto della viticoltura. Attraverso l'approccio dell'Analisi del Ciclo di Vita (LCA), sono stati esaminati gli effetti ambientali delle operazioni colturali, con particolare attenzione alle categorie di impatto quali il GWP100a, l'AP, l'ODP, e l'ETP.

I risultati evidenziano come le fasi di viticoltura, vinificazione, e le relative operazioni contribuiscano in modo significativo agli impatti ambientali. In particolare, il consumo di combustibili fossili emerge come un fattore critico, principalmente nelle operazioni di gestione del suolo, trasporto dei prodotti, e nelle fasi di vinificazione. L'analisi del GWP100a ha mostrato che le emissioni di CO₂ e di altri gas serra rappresentano una parte considerevole dell'impatto totale, con conseguenze dirette sui cambiamenti climatici.

Le operazioni di manutenzione ordinaria e gestione del suolo, sebbene essenziali per la salute del vigneto, hanno dimostrato un impatto rilevante in termini di acidificazione e riduzione dello strato di ozono. Queste operazioni, specialmente nei vigneti Buratti e Fondiglie, hanno evidenziato criticità legate all'uso di prodotti chimici e al consumo energetico. Tuttavia, l'adozione di pratiche più sostenibili, come l'integrazione delle operazioni colturali per ridurre i passaggi in campo, si è rivelata efficace nel diminuire l'impatto complessivo.

L'ecotossicità, legata principalmente all'uso di fitosanitari, rappresenta un'altra categoria di impatto critica. Nei vigneti analizzati, l'uso intensivo di fitosanitari ha contribuito significativamente agli effetti nocivi sugli ecosistemi locali. Per mitigare tali impatti, si è dimostrato vantaggioso ridurre il numero di trattamenti e ottimizzare le dosi applicate, combinando l'uso di fitosanitari con altre operazioni come la cimatura e la preparazione del suolo. Ciò ha permesso non solo di ridurre l'impatto ecotossico, ma anche di migliorare l'efficienza complessiva del processo produttivo.

Nel confronto tra i vigneti Montepulciano (Buratti, Cantori e Mignanelli), è emersa la variabilità degli impatti ambientali in funzione delle specifiche tecniche colturali e delle

condizioni operative. Le operazioni come il trasporto e la raccolta meccanizzata, se non ottimizzate, possono incrementare l'impronta ecologica, aumentando il consumo di risorse e le emissioni di inquinanti.

Confrontandoci ora con il materiale riscontrato in altri studi, da noi già citati, possiamo osservare come i risultati ottenuti nei vigneti marchigiani sono coerenti con quanto riscontrato in altri contesti produttivi, sia europei che extraeuropei. Lo studio sulla viticoltura biologica in Cile dimostra che la fase agricola è notevolmente impattante, contribuendo al 39% degli impatti totali. Lo studio condotto in Abruzzo su Montepulciano rivela che la fase agricola è quella con il maggiore impatto ambientale e che l'adozione di misure per ridurre le emissioni, è stato osservato un miglioramento della performance ambientale fino al 15%. E anche lo studio in Sardegna su vitigno a bacca bianca conferma che le principali criticità ambientali sono legate alla produzione e alla combustione del diesel nella fase di viticoltura.

In conclusione, l'adozione di soluzioni innovative e l'ottimizzazione delle pratiche agricole, che mirano alla riduzione delle emissioni di inquinanti, si confermano come strategie essenziali per ridurre gli impatti negativi della viticoltura sulle diverse categorie ambientali. I risultati ottenuti rappresentano una base solida per ulteriori ricerche e miglioramenti nelle tecniche vitivinicole, con l'obiettivo di perseguire una maggiore sostenibilità ambientale nel settore.

BIBLIOGRAFIA

- Atzeni, G., 2020. Vendemmie 2020. Il dettaglio regione per regione. *Gambero Rosso*, 5 Settembre.
- Azienda vinicola Umani Ronchi SPA, 2020. L'Annata 2020. *Umani Ronchi viticoltori in Marche e Abruzzo*.
- Benedetto, G., 2013. The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle Assessment.. *Wine Economics and Policy*.
- Cichelli, A. P. C. & P. A., 2016. Sustainability in mountain viticulture. The case of Valle Peligna.. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*.
- Letamendi, J. S.-I. E. & M. O., 2022. Environmental impact analysis of a Chilean organic wine through a life cycle assessment. *journal of cleaner production*.