



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

L'evoluzione tecnica e tecnologica nella moderna viticoltura imprenditoriale.

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

L'evoluzione tecnica e tecnologica nella moderna viticoltura imprenditoriale / M. VIERI. - STAMPA. - (2004), pp. 237-269.

Availability:

This version is available at: 2158/244310 since:

Publisher:

Accademia dei Georgofili

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

ACCADEMIA DEI GEORGOFILI

MARCO VIERI

*L'evoluzione tecnica e tecnologica
nella moderna viticoltura imprenditoriale*

Lettura tenuta il 21 ottobre 2003

Estratto da
«I GEORGOFILI»
ATTI DELL'ACCADEMIA DEI GEORGOFILI
ANNO 2003 - SETTIMA SERIE - VOL. L
(179° dall'inizio) DISP. I-II-III-IV



Firenze, 2004

MARCO VIERI*

*L'evoluzione tecnica e tecnologica
nella moderna viticoltura imprenditoriale*

Lettura tenuta il 21 ottobre 2003

Signore e Signori, Accademici, Colleghi,
È con rispetto e apprensione che mi accingo a parlare nella sede prestigiosa di questa Accademia di una attività come quella della viticoltura che ha affiancato da millenni la storia dell'uomo. Vite, uva e vino ne hanno accompagnato i momenti e le azioni più significative dall'epoca dei faraoni e della civiltà mesopotamica, alla cultura egeo-micenea, al culto di Dioniso, fino alla Storia Sacra e al Cristianesimo¹.

Si può ragionevolmente affermare che la coltura della vite ha da sempre rappresentato, nella diversità delle condizioni territoriali e ambientali, uno degli esempi più significativi per la varietà e la ricercatezza delle soluzioni tecniche e tecnologiche adottate: si pensi ai cesti di Santorini, alle buche di Pantelleria, alla pergola delle Alpi, fino alle moderne strutture degli impianti a spalliera².

La viticoltura odierna rappresenta una attività complessa, inseri-

* DIAF Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università degli Studi di Firenze

¹ M. FREGONI (1991): *Origini della vite e della viticoltura. Contributo dei popoli antichi*, Aosta, Ed. Musumeci; H. JOHNSON (1991): *Il vino. Storia-Tradizioni-Cultura*, Padova, Franco Muzio; A. SALTINI (1984): *Storia delle Scienze Agrarie*, Bologna, Edagricole. M. DONÀ (2003): *Filosofia del vino*, Milano, Bompiani.

² P. BALSARI, A. SCIENZA, M. VIERI, et al. (2003): *Forme di allevamento e modalità di distribuzione dei fitofarmaci*, Milano, Bayer Crop Science. Edizioni Informatore Agrario; M. FREGONI (1998): *Viticultura di qualità*, Verona-Piacenza, Edizioni Informazioni Agrarie.

ta nel sistema di produzione di un bene – il vino – cui oggi è riconosciuto un valore molto elevato su tutto il mercato internazionale: questo favore economico, come sempre accade, ha indotto un elevato sviluppo evolutivo nelle tecniche e tecnologie operative. La tipicità e la “nobiltà” che si possono conferire a questo prodotto, hanno determinato la creazione di sistemi produttivi spesso “originali” e sempre più competitivi, anche in aziende non necessariamente di grandi dimensioni.

Sicuramente la coltura della vite, grazie a questo favore di mercato per i vini tipici di qualità, e al ritrovato legame fra produzione e cultura, vive un momento di particolare fermento. L’identificazione dell’immagine e delle proprietà del vino con la memoria, il paesaggio e le capacità umane del luogo dove è prodotto, ha determinato un ritrovato impulso nella valorizzazione di tutte le risorse racchiuse nell’azienda agraria e nel suo territorio.

Tutto ciò induce nelle aziende competitive un processo di intensa ricerca di soluzioni che sempre meglio possano coniugare la necessità di abbattere i costi, nelle numerose, complesse e vincolate operazioni richieste dal ciclo della vite, con l’esigenza di qualità, ricercata in tutto il processo produttivo.

Questa rinnovata capacità di gestione e valorizzazione delle risorse è racchiusa nel moderno concetto di Impresa, che bene si coniuga con i nuovi, o meglio ritrovati, principi di *viticulture raisonnée*, *precision farming*, *agricoltura razionale*.

In tal senso la viticoltura competitiva rappresenta oggi il riferimento evolutivo e innovativo più elevato di un sistema produttivo agricolo complesso, in cui una moltitudine di aspetti devono essere gestiti e integrati con criteri e capacità inventive, tipiche dell’imprenditorialità avanzata.

Questo mio intervento, partendo dal presupposto della necessità di una corretta conduzione imprenditoriale di fattori molteplici, variabili e differentemente configurabili, cerca di analizzare le linee di sviluppo delle moderne tecnologie disponibili, per le diverse tecniche di progettazione e gestione delle produzioni viticole, focalizzando l’attenzione su 4 fattori:

- il valore della libera combinazione delle tecnologie;
- la progettazione di un sistema tecnico-tecnologico compatibile e integrato con tutti i fattori produttivi e ambientali;

- l'evoluzione delle operatrici e la necessità di macchine compatibili e adeguate ai nuovi sistemi del controllo di precisione;
- la necessità di conformare le capacità e i livelli di gestione della componente strumentale dell'azienda agricola, alle nuove tecnologie che vi si stanno introducendo.

L'IMPRENDITORIALITÀ DELLA *VITICULTURE RAISONNÉE*

L'impresa viticola, fondata sull'azienda agraria, sulla terra e su una coltura attuata nella previsione di un turno superiore ai venti anni, si trova a contrastare l'imperante criterio economico della flessibilità e della mobilità, in cui i settori secondario e terziario, come quelli della produzione e della vendita delle macchine, hanno i maggiori vantaggi e possono, seguendo tale tendenza speculativa, cambiare linea produttiva, cliente, mercato. Ciò significa che tutte le risorse, e fra queste la componente strumentale, devono integrarsi nell'attuazione di un impianto di produzione la cui durata supera ogni odierno limite di investimento ordinario.

In entrambe le fasi di progettazione e di gestione sorgono quindi esigenze di previsione e di verifica di tutti i fattori produttivi, che richiedono nuove competenze, più efficienti procedure e adeguati strumenti di monitoraggio e controllo.

L'acquisizione di tecnologie, la loro combinazione e il loro schema di impiego devono essere fatte con estrema attenzione alla adeguatezza e alla affidabilità nel tempo; nell'attuale contesto di competitività spinta cui l'attività agricola non può più sottrarsi, non è d'altronde ipotizzabile pensare di ritardarne l'aggiornamento ripercorrendo l'esperienza storica dei primi decenni del secolo scorso, quando, come evidenziato dal Presidente di questa Accademia³: «ci si accorse che in agricoltura, l'applicazione su larga scala delle innovazioni, cioè il passaggio allo sviluppo, purtroppo richiede tempi molto più lunghi rispetto ad altri settori produttivi». Sono cambiate le condizioni di mercato, con l'imposizione di un confronto glo-

³ F. SCARAMUZZI, *Discorso sull'agricoltura tra ieri e domani* – 250° Anniversario Accademia dei Georgofili – Firenze 4 giugno 2003.

bale, ed è cambiato lo scenario sociale; l'età media degli occupati delle aziende agricole si sta notevolmente riducendo a causa di un diffuso ricambio generazionale e di un riscoperto impegno dei giovani per le attività e la vita rurale, soprattutto nei settori più innovativi ed emergenti⁴.

Tutto ciò impone un allineamento del lavoro e degli investimenti in agricoltura agli altri settori produttivi, ma costringe pur sempre l'azione imprenditoriale a muoversi nel difficile e stretto passaggio delimitato dalle condizioni particolari dell'attività agricola da una parte; e dalla necessità di massima efficienza e produttività delle risorse dall'altra.

Queste "condizioni particolari" delle attività agricole ne vincolano fortemente tutti gli aspetti progettuali e gestionali. L'unione contemporanea di STAGIONALITÀ delle operazioni, VARIABILITÀ AMBIENTALE e sue conseguenze sul suolo e sulle colture, TEMPESTIVITÀ di intervento, ELEVATA INTENSITÀ PERIODICA delle operazioni, VARIABILITÀ OPERATIVA in relazione alle mutevoli condizioni ambientali, è assai rara se non impossibile a riscontrarsi in qualsiasi altra attività lavorativa.

Tutto ciò richiede un energico e complesso sforzo progettuale e gestionale per non avere conseguenze gravi sul buon esito delle attività colturali e sugli investimenti effettuati. Appare ovvio infatti come a una maggiore tempestività e alla intensità periodica delle operazioni debba corrispondere una maggiore capacità di lavoro e quindi un sovradimensionamento delle dotazioni tecnologiche, con una conseguentemente bassa efficienza economica⁵. A ciò si aggiunge la generalizzata carenza di procedure di gestione delle emergenze, sempre frequenti durante il ciclo colturale; ciò che comporta la esasperazione delle prestazioni operative di uo-

⁴ Dati ANGA Associazione Nazionale Giovani Agricoltori, Evoluzione 1995 – 2003. ARSIA (2001): Progetto "Donne e giovani nelle aree rurali toscane". Marzo 2001.

⁵ Un esempio concreto è la bassissima utilizzazione annua delle macchine e le esasperate prestazioni che si richiedono nel momento dell'impiego; nell'impresa artigiana le macchine vengono spesso ammortizzate in poco più di un anno con oltre 2500 ore di impiego mentre in agricoltura il tale impiego si raggiunge spesso in un tempo 10 volte superiore.

mini e mezzi, con la conseguenza di un notevole incremento dei rischi.

Efficienza e produttività impongono quindi una revisione delle attività e delle pratiche agricole con una analisi di tutto il sistema produttivo, nelle sue micro e macro componenti che costituiscono lo scenario delle Risorse, dei Vincoli e dei Prodotti.

Una considerazione particolare riguarda le *risorse*, cui appartengono elementi spesso considerati intoccabili come la terra, le tecniche e le colture, che insieme alle componenti strutturali e strumentali, devono d'altronde essere impiegate nel concetto di efficienza e sostenibilità espresso da Mollison⁶: «*use everything at its maximum level and recycle all wastes*».

Nel concetto di impresa e pur con la prudenza sempre necessaria nelle scelte di un sistema complesso come quello agrario, è d'altronde indispensabile rivedere la combinazione dei fattori in un difficile atto di rivoluzione; ne sono un esempio concreto i nuovi schemi sistematori con l'impiego di escavatori con cui si rimodella la pendice, si crea una sistemazione con interrimento dello scheletro e si imposta la base di una geometria perfetta su cui operare con tecnologie di precisione.

È sicuramente superato nella moderna viticoltura quella che Zygmunt Bauman⁷ indica come «tradizione sinonimo di consuetudine e di abitudine, dove il comportamento consueto o abituale è un comportamento non mediato, non riflessivo, che non esige alcuna spiegazione o giustificazione». Bene individua la nuova imprenditorialità una osservazione di Castroriadis⁸: «mentre la preoccupazione pragmatica pone quale scudo sicuro la cornice cognitiva rigida fornita dalla tradizione, a questo si oppone con prudente cri-

⁶ B. MOLLISON (1999): *Introduction to Permaculture*, Tyalgum (Australia), -TAGARI Publications.

⁷ Z. BAUMAN (2002): *La solitudine del cittadino globale*, Milano, Feltrinelli. Un ringraziamento particolare va al Prof. Paolo Grossoni che ci ha fatto conoscere questo testo nella prolusione di inaugurazione di questo Anno Accademico dell'Accademia.

⁸ C. CASTRORIADIS (1988): *Pouvoir, politique, autonomie*. Le Monde Morcelé 1988 – p. 130, (in BAUMAN p. 90). C. CASTRORIADIS (1998): *L'individu privatisé*. Le Monde diplomatique. Febbraio 1998.

ticità la ragione autonoma per cui *nessun problema è costantemente risolto in anticipo*».

Innovazione e imprenditorialità d'altronde non possono neppure identificarsi con il termine "moda"; l'altro elemento essenziale che differenzia le attività agricole, soprattutto in Italia, è la estrema eterogeneità delle situazioni e condizioni operative anche all'interno degli stessi comprensori: quanti insuccessi si sono avuti, per aver importato in modo acritico tecniche da altri paesi. Molte sono infatti le variabilità nei risultati di una stessa operazione: il tipo di terreno, la giacitura, le condizioni climatiche; il tipo di preparazione che è stata effettuata precedentemente a una operazione importante; il tipo di utensili impiegati e la loro regolazione⁹. Tutto ciò fa parte del recupero di una capacità critica, tipica di sistemi autonomi e severi come quello del Podere o del Maso, che oggi viene riscoperta col termine *viticulture raisonnée*.

I. IL VALORE DELLA LIBERA COMBINAZIONE DELLE TECNOLOGIE DISPONIBILI

In questo movimento di prudente criticità, tutte le tecniche e le tecnologie disponibili devono costituire un indispensabile base di conoscenza da cui trarre quella combinazione di scelte che meglio valorizza l'obiettivo imprenditoriale.

La distinzione fra tecniche e tecnologie evidenzia la necessità di recuperare il metodo di analisi delle specifiche scelte colturali distinguendo l'*operazione* (ad esempio la lavorazione del terreno con rovesciamento della fetta), dalla *tecnica* (aratura o vangatura), dalla *tecnologia* (il tipo di aratro, gli utensili, i materiali, le diverse soluzioni meccaniche).

⁹ Mi riferisco in questo ad esempio ad alcuni insuccessi nell'impiego ormai quasi irrinunciabile delle trapiantatrici di barbatelle; tali insuccessi sono quasi sempre dovuti a una non accurata preparazione del profilo di coltivazione fatta ad esempio con impiego di rulli sottocompressori per evitare il permanere di cavità sottosuperficiali; oppure l'adozione di rulli compressori delle barbatelle appena deposte che non siano adeguati o bene regolati.

Così come espresso nel discorso annuale del Presidente di questa Accademia: «le applicazioni dell'innovazione [molteplici ed estremamente diversificate] rimangono poi pur sempre affidate alla discrezionalità dell'uomo, alla sua libera creatività ed iniziativa, alla sua capacità di discernere».

L'imprenditore ha così a disposizione uno scenario tecnologico che va dalla *zappa al satellite*, dove ogni soluzione ha una propria dignità di impiego in relazione alla situazione contingente. Non esistono vecchi e nuovi attrezzi; esistono utensili, macchine, sistemi di controllo, ognuno dei quali può trovare nel processo produttivo una appropriata collocazione.

La storia della meccanica agraria ci insegna come il processo di innovazione nasce dalla sequenza: Conoscere; Capire; Individuare e Attuare soluzioni appropriate.

Il processo evolutivo della tecnologia è quasi sempre un processo induttivo, determinato da conoscenze complementari, da necessità dirette e indirette e dalla disponibilità di materiali adeguati. Uno degli esempi più significativi e citati nella prima letteratura della meccanica agraria è quello che si compì nel 1827 quando il prete scozzese Patrick Bell costruì la prima macchina mietitrice capace di compiere un soddisfacente lavoro, mercé la forza animale. Questa esperienza merita un approfondimento per la chiara definizione delle componenti che portano innovazione.

Bell aveva una profonda conoscenza della letteratura classica ed era appassionato delle moderne scienze meccaniche; era nel contempo preoccupato per le difficili condizioni di vita dei suoi fedeli, poiché la mancanza di braccia giovani non assicurava la produttività e la tempestività necessaria per la proficua raccolta dei cereali.

I testi di Plinio il Vecchio e Rutilio Tauro Palladio narrano di una macchina in uso nelle Gallie all'epoca dell'occupazione romana: «consisteva in una specie di piccolo carro (una cassa di legno montata su ruote) che per mezzo di due stanghe veniva spinta in avanti dalla forza di un bovino. Dal lato opposto a quello dell'attacco e sul ciglio superiore della cassa, era disposta una serie di robusti denti, ossia una specie di pettine, che veniva a trovarsi collocato un po' al di sotto dell'altezza media delle spighe. Il pettine, spinto innanzi col carro contro le messi, ne distaccava le spighe che cadevano entro la cassa. Il conducente della macchina, armato di un rastrello,

agevolava e completava tale operazione attirando a sé le spighe contro i denti del pettine¹⁰.

Con l'uso della forza motrice del cavallo realizzò quindi un carro, che traendo potenza dalle ruote, azionava una barra munita di lame che oscillavano all'interno di un pettine fisso; la potenza veniva trasferita per mezzo di una cinghia anche a un aspo che accompagnava le spighe nella zona di taglio e le appoggiava su una tavola da cui scivolavano ordinatamente a terra.

Il processo innovativo trova quindi fondamento nella padronanza di più ambiti conoscitivi e nella capacità di realizzare combinazioni non convenzionali in un processo logico che Perkins definisce «pensiero trasformativo»¹¹.

Tutto ciò trova conferma nello sviluppo della meccanizzazione della viticoltura dove molteplici sono gli schemi tecnologici adottati. Alla soluzione tutta italiana della prima meccanizzazione basata sul cingolato, per le evidenti necessità imposte dalle difficili condizioni collinari (i terrazzamenti, il giropoggio, il rittochino), si contrappone ad esempio lo schema francese delle motrici a portale (*le tracteur enjambeur*).

Le recenti disponibilità tecnologiche, unitamente alla necessità di abbattere l'insostenibile richiesta di manodopera nella viticoltura di montagna, spesso superiore a 1000 h/ha annue, ha portato allo sviluppo di nuove motrici che hanno sostituito la zappa e i pericolosi, onerosi e inefficienti motocoltivatori a stegole. In questo ambito il nostro dipartimento, grazie a un progetto regionale, ha realizzato un impianto sperimentale a piani raccordati sulle scoscese pendici del Candia e progettato una motrice che ha rappresentato nel 1997 l'apice tecnologico in questo settore¹². Le caratteristiche di

¹⁰ M. ZOLI e M. VIERI (1990): *Le macchine agricole*, in *Storia del XX secolo*, parte terza: *Tecnologie ed industrie meccaniche*, capitolo VIII. Istituto dell'Enciclopedia Italiana "Giovanni Treccani". (specimen) A. CENCELLI e G. LOTRIONTE (1919): *Macchine Agricole*, Ulrico Hoepli Editore. Milano. Seconda edizione. p. 608. A. SALTINI (1984): *Storia delle Scienze Agrarie*, Bologna, Edagricole.

¹¹ D. PERKINS (2003): *Come Leonardo*, Milano, Il Saggiatore.

¹² C. CHIOSTRI e M. VIERI (1997): *Meccanizzazione dei vigneti a forte declività ed esperienze in Toscana*. Atti Simposio internazionale di viticoltura di mon-

innovazione di questa nuova categoria di trattore sono: le dimensioni contenute, l'agilità, l'elevata potenza e stabilità disponibili, l'attacco porta-attrezzi normalizzato con presa di potenza a trasmissione meccanica, la propulsione a cingoli con trasmissione idrostatica e il controllo del mezzo effettuato da terra, con una sola mano per mezzo di una impugnatura multifunzionale.

Ed è proprio il concetto di *trattore* che nella viticoltura è andato in crisi. La necessità di attrezzi particolari i cui utensili devono seguire il profilo delle piante a terra, sui lati della chioma e lungo le strutture vegetali permanenti, ha fatto sì che l'architettura e le prestazioni del trattore classico, progettato per le colture di pieno campo, siano risultate sempre meno adeguate al controllo contemporaneo di più operatrici, la cui disposizione può avvenire contemporaneamente su tutti i 4 lati. Questo comporterà per i costruttori di trattori la necessità di una estrema flessibilità nella architettura generale, nel posto guida (ormai non più vincolato da collegamenti meccanici con i comandi), una ampia visibilità e la possibilità di controllare ed erogare i posizionamenti e le potenze richieste simultaneamente dalle diverse operatrici¹³.

Nel controllo delle infestanti, soprattutto sulla fila dove il livello di rischio è molto elevato e gli interventi devono essere precisi e rapidi, si sono sviluppate soluzioni particolarissime come l'impiego di "quads" – veicoli leggeri a 4 ruote con guida motociclistica – dotati di un piccolo serbatoio contenente diserbante, una piccola pompa elettrica e due ugelli laterali montati su una staffa anteriore.

Un ulteriore esempio è dato dall'escavatore semovente, cingolato, di piccole e medie dimensioni¹⁴, che per le notevoli prestazioni, la flessibilità, l'ergonomia e la grande diffusione raggiunte, sta entrando prepotentemente come mezzo indispensabile nel parco mac-

tagna, Massa 12-14 maggio 1997. M. VIERI (1998): Dossier "Nuova Motrice innovativa Uniturbo idrostatico Fantini-Andreoli" *Macchine e Motori Agricoli* 10/98.

¹³ G. TREBBIA (2002): *Le macchine per il terzo millennio*, «Macchine e Motori Agricoli», 1, pp. 29-30.

¹⁴ Fino a 50 quintali, misura ancora utilizzata per definire le categorie dimensionali di queste macchine.

chine agricolo e che già oggi viene impiegato per lavorare con grande efficienza e precisione con operatrici quali il trinciator tutto, la fresa per il reimpianto delle barbatelle, l'estrattore per l'espianto e la messa a dimora dei pali, ecc. Sempre più numerose sono fra l'altro le aziende vitivinicole in cui questa macchina viene utilizzata con eccellenti risultati anche nella raccolta delle olive¹⁵.

Ma anche il settore delle macchine operatrici sta avendo linee evolutive differenziate: nei vigneti di montagna e in terrazzamenti particolari ad esempio, il controllo delle infestanti viene efficacemente effettuato con rasaerba e la potatura verde con i nuovi taglia siepi con asta a bilanciere, macchine fino a oggi relegate nel settore del giardinaggio; così come il diserbo chimico viene effettuato con leggerissime attrezzature che applicano microdosi di formulato puro.

Appare quindi evidente come l'imprenditore possa e debba attivare competenze di conoscenza e di analisi anche non convenzionali, in grado di individuare per la specifica situazione produttiva le soluzioni più appropriate, superando la facile tentazione della via ordinaria o peggio ancora introducendo in maniera acritica soluzioni pur eccellenti per altre situazioni: non può esistere per l'imprenditore vitivinicolo – come già evidenziato – né la via unica tradizionale, né la moda del momento e molto spesso nella stessa azienda coesistono, con pari dignità, scelte diverse in tipologia e livello tecnologico.

2. LA PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA TECNICO-TECNOLOGICO COMPATIBILE CON TUTTI I FATTORI PRODUTTIVI E AMBIENTALI

Nel ritrovato concetto di Agricoltura Razionale (sinonimo di *Raisonnée* o di *Precisione*) tutte le risorse produttive (ambientale-biologica, strutturale, strumentale e umana) ritrovano una loro importanza nella ineludibile sinergia che esprimono nell'impresa.

¹⁵ M. VIERI (2002): *Traditional olive crop mechanization in areas with a high landscape value: results of tests with new olive picking equipment*, Adv. Hort. Sci., 2002 16 (3-4): pp. 235-239. M. VIERI (2002): *Olive picking tests with a shaker module and a harvesting umbrella, mounted on a rotating platform excavator*, «Adv.Hort.Sci», 2002 16 (3-4), pp. 240-245.

La tendenza è quindi rivolta a una maggiore razionalizzazione di tutti questi fattori produttivi e, nella gestione della risorsa strumentale, la scelta delle macchine agricole deve rispondere a precise esigenze di efficacia agronomica, efficienza tecnologica e operativa, e a vincoli interni ed esterni, diretti e indiretti.

Tutto ciò nell'indispensabile, quanto troppo spesso dimenticato, presupposto delle esigenze di sostenibilità economica e di effettiva possibilità di esecuzione delle necessarie operazioni sull'intera superficie da dominare.

L'*efficacia agronomica* scaturisce dalla complessità biologica del sistema colturale e degli effetti che gli utensili e le modalità operative avranno su tale sistema, a breve, medio e lungo periodo.

La coltura della vite richiede una numerosa serie di operazioni che si possono raggruppare in categorie corrispondenti alla gestione del suolo e della parte ipogea, alla gestione della chioma e alla gestione del prodotto¹⁶. È ormai dimostrato che la maggior parte delle singole operazioni che si attuano su questo sistema hanno effetti collaterali: così ad esempio la corretta gestione del suolo ha influenza sullo stato fisiologico della pianta e quindi sulla sua resistenza alle malattie; il controllo delle infestanti, soprattutto sul filare, evita il permanere di un microclima umido favorevole allo sviluppo di focolai di infestazione; una corretta gestione della chioma evita, soprattutto quando si effettua il sollevamento e la legatura dei tralci, il permanere di camere vegetali chiuse dove i patogeni possono trovare protezione; così come la defoliazione sulla fascia produttiva può efficacemente controllare l'insorgenza di muffe sui grappoli. Appare quindi evidente come le tecniche concorrano con molteplici quanto importanti azioni ancillari alla difesa ordinaria attuata con gli antiparassitari.

Ma anche il tipo di utensile contribuisce a questa azione com-

¹⁶ P. BALSARI, A. SCIENZA, M. VIERI, C. BALDOIN, L. BRANCADORO, F. CAMPOSTRINI, C. DE ZANCHE, F. IACONO, P. MARUCCO, F. MARTINEZ DE TODA, G. MARZIANI, D. PORRO, M. STEFANINI, M. TAMAGNONE, J. TARDAGUILLA, L. LAZZARONI (2003): *Forme di allevamento e modalità di distribuzione dei fitofarmaci*, Milano, Bayer Crop Science.

plessa: nella cimatura ad esempio, lame di taglio inadeguate possono produrre tagli grossolani e sfrangiati che provocano stress e perdita di sostanze fisiologiche, oltre a creare vie di infezione; le stesse superfici di taglio dell'utensile possono diventare veicolo di patogeni fra una pianta e l'altra; analoghe considerazioni devono essere fatte per tutti gli utensili che entrano a contatto con le diverse parti della pianta, come ad esempio le cosiddette "spollonatrici" e le operatrici scavallanti lungo il filare.

Un primo effetto di questa impostazione è il ribaltamento dell'ordine dei fattori così come impostato nella meccanica agraria classica dove il protagonista è il trattore; è l'*utensile* che diventa oggi il punto focale di partenza; cui seguono nell'ordine: i sistemi di regolazione e controllo, le soluzioni costruttive della operatrice, la macchina motrice, il cantiere e il parco macchine nel suo insieme. Utensili, sistemi di controllo e relativi gruppi funzionali della macchina operatrice determinano la qualità della operazione; la scelta della sequenzialità delle operatrici in tutto il ciclo colturale ne determina la qualità globale del prodotto.

L'interpretazione e il conseguente sviluppo europeo della "*precision farming*" è proprio basato sulla ricerca esasperata di tale qualità operativa, attraverso lo sviluppo di sistemi di controllo e attuatori che mantengono sempre la migliore regolazione degli utensili e la adattano alla variabilità spaziale del parametro considerato; il tipo di impianto, la forma della chioma, l'andamento del terreno, ecc.)¹⁷.

Il secondo passo nella valutazione delle tecnologie da adottare riguarda l'*efficienza tecnologica* ovvero il conseguimento di adeguate capacità di lavoro della singola macchina e soprattutto di una sicura affidabilità dei mezzi.

L'affidabilità delle macchine è di importanza fondamentale per la sicurezza come per la efficienza tecnica ed economica. Manutenzioni, regolazioni e tarature devono trovare un posto primario nel-

¹⁷ P. BALSARI (2002): *Esempi di agricoltura di precisione in viticoltura. Supplemento Viticoltura di precisione*, «Informatore Agrario», 13, pp. 21-30. M. VIERI e P. SPUGNOLI (1997): *An high pressure injection system for precision application of pesticide*, Oxford, BIOS Scientific Publishers Limited.

la gestione aziendale del parco macchine. L'attività di allestimento degli accoppiamenti e di monitoraggio costante è prioritaria nella imprenditorialità agricola ed è attraverso tale attività che è possibile garantire un adeguato livello di affidabilità di mezzi che operano in condizioni critiche, con la riduzione del rischio di incidenti e l'annullamento di perdite di produttività e di produzione, derivanti da tempi morti imprevisi, e manutenzioni trascurate che si trasformano in costose riparazioni.

Nelle moderne macchine motrici l'aumento delle prestazioni e della efficienza meccanica ha portato all'adozione di dispositivi complessi che richiederebbero una elevata quanto improbabile specializzazione degli operatori per il loro corretto controllo: tale funzione viene quindi affidata a una rete di sensori e attuatori che, controllati da uno o più minicomputer, mantengono nei limiti di sicurezza ed efficienza le prestazioni dei singoli elementi funzionali dei gruppi: motore, cambio, sollevatore, differenziale. Questa complessa gestione automatizzata è resa possibile dall'elettronica che permette il dialogo fra tutte le centraline a servizio dei singoli componenti funzionali e consente di monitorare e intervenire sulle diverse prestazioni, per mezzo di specifici software e con computer palmari¹⁸.

La diffidenza giustificata da inevitabili difetti di gioventù, del resto ampiamente presenti anche nel settore automobilistico, non può d'altronde negare questa linea evolutiva; si pensi al parallelismo con i pneumatici la cui introduzione in agricoltura è stata inizialmente fortemente ostacolata per oltre un decennio.

Oltre a permettere il controllo di apparati estremamente efficienti, quanto complessi e delicati, questi dispositivi consentono la programmazione multipla di andature e funzioni operative, riducendo e semplificando la guida e permettendo all'operatore di concentrarsi sul controllo della qualità di lavoro delle operatrici.

¹⁸ Il merito di tale gestione complessa è da attribuire all'enorme sviluppo dei protocolli di trasmissione dei segnali come il (CAN-bus); è oggi possibile utilizzare un solo cavo per la trasmissione seriale dei segnali, con l'invio di differenti e numerose serie di dati, ognuna identificata da impulsi operanti su frequenze diverse. R. BOSCH (1991): *CAN specification*, BOSCH Ed. Stuttgart September 1991. CAN (Controlled Area Network –ISO 11898).

Un secondo aspetto fondamentale, nella efficienza tecnologica, riguarda l'accoppiamento motrice-operatrice: questo costituisce fra l'altro uno dei problemi che richiedono più di altri un adeguamento normativo poiché rimane spesso indefinito e sospeso fra i due blocchi legislativi della omologazione delle motrici da una parte e della certificazione delle operatrici dall'altra. Eppure il responsabile dell'impresa agraria si trova a valutare, nell'accoppiamento di due o più macchine operanti contemporaneamente, i problemi di stabilità statica e dinamica nelle diverse condizioni di impiego, gli ingombri, le geometrie e i cinematismi fra i diversi componenti.

Queste scelte richiedono nell'azienda agraria, ma ancora di più nelle officine di vendita, allestimento e riparazione delle macchine agricole, una figura professionale in grado di valutare, con la necessaria competenza, le condizioni di compatibilità e sicurezza degli accoppiamenti fra le macchine, nella considerazione delle specifiche condizioni ambientali e operative di impiego.

Il terzo gruppo di verifiche riguarda *l'efficienza operativa* che prevede controlli sulle operazioni, sugli impianti e le strutture.

Nell'introduzione di una macchina è necessario verificarne la compatibilità con le altre operazioni della filiera. È necessario tenere nella debita considerazione le variabilità, le difficoltà, i possibili pericoli derivanti dalle precedenti lavorazioni o che possono essere prodotte in quelle successive. Qui entra in gioco il monitoraggio e la previsione di eventi che possono costituire cause di rischio: le improvvise rotture derivanti dal precedente danneggiamento di componenti strutturali; nella lavorazione del terreno ad esempio, l'emersione di pietre e la creazione di buche che possono compromettere la stabilità dei mezzi, o la creazione di linee di corrivazione delle acque che possono provocare pericolose erosioni. Un altro caso riguarda ad esempio l'incompatibilità fra due tecniche: alcuni sistemi di legatura della vite sono incompatibili con l'impiego delle vendemmiatrici i cui organi vengono bloccati dai fili di legatura, penduli o mal tensionati.

Per aumentare la produttività del lavoro è necessario poi assicurare le condizioni di massima efficienza per l'operatore, sia quello alla guida come quello addetto ad altre mansioni. Si deve verificare che mai vengano compromesse le condizioni ergonomiche oltre naturalmente a quelle di sicurezza che devono essere assicurate anche in ca-

so di ribaltamento o altro evento critico; l'operatore deve essere protetto dagli agenti fisico-chimici dannosi e comunque devono essere ridotti al massimo i carichi di lavoro (rumore, vibrazioni, polvere, sforzi fisici) per mantenere durante tutto il turno un adeguato e sicuro livello di produttività e qualità operativa. Le norme di sicurezza che troppo spesso vengono considerate come capestri normativi, sono oggi comunemente riconosciuti come efficienti investimenti nella produttività globale di un processo: è dimostrato ad esempio come le vibrazioni portano a un affaticamento già dopo 30 minuti e alla "compromissione" delle prestazioni lavorative dopo 2 ore¹⁹.

L'efficienza operativa dipende inoltre dalle strutture, dall'impianto e dal sistema di allevamento che devono essere quindi correttamente configurati in fase progettuale; obiettivo questo piuttosto difficile se pensiamo che su un impianto viticolo verranno adottate macchine di diverse generazioni.

Il concetto di "integrazione fra sistemi di allevamento e macchine" si è sviluppato per la prima volta negli USA alla fine degli anni Sessanta presso la Cornell University dello stato di NY²⁰, in quel caso solo per la raccolta e la potatura. Oggi queste attenzioni sono rivolte a tutte le operazioni con l'obiettivo aggiuntivo di operare con rapidità, precisione e possibilmente su più filari, per garantire ugualmente qualità ed elevate superfici dominate.

La progettazione dell'impianto, nel presupposto che lo schema di riferimento ha come primo vincolo lo studio dei percorsi delle macchine che dovranno operarvi, deve quindi osservare precise attenzioni, per ottenere una geometria perfetta delle piante e del filare, una adeguata resistenza ed elasticità strutturale, una base di transito perfettamente livellata.

L'impiego delle trapiantatrici è divenuto in tal senso ormai una esigenza quasi irrinunciabile per la rapidità di intervento, ma soprattutto per la precisione del posizionamento sul terreno; fattore questo in-

¹⁹ A. GUARNIERI, A. PERETTI, A. BETTA (1986): *Valutazione del comfort dinamico del trattore a ruote*, «Macchine e motori agricoli», 4, pp. 23-30.

²⁰ N.J. SHAULIS (1969): *Viticulture and mechanical harvesting of grape varieties grown in NY. Fruit and vegetables harvest mechanisation Technological Implications* Cargill and Rossmiller, Ed. Michigan State University.

dispensabile per poter intervenire con la necessaria precisione e velocità nell'uso degli utensili scavallanti per la lavorazione sulla fila.

Di pari importanza risulta il raggiungimento di una "geometria perfetta della pianta", soprattutto nell'allevamento a spalliera e nel "cordone". A tal fine si effettuano nell'ordine le seguenti scelte: le trapiantatrici posizionano insieme alle barbatelle un tutore leggero; nei primi due anni si effettua una legatura multipla, fatta a mano con elastici speciali e, nel rispetto della ergonomia e della produttività, con l'impiego di slitte ribassate trainate dal trattore che trasportano gli operai seduti, con le braccia all'altezza di lavoro; il *cordone* viene quindi legato saldamente al filo spiralato che ne impedisce lo scorrimento quando la pianta viene posta in condizioni di trazione al passaggio delle potatrici, delle legatrici e delle vendemmiatrici. Lo scorrimento del cordone provoca infatti l'inclinazione del tronco con la perdita del riferimento per i sensori di posizionamento degli utensili.

Una ulteriore scelta nei vigneti a spalliera con sistema di allevamento a cordone è la predisposizione dell'orientamento del cordone nel senso di avanzamento delle macchine così che le diverse parti meccaniche possano scorrere lungo i tralci che vengono spostati o compressi e non entrino al contrario in opposizione con questi: tale sistema porta alla realizzazione di filari "di andata" e "di ritorno", generalmente a serie di 4 e tutte le operazioni colturali seguono sempre questo schema di percorso, impostato già in fase di progettazione.

Per poter effettuare meccanicamente le operazioni sulla spalliera, tutta la struttura deve essere correttamente tensionata per evitare l'effetto "catenaria" sui fili, che rappresentano i tutori orizzontali e le linee di riferimento degli utensili. La struttura portante del filare assolve inoltre al compito di trasmettere in modo corretto le vibrazioni prodotte dai gruppi di scuotitura: l'operazione di raccolta meccanica si basa infatti su una azione di vibrazione controllata in frequenza, ampiezza accelerazione, di tutto il filare, trasmessa da organi striscianti e opposti che rimangono costantemente a contatto con il filare; non è più una azione di percussione, come nelle prime vendemmiatrici, ma di sollecitazione controllata del filare che, correttamente tensionato, deve trasmettere le oscillazioni alla pianta e conseguentemente al grappolo.

Ma per operare con precisione non basta questa geometria per-

fetta del filare; è necessario infatti che le macchine possano muoversi su un terreno livellato e regolare che non provochi oscillazioni sul complesso meccanico. È per questo che ha avuto grande sviluppo la recente rivoluzione nella realizzazione dei nuovi impianti; gran parte degli scassi vengono ormai fatti con la tecnica della trincea progressiva realizzata con escavatori che lavorano l'intero profilo verticale, rimuovendo le pietre di dimensioni maggiori di mezzo metro di lato, interrando le rimanenti e livellando con benna grigliata la superficie, che in tal modo rimane perfettamente piana e senza scheletro. A ciò si aggiunge la creazione di uno strato drenante continuo che aumenta l'efficienza dei drenaggi principali e permette fra l'altro di ridurre i tempi di rientro delle macchine dopo una pioggia, aumentando di conseguenza i tempi disponibili e la superficie dominabile. Tale complesso di vantaggi ne rende comprensibile l'accettazione del notevole aumento del costo di impianto.

La creazione o il mantenimento di una superficie regolare ha portato anche alla introduzione di una operazione fino a ora considerata proibitiva per gli elevati costi: la riduzione delle pietre; in pratica viene effettuata l'andatura dei sassi nel centro del filare e poi la frantumazione. I vantaggi in termini di stabilità dei mezzi, aumento delle velocità operative, riduzione dei consumi e delle rotture degli utensili sembrano compensare anche in questo caso l'elevato costo.

La gestione dello scheletro ha introdotto anche altre tecniche innovative quali l'impiego dei sassi triturati alle dimensioni di 40-60 mm, disposti in strato cospicuo (10-30 cm) sotto il filare con molteplici scopi fra i quali la creazione di una barriera alle infestanti estremamente dannose lungo il filare, l'aumento della insolazione dei grappoli per l'albedo che ne deriva²¹.

Nella gestione dell'impianto vi sono molte altre scelte che possono aumentare l'efficienza operativa; l'inerbimento ad esempio consente una maggiore portanza anche in condizioni di umidità, con maggiore aderenza e stabilità del mezzo e minori tempi per il rientro in campo dopo le piogge. Sempre con lo scopo di miglio-

²¹ J. NACHTERGAELE, J. POESEN, B. VAN WESELMael (1998): *Gravel mulching in vineyards of southern Switzerland*, «Soil & Tillage Research», 46, pp. 51-59. Elsevier Science.

re l'operatività si è introdotto il concetto del "riordino primaverile" che viene attuato utilizzando dopo la potatura delle spazzatrici poste anteriormente al trattore e operanti sulle due file: il materiale vegetale residuo viene portato verso il centro dell'interfilare e trinciato, lasciando tutto l'impianto in perfette condizioni.

Di pari importanza risultano le operazioni di ripristino della regimazione idraulica principale e in alcuni casi la creazione di solchi temporanei di sedimentazione che vengono eliminati durante la rincalzatura di diserbo a fine primavera.

L'efficienza operativa è poi condizionata dal compito gestionale dell'organizzazione del lavoro e della logistica di strutture e attività di servizio. Devono sempre essere assicurati sistemi e strutture di rifornimento e di scarico efficienti, e una organizzazione dei trasporti che sia il più possibile automatizzata e coerente con la logica del trasporto intermodale.

Ogni attività produttiva comporta rischi che si traducono in danni e costi globali che, nell'esperienza capitalizzata di una società moderna e responsabile, vengono mitigati con precisi *Vincoli* cui ogni impresa deve attenersi per assicurare la sicurezza degli operatori e dei prodotti e per controllare le *esternalità*²² (emissioni dannose e danni ambientali). Tutto ciò si traduce in norme legislative fino a ora considerate un costo aggiuntivo quanto inutile per l'attività produttiva. D'altronde vi è oggi una induzione indiretta per la crescente domanda di prodotti di qualità, derivanti da processi di qualità, intendendo in questo la loro compatibilità sociale, ambientale, paesaggistica, culturale, etica; ne è un esempio la sempre maggiore necessità di Certificazione Aziendale negli specifici Disciplinari di Produzione, nel Sistema di Qualità, nella Compatibilità Ambientale²³.

²² A. GALKA (1999): *The reduction of the negative environmental impact of agricultural production*. Proceedings International Conference "Sustainable agriculture and rural development in the enlarging European Union" Breitenfurt, 24-27 May 1999, Austria, Prace-z-Zakresu-Nauk-Rolniczych, 87, suppl., pp. 205-211.

²³ L.E. SANCHEZ, T. HACKING (2002): *An approach to linking environmental impact assessment and environmental management systems*. Impact Assessment and Project Appraisal. 2002, 20, 1, pp. 25-38.

Nell'impresa produttiva agricola i vincoli riguardano oggi soprattutto gli ambiti della compatibilità ambientale e territoriale, nonché della gestione della sicurezza.

La scelta, la regolazione e l'impiego di qualsiasi tecnica e tecnologia deve essere quindi fatta nella considerazione dei possibili danni diretti o indiretti che si possono produrre sull'ambiente (erosione, contaminazione, ecc.) e che possono avere influenza per la sicurezza delle operazioni successive.

La necessità di nuovi schemi sistematori e di appropriate tecniche per la riduzione della erosione costituisce una delle attuali sfide cui l'imprenditorialità deve rispondere. La viticoltura ben progettata costituisce sempre un elemento paesistico di notevole impatto e un notevole beneficio ambientale per la regimazione idraulica, il consolidamento dei versanti e il costante presidio. Molti sono gli esempi in cui le sistemazioni e l'attività colturale nel suo insieme hanno adottato una raffinata architettura ingegneristica nel controllo delle acque e delle pendici; si pensi alla cosiddetta viticoltura *eroica*, i terrazzamenti alpini e quelli delle coste greche e portoghesi. Il "cigione biologico" delle terrazze apuane è un raffinato esempio di ingegneria naturalistica che, nella introduzione della meccanizzazione operata con il "progetto Candia", è stato assolutamente mantenuto²⁴.

D'altronde l'introduzione della meccanizzazione in viticoltura ha portato alla realizzazione di ampie superfici con filari disposti a ritochino che, con una gestione del suolo non appropriata, producono enormi perdite per erosione con danni diretti e indiretti all'ambiente. Oltre alla adozione dell'inerbimento è oggetto di studio, con un progetto specifico finanziato dall'ARSIA²⁵, la comparazione degli utensili che, nei diversi terreni, meglio operano ai fini della riduzione della corrivazione delle acque e dei componenti da questa tra-

²⁴ M. VIERI, M. GIOVANNETTI, P.P. LORIERI, S. TARDECCI, ZOLI M., M. BELTRAMI (1996): *Progetto di meccanizzazione di vigneti su pendici terrazzate a forte declività*, «Quaderno ARSIA», 2/97.

²⁵ Progetto ARSIA 2002-2004. Progettazione e collaudo di sistemazioni idraulico agrarie a basso rischio erosivo per impianti viticoli, compatibili con l'assetto paesaggistico e ambientale.

sportati. Sulla base di esperienze già sperimentate in Portogallo stiamo ad esempio studiando soluzioni tecniche che possano creare un profilo ondulato o tagli trasversali rispetto alla linea di pendenza dopo la lavorazione del terreno o la discissura lungo l'interfilare.

L'altro fattore di impatto ambientale è dovuto all'impiego di prodotti fitosanitari di cui sono ben note quanto ancora poco contenute le dispersioni. Con una media di 14 trattamenti antiparassitari effettuati ogni anno e con una perdita di antiparassitario irrorato prossima al 50%, la viticoltura è fra quelle attività che hanno il maggiore impatto ambientale nelle aree rurali²⁶. L'evoluzione tecnologica in tale settore è stata d'altronde notevole e permette di effettuare trattamenti efficaci con notevoli riduzioni delle perdite. L'adozione di macchine certificate e il controllo periodico sono una condizione obbligata nell'orientamento verso un Sistema di Qualità²⁷; così come è necessario che nell'azienda si realizzino piazzali di lavaggio delle macchine con recupero e controllo delle acque di scarico.

La *gestione del rischio per l'uomo* è l'altro vincolo fondamentale nella impresa agricola. I fattori di rischio in agricoltura sono molteplici e coprono gran parte della intera gamma dei danni possibili. L'uso di macchinari di elevate dimensioni, peso e potenza, la movimentazione dei carichi e lo svolgimento delle attività in condizioni critiche, comportano sicuramente una esposizione a danni cruenti come cadute, schiacciamenti, taglio, cattura da parte di organi ruotanti o in movimento. A questi si aggiungono i "carichi di lavoro" che possono portare a danni cronici per esposizione a polveri, prodotti chimici, rumore vibrazioni, e per il sollevamento dei pesi in posizioni errate.

In agricoltura si hanno 40 infortuni per milione di ore lavorative, mentre nell'industria tale indice è esattamente la metà. Sempre dalle statistiche INAIL, si evince che separando le cause di infortunio,

²⁶ M. VIERI e F. BALDI (1991): *Controllo e certificazione delle macchine per la distribuzione dei fitofarmaci*. Atti del convegno svoltosi all'Accademia dei Georgofili di Firenze il 19/4/1991, settima serie, XXXVIII (167° dall'inizio), pp. 17-32

²⁷ M. VIERI e R. RUSSU (2003): *Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego*, «Quaderno ARSIA», Regione Toscana.

quelli dovuti a difetti delle macchine erano nel 2000 il 18%, contro il 7% del settore industriale; gli incidenti dovuti invece a comportamenti errati ammontavano nello stesso periodo al 37% nel settore agrario e al 26% nel settore industriale.

Il controllo del rischio è oggi agevolato e imposto dalle disposizioni normative sulle macchine e attrezzature, ma le particolari condizioni operative lasciano pur sempre un elevato margine di “rischio residuo” che deve essere tenuto sotto controllo con la definizione preventiva di procedure di emergenza e con l’adozione di comportamenti adeguati attraverso una intensa e costante attività di formazione di tutti i soggetti coinvolti nelle diverse fasi del processo produttivo.

Il controllo degli incidenti ha avuto una importante evoluzione concettuale negli ultimi decenni arrivando alla nuova impostazione normativa che si basa sulla previsione e prevenzione (DL 626/94), piuttosto che sulla sorveglianza (DL 597/55). La nuova impostazione è apparsa chiara con l’introduzione del termine *rischio* al posto di *pericolo*²⁸. «I pericoli possono essere localizzati e individuati, ma sono considerati accidentali ed estranei a quello che facciamo» e appartengono piuttosto alla categoria delle “fatalità”, fin troppo subito nella cultura “contadina”: una prova di questa affermazione in campo agricolo è il ritardo e lo scarso ricorso al riconoscimento delle malattie professionali come l’ipoacusia²⁹. Il concetto di *rischio* coniuga il pericolo con le attività, ne definisce le cause e probabilità di accadimento e introduce una nuova impostazione imprenditoriale: la “gestione del rischio”.

Investire in sicurezza conviene: è opinione comune degli esperti di programmazione e gestione aziendale che investire nelle manutenzioni e nella sicurezza sia sempre vantaggioso; d’altronde le spese di prevenzione sono intimamente collegate alla efficienza dell’attività produttiva; un esempio banale: nello schermo del saldatore qual è

²⁸ In BAUMAN, p. 149.

²⁹ A. CIONI, M. VIERI, V. LAURENDI (1995): *La valutazione del rischio da rumore nelle aziende agricole*, Accademia dei Georgofili, Firenze, 19 ottobre 1995. Giornata di studio su “Adeguamento delle macchine agricole alle norme di sicurezza”.

la quota del costo da attribuire alla prevenzione e quale alla funzione stessa della saldatura.

«Per ogni azienda è cosa essenziale massimizzare il profitto»... in questa regola dell'economia, fra le perdite eliminabili assumono un ruolo particolarmente rilevante anche i risvolti non immediatamente contabilizzabili. Molto spesso infatti i costi derivanti dal rischio confluiscono sia nel bilancio aziendale, ma celati nei mille rivoli della contabilità ordinaria nei quali è difficile per non dire impossibile riconoscerli.

La quota assicurativa sulle attività produttive (quella che mediamente copre i costi diretti dell'infortunio) varia fra 1 e 5% e sale al 10-15% per le attività ad alto rischio; a questo si aggiunge il costo per la prevenzione che ha valori corrispondenti. Oltre a questi vi sono costi "consecutivi", quali le perdite di prodotto, la riduzione della produttività, la riduzione della qualità del lavoro, ecc., assunti direttamente dall'azienda; studi INAIL hanno evidenziato come i costi "consecutivi" rappresentano una quota stimata circa il doppio dei costi assicurativi e di prevenzione. Un altro studio evidenzia inoltre come le spese per cure e riabilitazione a carico delle vittime stesse sono pari a circa $\frac{1}{4}$ del costo assicurativo³⁰.

L'incidenza del costo di prevenzione rispetto alla potenziale riduzione dei costi diretti e indiretti prodotti dagli infortuni è ancora molto bassa ed è quindi sempre conveniente investire in sicurezza³¹.

³⁰ G. ORTOLANI (1992): *Quanto costano gli infortuni sul lavoro*, INAIL 1992.

³¹ Ciò è dimostrato da indagini come quelle condotte dall'INAIL fino dagli anni '90 (vedi Ortolani, 1992) che evidenziano fra l'altro come i dati ufficiali sugli infortuni e i relativi costi, forniscano un quadro inferiore alla realtà: per ogni infortunio denunciato ve ne sono 3 non denunciati (infermità < 3 giorni) e 10 eventi a elevato rischio senza danni a persone e cose (il mattone che sfiora l'operatore): Il rapporto fra incidenti denunciati e non denunciati si attesta mediamente su 1:2,5 ma in agricoltura tale dato è di 1:4. Se vengono comparati i costi relativi alla messa in sicurezza e quelli relativi agli incidenti appare evidente come i primi aumentano e i secondi diminuiscono entrambi in modo esponenziale al crescere del livello di sicurezza. La somma dei costi per uno stesso livello di sicurezza o di rischio è identificata da una curva a parabola il cui minimo definisce il livello economico ottimale di sicurezza. Prendendo tale punto di riferimento i dati indicano che la situazione attuale si pone a livelli di sicurezza molto inferiori e quindi con un costo complessivo che