

Viticoltura di precisione: quali possibili benefici per la sostenibilità



F. Giacobelli¹, M. Zoli¹, L. Rossi², J. Bacenetti¹

¹ Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Via Celoria, 2, 20133, Milano

² Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, Via Edmund Mach 1, 38010, San Michele all'Adige



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



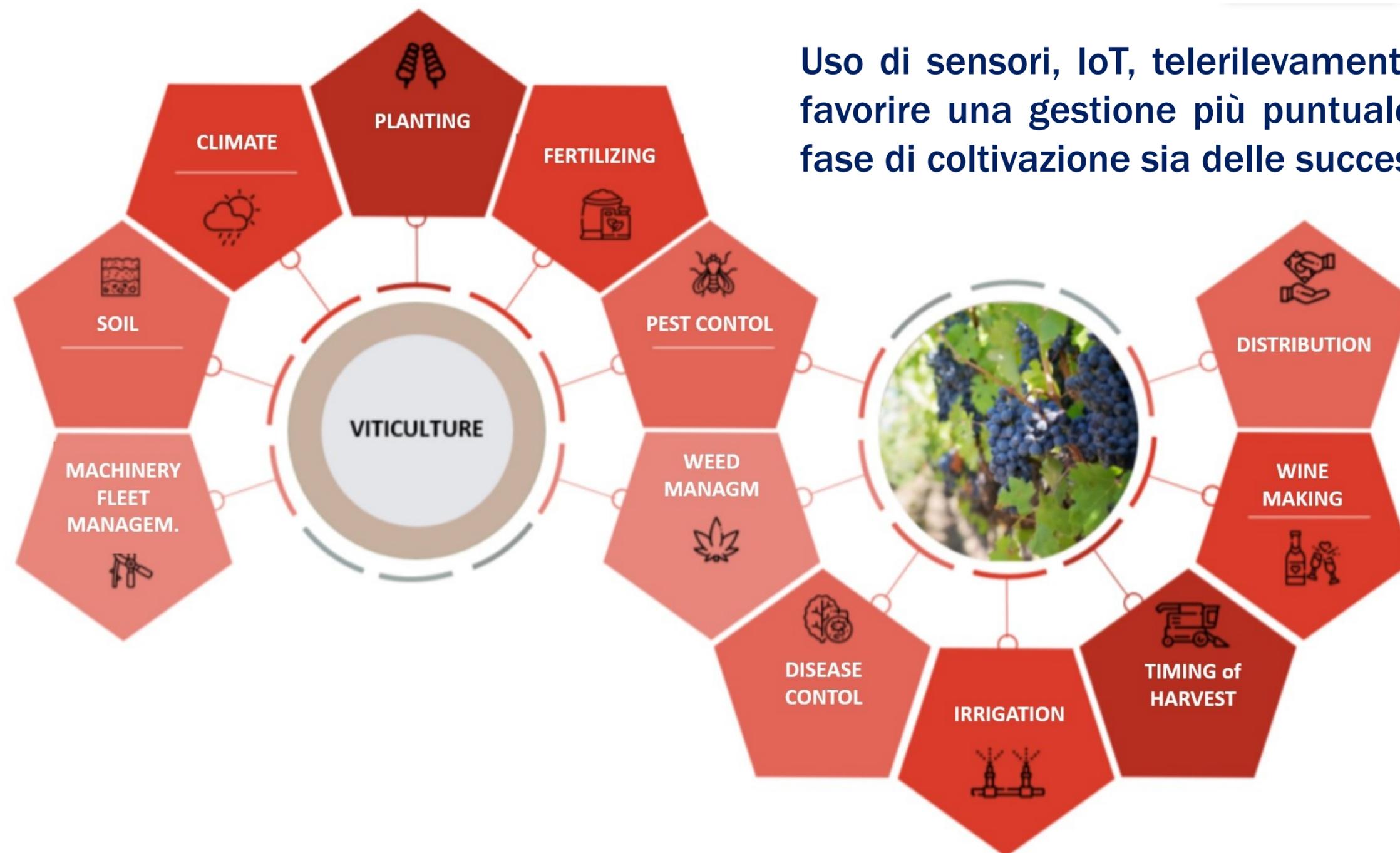
XIX Convegno
dell'Associazione
Rete Italiana LCA

**Transizione sostenibile,
competitività e innovazione:
il ruolo della Life Cycle Assessment**

**19, 20 e 21 marzo 2025
CORTINA D'AMPEZZO**

Viticoltura di precisione

Uso di sensori, IoT, telerilevamento, attrezzature «smart» in grado di favorire una gestione più puntuale, efficiente e sostenibile sia della fase di coltivazione sia della successiva vinificazione



La maggior parte delle soluzioni disponibili si concentrano sulle operazioni di difesa fitosanitaria della vite che rappresenta l'aspetto principale della tecnica di coltivazione sia per quanto riguarda i costi che l'impatto ambientale e le ricadute sociali della viticoltura

Due diversi progetti



PRIN: Analizzate lo stato dell'arte riguardo l'applicazione di soluzioni di agricoltura di precisione nel settore vitivinicolo lombardo e mettere a punto un sistema di analisi multicriteriale per la valutazione della sostenibilità (economica, ambientale e sociale)



PSR Regione Lombardia: Testare in diverse aziende vitivinicole lombarde l'efficacia di una applicazione per smartphone (PocketSPRAY®) capace di supportare l'agricoltore nella scelta del momento di applicazione dei fungicidi così come nella definizione delle dosi e dei volumi di applicazione



Scopo e metodi

Valutare come l'adozione dell'applicazione di PocketSpray® influenzi le performance economiche, ambientali e sociali di diverse aziende viticole lombarde caratterizzate da diversi vitigni così come dall'adozione di diverse strategie di difesa (agricoltura integrata e agricoltura biologica)

Aspetti economici → analisi del costo di produzione dell'uva e, in particolare, dei costi per la difesa fitosanitari (specificatamente da peronospora e oidio)

Aspetti ambientali → LCA

Aspetti «Sociali» → Riadattamento linee guida UNEP con specifico riferimento alla selezione di indicatori in grado di focalizzare l'attenzione sui possibili benefici derivanti dall'adozione di soluzioni di agricoltura di precisione

Analisi multicriteriale → Metodo Dexi (*Decision Expert*)



1. Selezione vigneto
2. Selezione fungicida
3. Specifica dei settaggi atomizzatore (opzionale)
4. Misura del LAI (Leaf area index) utilizzando la stessa applicazione l'utente fotografa la chioma in diversi punti
5. Mappa di prescrizione per distribuzione a rateo variabile



PocketSPRAY®



Le prove

2023 & 2024, provincie di Bergamo, Brescia, Milano, Pavia, cultivars → Chardonnay, Marzemino, Malvasia, Incrocio terzi, Cabernet Sauvignon

BASE

Smart

No supporto da
PocketSPRAY, difesa
gestita autonomamente
dal viticoltore

Supporto di PocketSPRAY

LCA: Goal and Scope, LCI

Unità funzionale: 1 ton di uva

Confini del sistema: «*from cradle to gate*» coltivazione della vite: operazioni di campo (trinciatura interfilare, gestione dei sarmenti, trattamenti, eventuali fertilizzazione), fattori produttivi (gasolio, macchinari, fitofarmaci, fertilizzanti, acqua). Escluso: impianto, tutte le fasi successive alla raccolta (vinificazione, imbottigliamento, distribuzione, ecc.), variazione SOC

Raccolta dati di inventario: Primari raccolti durante le prove riguardo le operazioni di campo, i quantità dei fattori produttivi utilizzati e le rese produttive; Secondari: emissioni legate alla: (i) fertilizzazione (EEA), (ii) meccanizzazione (adattamento da Ecoinvent) e (iii) distribuzione di prodotti fitosanitari (PCR - PCR 2020:06 Wine (Version 1.0.1)).





LCA: LCI

Numero di trattamenti: Nessuna variazione

Dosi di applicazione: Riduzione nel 96% dei casi, fino a -30%, mediamente: -9% prodotti rameici, -7% prodotti a base di zolfo, -11% altri fungicidi. Riduzioni maggiori nel 2024 (minor piovosità). Calo proporzionale dei volumi di applicazione

Prodotto	Anno	Azienda 1 Marzemino			Azienda 2 (Bio) Chardonnay			Azienda 3 Malvasia			Azienda 4 (bio) Incrocio terzi			Azienda 5 Cabernet Sauvignon		
		BASE	SMART	Δ	BASE	SMART	Δ	BASE	SMART	Δ	BASE	SMART	Δ	BASE	SMART	Δ
Fungicidi rameici (kg/ha)	2023	14.6	12.1	-17.1%	19	18.7	-1.6%	16.8	16.2	-3.6%	11.6	10.6	-8.6%	37.6	34.6	-8.0%
	2024	12.8	10.8	-15.6%	16.5	14.9	-9.7%	10.5	8.7	-17.1%	23	21.1	-8.3%	15	14	-6.7%
Fungicidi base di zolfo (kg/ha)	2023	42.1	37.4	-11.2%	72	70.2	-2.5%	28.4	27.6	-2.8%	51.4	48.7	-5.3%	50.6	49.9	-1.3%
	2024	67.1	58.8	-12.4%	62	56.1	-9.5%	32	24.8	-22.5%	53.5	49	-8.4%	49	50.5	3.1%
Fungicidi (kg/ha)	2023	30.4	26	-14.5%			n/a	3.6	3.5	-2.8%	23.5	23.5	0.0%	20.1	17.2	-14.4%
	2024	19.9	18.9	-5.0%	33	29	-12.1%	16	11.2	-30.0%	6.1	5.5	-9.8%	37.4	34.5	-7.8%

Risultati: Nessuna variazione statisticamente significativa dell'Indice di Infezione e delle rese produttive

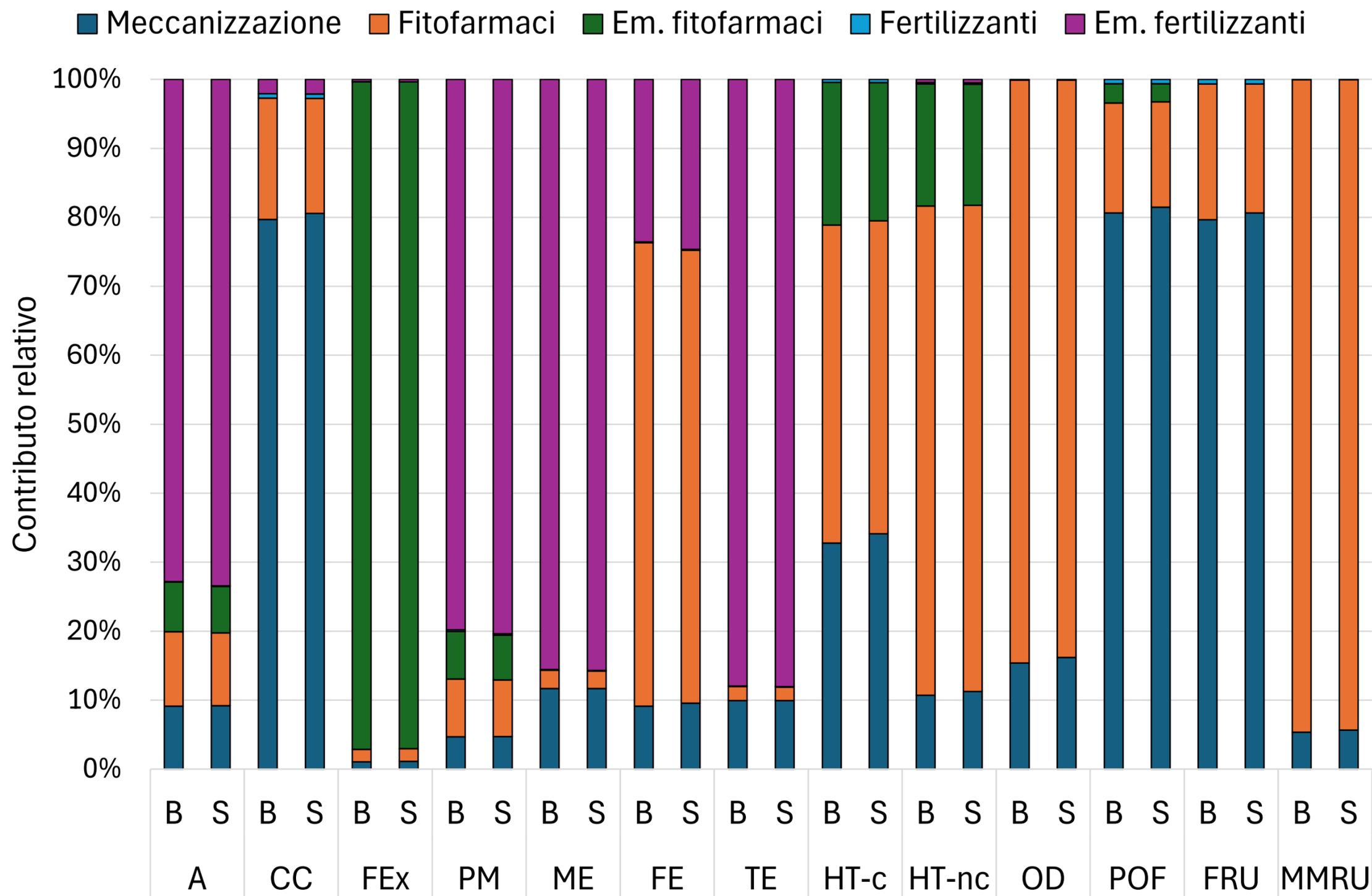
	Anno	Azienda				
		1	2	3	4	5
Resa (t/ha)	2023	7.5	4.5	14.6	15.4	6.2
	2024	6.9	0.7	3.9	9.4	4.2





Cabernet Sauvignon in agricoltura convenzionale

LCA: Analisi dei contributi



→ Differenze impercettibili tra i due scenari (B =Base e S = smart)

→ La produzione dei fitofarmaci principale responsabile di 5 categorie di impatto (FEx*, HTc, HT-nc, OD e MMRU)

→ Emissione dei principi attivi dei fitofarmaci nell'ambiente è il principale contributore per FEx e ruolo non trascurabile (>20%) per HT-c e HT-nc

6 Cdl FE, HTc, HT-nc, OD, MMRU e FEx



LCA: Risultati 2024

Smart sempre minore di Base per tutte le categorie di impatto valutare sia per aziende con difesa integrata che biologica, variazioni limitate per tutti gli impatti ambientali tranne che per:

- FEx - Tossicità delle acque dolci (fino a -22% in aziende con difesa integrata),
- FE - Eutrofizzazione acque dolci (fino a -13% per aziende bio)
- HT-nc - tossicità umana effetti non cancerogeni (fino a -10% aziende bio)
- MMRU - uso delle risorse minerali e metalliche (fino a -23% nelle aziende biologiche).

Categoria di danno	Unità	Integrato			Bio		
		Base	Smart	Δ	Base	Smart	Δ
A	mol H+ eq	14.441	13.868	-4%	1.833	1.720	-6%
CC	kg CO2 eq	1475	1462	-1%	206	205	0%
FEx	CTUe	91353	71030	-22%	41375	39771	-4%
PM	disease inc.	6.96E-05	6.61E-05	-5%	8.09E-06	7.53E-06	-7%
ME	kg N eq	3.449	3.430	-1%	0.396	0.393	-1%
FE	kg P eq	0.199	0.187	-6%	0.024	0.021	-13%
TE	mol N eq	38.715	38.509	-1%	4.238	4.205	-1%
HT-c	CTUh	7.9E-07	7.51E-07	-5%	1.11E-07	1.04E-07	-6%
HT-nc	CTUh	2.07E-05	1.91E-05	-8%	5.17E-06	4.65E-06	-10%
OD	kg CFC11 eq	5.23E-05	4.89E-05	-7%	1.35E-05	1.33E-05	-1%
POD	kg NMVOC eq	10.636	10.547	-1%	1.525	1.512	-1%
FRU	MJ	19108	18941	-1%	2705	2692	0%
MMRU	g Sb eq	16.712	15.403	-8%	2.130	1.643	-23%

Risultati simili anche per il 2023 (smart < base) sebbene con differenze meno marcate soprattutto per le aziende biologiche (anno particolarmente piovoso e quindi meno adatto a fungicidi di copertura come quelli tipicamente utilizzati nel biologico). *Differenza biologico vs integrato influenzata da rese produttive molto variabili*



Variazione dell'impatto tra Base e Smart

LCA: Risultati 2024

Categoria di danno	Unità	Cabernet Sauvignon	Marzemino	Malvasia	Incrocio Terzi	Chardonnay
A	mol H+ eq	-0.84%	-6.81%	-9.96%	-4.90%	-4.22%
CC	kg CO2 eq	-1.08%	-0.37%	-1.21%	-0.61%	-0.87%
FEx	CTUe	-6.51%	-3.84%	-32.84%	-5.72%	-2.38%
PM	disease inc	-0.70%	-7.74%	-13.33%	-4.68%	-5.94%
ME	kg N eq	-0.16%	-0.48%	-1.13%	-0.80%	-0.64%
FE	kg P eq	-4.38%	-8.38%	-9.80%	-19.84%	-6.06%
TE	mol N eq	-0.12%	-0.54%	-1.00%	-0.98%	-0.65%
HT-c	CTUh	-3.92%	-3.92%	-13.06%	-9.83%	-4.03%
HT-nc	CTUh	-4.75%	-4.53%	-13.57%	-27.89%	-7.42%
OD	kg CFC11 eq	-4.93%	-1.18%	-21.59%	-1.73%	-4.72%
POD	kg NMVOC eq	-1.03%	-0.96%	-1.48%	-0.84%	-0.78%
FRU	MJ	-1.22%	-0.38%	-1.42%	-0.58%	-0.81%
MMRU	kg Sb eq	-5.41%	-14.89%	-13.23%	-32.08%	-7.81%





Analisi Economica: Risparmio per acquisto fitofarmaci

La riduzione del consumo di fungicidi si traduce in un calo dei costi per la difesa. In prospettiva, la riduzione anche del numero di trattamenti comporterebbe una ulteriore riduzione del costo di produzione grazie anche a un calo dei costi per la meccanizzazione

Varietà	Anno	Base (€/ha)	Base (€/ha)	Risparmio (€/ha)
Malvasia	2023	634	613	21
	2024	817	602	215
Marzemino	2023	569	465	104
	2024	2200	1965	235
Cabernet Sauvignon	2023	1137	1001	136
	2024	1457	1361	96
Incrocio Terzi	2023	1019	983	36
	2024	1258	1149	109
Chardonnay	2023	193	189	4
	2024	591	530	61



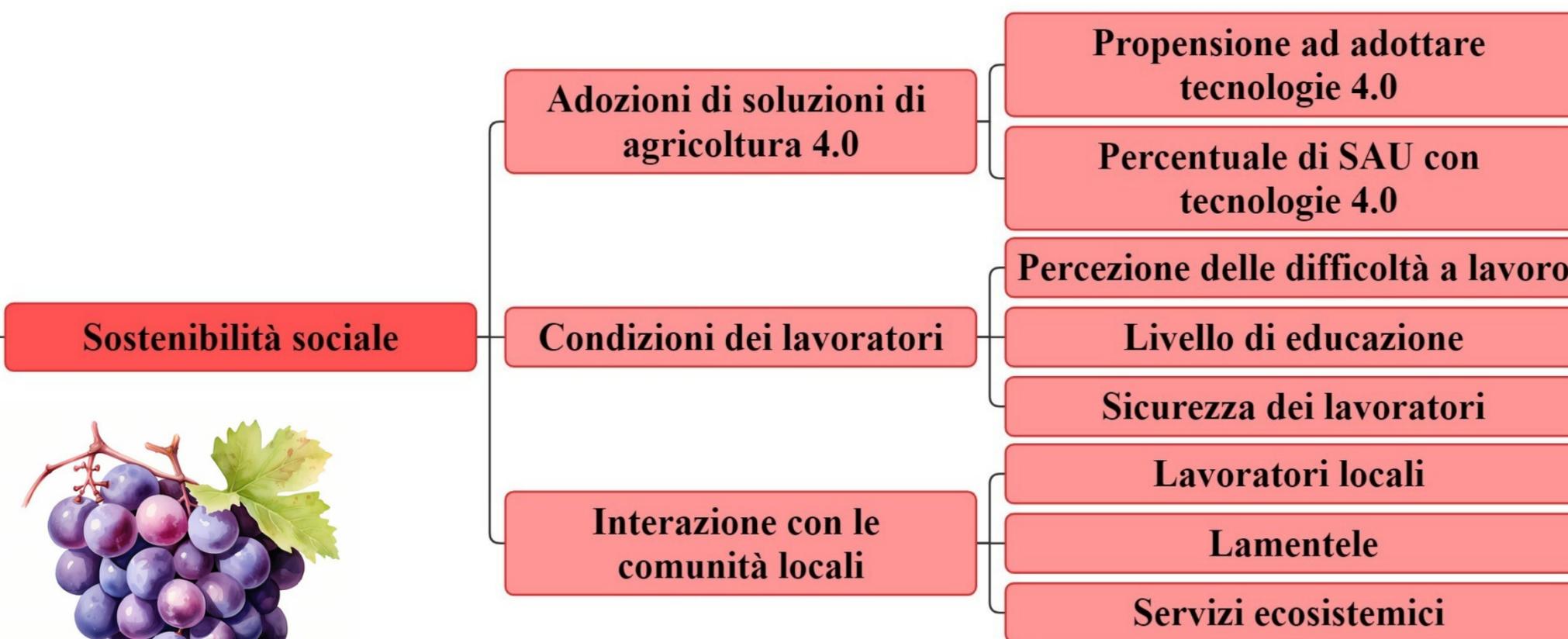
Verrà fornito come servizio, con un costo annuo per ettaro di vigneto

Possibili ulteriori benefici derivanti dalla riduzione del numero di trattamenti così come da una diminuzione dei tempi di lavoro per singolo trattamento (minori volumi di applicazione → calo dei tempi di trasferimento & rifornimento → aumento della capacità operativa)

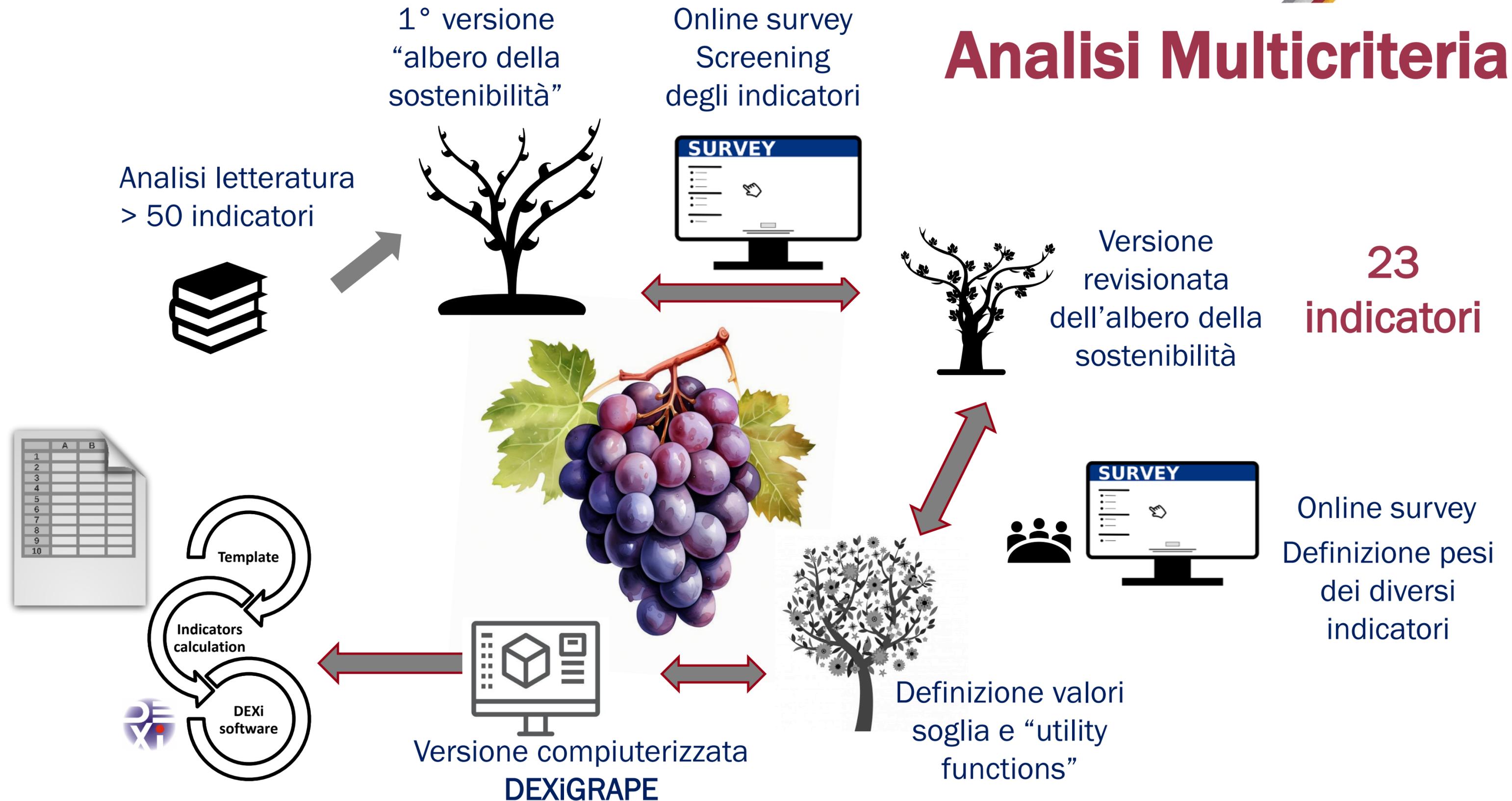


Analisi Sociale: Indicatori

Identificazione Indicatori: Linee guida UNEP + Analisi della letteratura (focus particolare su indicatori in grado di «leggere» la disponibilità del viticoltore ad adottare soluzioni di agricoltura di precisione e, conseguentemente, apprezzare i benefici ambientali, economici e sociali legati alla loro adozione in azienda



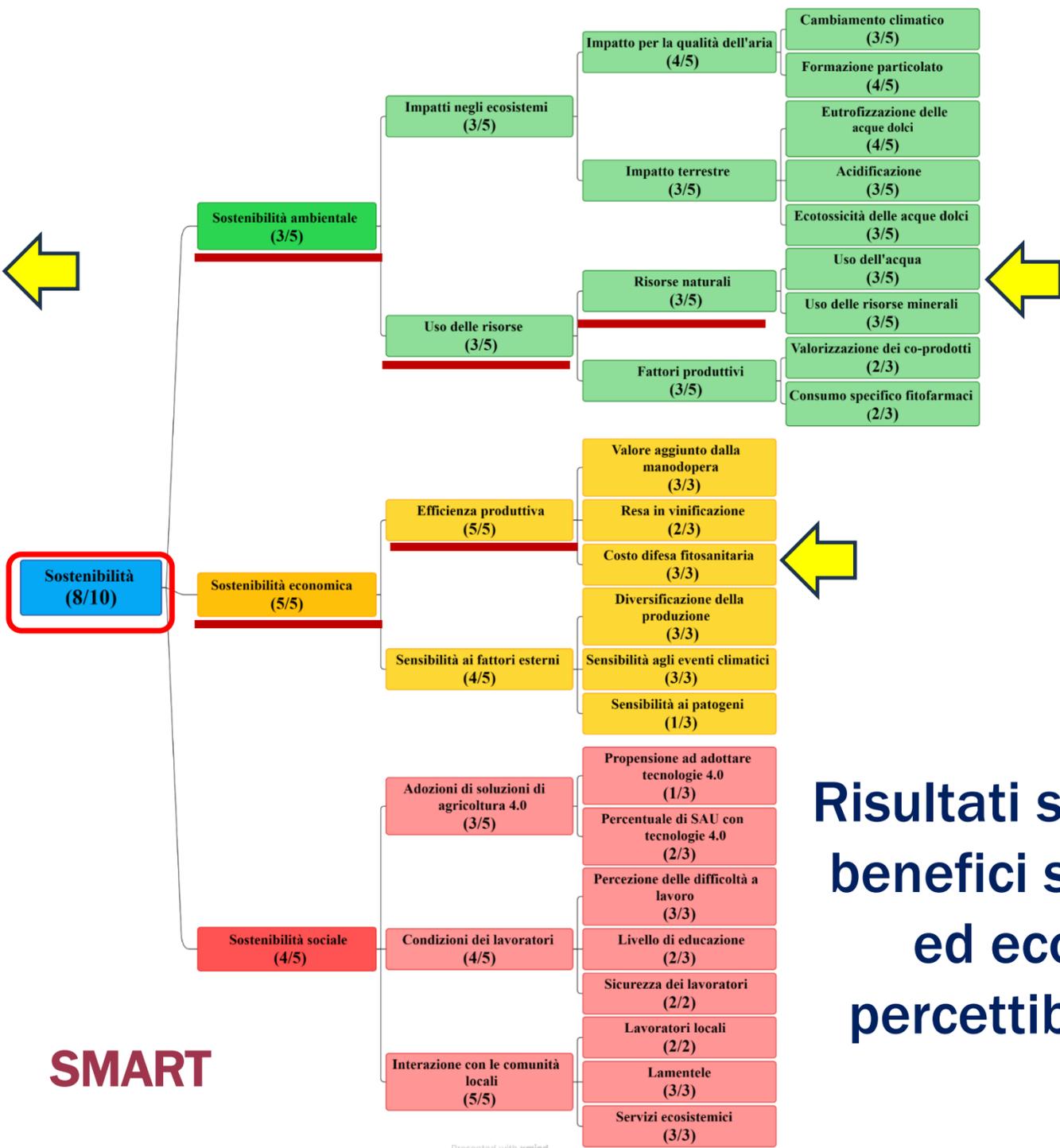
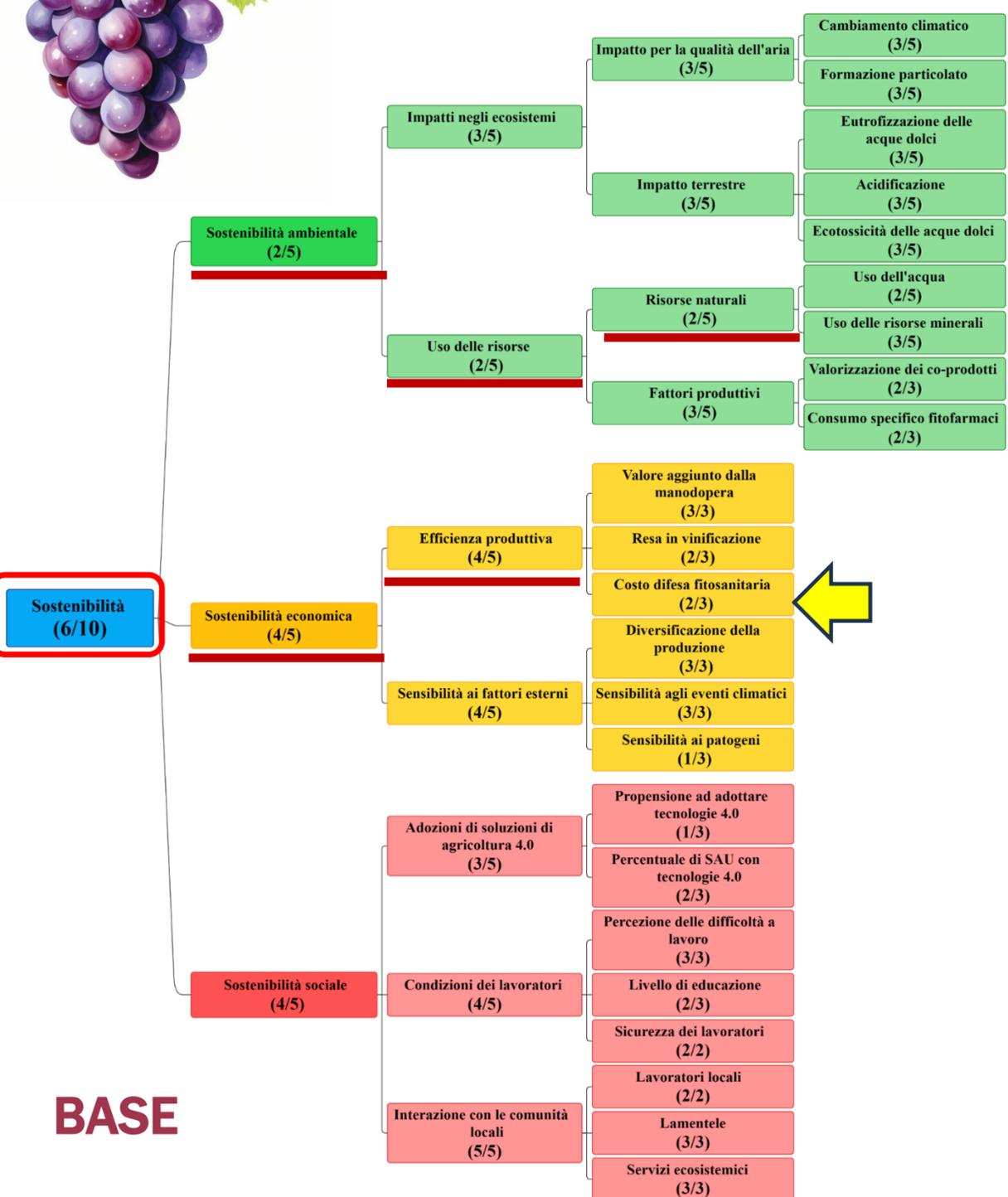
Analisi Multicriteriale





Cabernet Sauvignon in agricoltura convenzionale

Analisi Multicriteriale: Risultati



Risultati simili per altre aziende, benefici su pilastro ambientale ed economico ma meno percettibili su quello «sociale»

BASE

SMART



Conclusioni

Trattamenti per la distribuzione di fungicidi a **rateo variabile** (mappe di prescrizione) consentono di ottenere risultati produttivi non statisticamente diversi a fronte di dosi e volumi di applicazioni ridotte

PocketSPRAY → efficace nel consentire un'ottimizzazione della distribuzione dei fungicidi e ottenere, conseguentemente, anche un beneficio ambientale

Benefici ambientali non trascurabili per le categorie di impatto legate o alla produzione dei fitofarmaci oppure all'emissione dei principi attivi dei fitofarmaci nell'ambiente. Benefici più ridotti per gli altri effetti ambientali

Analisi multicriteriale, risultati preliminari comunque utile per sintetizzare i benefici economici, ambientali e sociali legati all'adozione di soluzioni di agricoltura di precisione. Produzione vitivinicola molto legata al contesto produttivo → Difficoltà enorme nel definire valori soglia che siano rappresentativi dei vari contesti





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



ASSOCIAZIONE
RETE ITALIANA LCA

XIX Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA

Grazie

Jacopo Bacenetti

jacopo.bacenetti@unimi.it

